REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

ANEXO 2

ESPECIFICACIONES GENERALES DEL SERVICIO

Bogotá D.C., abril de 2021

Anexo 2 – Especificaciones Generales del Servicio

A continuación, se presenta la definición de fases y los hitos principales que se deben lograr dentro del alcance del contrato interadministrativo. Los plazos estimativos de desarrollo de fases y los hitos se presentan a partir del acta de inicio del contrato.

Fase 1 – Planeación y proceso de selección asesores

En esta fase se espera llevar a cabo todas las acciones tendientes a la selección y contratación de los asesores encargados de desarrollar la estructuración, técnica, legal, financiera y de riesgos. En este sentido, se construirán los términos y condiciones contractuales y los respectivos anexos para la selección de los asesores, y se suscribirán los correspondientes contratos. La duración de esta fase es de tres meses.

EL CONTRATISTA, según su manual de contratación diseñará, en el proceso de selección de los subcontratistas, una estrategia con el propósito de incentivar la entrega anticipada de los estudios, diseños y análisis del proyecto necesarios para construir los requisitos para acceder a la cofinanciación de la nación que se requieren.

Hito # 1: Contratación asesores y presentación de cronograma detallado de trabajo (a más tardar en el mes 3 a partir del acta de inicio)

Fase 2 – Análisis, Estudios y Diseños de factibilidad (aval técnico y fiscal)

Tanto **EL CONTRATISTA** como la EMB, de acuerdo con la distribución de competencias y obligaciones pactadas en el presente contrato, producirán los documentos y los informes necesarios para la presentación de los documentos requeridos en la Resolución No. 20203040013685 29/09/2020 del Ministerio de Transporte.

A solicitud de LA EMB, **EL CONTRATISTA** elaborará entre el mes 9 y 12 una certificación en la que, con base en el avance de los estudios y diseños del Proyecto a la fecha de la certificación y el alcance previsto en el presente Anexo, se estime el CAPEX del mismo a dicha fecha y se indiquen, con fundamento en lo anterior, las posibles variaciones que razonablemente se puedan presentar, con el fin de que el ente territorial decida proceder con la solicitud del aval técnico al Ministerio de Transporte.

Entregables:

1. Resumen ejecutivo del estado de avance de Estudios y Diseños de Factibilidad que incluye los siguientes puntos.

- Antecedentes
- Levantamiento de línea base del proyecto

- Definición de criterios y parámetros de diseño
- Estimación de costos de inversión iniciales (CapEx) y de Operación y mantenimiento (OpEx)
- Estado del avance del Análisis financiero
- Estado del avance del Análisis legal
- Estado del avance de la Identificación de riesgos

2. Documentos de los requisitos para cofinanciación de sistemas de transporte para dar cumplimiento a la resolución 20203040013685 del Ministerio de Transporte ("la Resolución"):

CAPITULO		RESPONSABLE	CONSIDERACIONES GENERALES
A - definición del esquema operacional y financiero	**1. Modelo de transporte (Demanda)**	CONTRATISTA	**EMB:** Entrega la última versión del modelo de transporte de la ciudad a través de SDM
	2. Modelo operacional	CONTRATISTA	**CONTRATISTA:** Elabora el modelo operacional para la línea 2 y presenta análisis y resultados de integración con otros modos **EMB:** En caso de que se requiera, entregar el modelo operacional del(los) otro(s) modo(s) de transporte, incluyendo los indicadores establecidos en la Resolución.
	3. Validación de tecnologías y tipologías vehiculares.	CONTRATISTA	**CONTRATISTA:** entregará los resultados del ET material rodante. Se aclara que no se realiza análisis multicriterio que involucre tecnologías diferentes a metro pesado, debido a las características propias del proyecto. **EMB:** En caso de requerirse, elaborará la justificación de la no aplicabilidad de la

CAPITULO		RESPONSABLE	CONSIDERACIONES GENERALES
			matriz multicriterio para la definición del material rodante.
	4. Costos de operación, administración, mantenimiento y reposición de equipos.	CONTRATISTA	**CONTRATISTA:** Elabora el OPEX inicial de la línea 2 y estima los ingresos operacionales y no operacionales y realiza los análisis de sensibilidad a variables definidas en la Resolución. **EMB:** Entrega informe del FET e identificación y sustento de fuentes de pago.
	5. Modelo de remuneración.	EMB	**CONTRATISTA:** entregará proyecciones de demanda, kilómetros, cargas máximas y transferencias por modo. Adicionalmente el OpEx inicial y esquema de remuneración de la línea 2
	6. Flujo de inversiones mensual para la infraestructura.	CONTRATISTA	**CONTRATISTA:** Elabora la primera propuesta de programa de obra.
	7. Esquemas de integración física, tarifaria, operacional con otros modos y medios de transporte.	CONTRATISTA	**CONTRATISTA:** Elabora esquema de integración física, operacional del proyecto línea 2 con otros modos de transporte. **EMB:** Entregará el esquema tarifario Al **CONTRATISTA** y el impacto en el FET
	8. Justificación de la priorización del proyecto	EMB	**CONTRATISTA**: aportará insumos que se elaboran en las fases de estudios y diseños de factibilidad y la estructuración del proyecto, según el alcance indicado en cada una de las especificaciones técnicas acordadas

CAPITULO		RESPONSABLE	CONSIDERACIONES GENERALES
			EMB: Actualizará la información del proyecto en el análisis de priorización de proyectos - visión 2035 que ha elaborado SDM
	9. Plan de implementación	EMB	**CONTRATISTA:** entregará cronograma de obra y flujo de inversiones inicial **EMB:** Realizará con SDM la descripción de fases de desmonte del TPC e implementación de recaudo
	10. Infraestructura necesaria para la operación.	**CONTRATISTA**	
B	**Definición del esquema institucional**	**EMB**	**El CONTRATISTA** entregará los insumos disponibles que se elaboren dentro la estructuración del proyecto, según el alcance indicado en cada una de las especificaciones técnicas acordadas
C	**Aplicación de medidas para controlar y mitigar la ilegalidad**	**EMB**	**EMB:** Elabora en conjunto con SDM documento sobre medidas del Distrito y del SITP. **CONTRATISTA:** Presenta análisis sobre consideraciones de diseño en estaciones
D	**Evaluación socioeconómica**	**CONTRATISTA**	**EMB:** Entrega costos y parámetros de proyectos complementarios en caso de que se presenten en conjunto

CAPITULO		RESPONSABLE	CONSIDERACIONES GENERALES
E	**Definición de estrategias de sostenibilidad, mantenimiento y actualización.**	**CONTRATISTA**	
F	**Identificación de fuentes de pago para alimentar el fondo de estabilidad tarifaria**	EMB	
G	**Análisis de viabilidad fiscal**	**CONTRATISTA** y EMB	**EMB:** Entrega fuentes distrito y análisis de viabilidad fiscal, en conjunto con SDH

Hito # 2: Entregar a EMB de forma integral los documentos requeridos para presentar ante el gobierno Nacional y obtener el aval técnico y el aval fiscal del Proyecto para acceder a la cofinanciación por parte de la Nación, en el marco de la Ley 1955 de 2019 y la Resolución 20203040013685 del Ministerio de Transporte entre el mes 9 y 12, posteriores a la firma del acta de inicio.

Fase 3 – Estudios y Diseños para la estructuración integral

Tiene por objetivo, desde el componente técnico, finalizar los estudios y diseños de todas las disciplinas del Proyecto, para posteriormente definir las especificaciones técnicas y tratamientos requeridos para la o las contrataciones que permitan su diseño de detalle, construcción y operación, según las definiciones logradas en conjunto con los compontes financieros, legales y de riesgos. Esta fase podrá desarrollarse de forma concomitante con la fase 2 y fase 4 del contrato.

Una vez culminados los estudios y diseños del Proyecto en cumplimiento de las obligaciones contractuales y el alcance previsto en el presente Anexo, EL **CONTRATISTA** certificará el valor del CAPEX del Proyecto que se utilizará como referencia para adelantar el(los) proceso(s) de selección por parte de LA EMB.

Hito # 3: Presentar los productos finales asociados a todas las especificaciones técnicas contenidas en el apéndice 1 del presente documento (a más tardar en el mes 18 contados desde el acta de inicio)

Fase 4 – Estructuración Integral

Tiene por objetivo realizar los análisis y estudios requeridos en los componentes técnicos, legales, financiero y de riesgos, que permitan valorar las condiciones del Proyecto y de esta forma estructurar de forma integral el modelo de transacción para la ejecución de este en sus fases de ingeniería de detalle; construcción de obras; fabricación y montajes de equipos de los sistemas y subsistemas, pruebas y puesta en marcha del sistema y operación y mantenimiento, así como la elaboración integral de todos los documentos requeridos para llevar acabo los procesos de selección que se determinen para los lograr el alcance del Proyecto (contrato (s) principal (es)) y de los demás contratos derivados y complementarios para la ejecución del Proyecto.

Esta fase se realizará por medio de los productos que cubren los componentes técnicos, legales financiero y de riesgos. Los alcances de cada componente para esta Fase se describen en el apéndice 1, 2 y 3.

Hito # 4: Presentar la información y el sustento necesario para elaborar el CONPES que declare la importancia estratégica del Proyecto (a más tardar el mes 11 contados a partir del acta de inicio)

Hito # 5: Entregar la propuesta de convenio de cofinanciación del Proyecto (a más tardar en el mes 15 contados a partir del acta de inicio)

Hito #6: Entregar todos los documentos requeridos para abrir el proceso de precalificación para el o los contratos principales para la ejecución del Proyecto (a más tardar en el mes 22 contados a partir del acta de inicio)

Hito # 7: Entregar todos los documentos requeridos para abrir la o las licitaciones de el o los contratos principales para la ejecución del Proyecto (a más tardar en el mes 28 contados a partir del acta de inicio)

Hito # 8: Adjudicar el o los contratos principales para la ejecución del Proyecto (a más tardar en el mes 31 contados a partir del acta de inicio)

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

ANEXO 3

PROCEDIMIENTO PARA LA REVISIÓN Y APROBACIÓN DE ENTREGABLES

Bogotá D.C., abril de 2021

Anexo 3 – Procedimiento para la revisión y aprobación de entregables

La aprobación de los entregables establecidos en el Contrato y sus anexos surtirán el siguiente procedimiento:

1. EL CONTRATISTA entregará a LA EMB los entregables en la fecha establecida en el cronograma, previa revisión de la Interventoría de los entregables técnicos en que se requiere de aquella, en el que dejará constancia de que el entregable, en su desarrollo básico y formal, cubre los aspectos incluidos en la respectiva especificación técnica o alcance según corresponda. Para los productos que no requieran interventoría, estos se entregarán con la carta remisoria de EL CONTRATISTA en la que dejará constancia de que el entregable, en su desarrollo básico y formal, cubre los aspectos incluidos en la respectiva especificación o alcance según corresponda.
2. LA EMB procederá con la revisión del respectivo entregable en cuanto a su alcance y tendrá hasta diez (10) días hábiles desde la recepción del entregable para efectuar y entregar sus observaciones a EL CONTRATISTA.
3. EL CONTRATISTA ajustará el entregable y entregará la nueva versión dentro de los siguientes quince (15) días hábiles a la recepción de las observaciones.
4. Las Partes harán su mejor esfuerzo para que el número de revisiones a su cargo no exceda de tres (3) revisiones por entregable. No obstante, las Partes reconocen que, dada la complejidad de algunos entregables, el número de revisiones puede ser superior o requerir plazos superiores; en este último evento se podrán acordar mayores plazos de revisión. A partir de la segunda revisión, los plazos se reducirán a ocho (8) días hábiles.
5. Surtido el proceso de revisión, EL CONTRATISTA remitirá cada uno de los entregables junto con su correspondiente aprobación de la Interventoría en los casos que ésta intervenga, o con la carta remisoria de EL CONTRATISTA en la que deje constancia que el entregable ha sido elaborado en cumplimiento de las especificaciones previstas en el Contrato y sus Anexos.

Para los documentos previstos en el Hito 2, las Partes evaluarán la fecha estratégica de corte con base en la cual se concluirán los documentos requeridos para presentar ante el Gobierno Nacional y obtener el aval técnico y el aval fiscal del Proyecto para acceder a la cofinanciación por parte de la Nación, en el marco de la Ley 1955 de 2019 y la Resolución 20203040013685 del Ministerio de Transporte. La fecha máxima de entrega de estos documentos completos, incluidas sus revisiones, no podrá superar el mes 12 contado a partir del acta de inicio.

Con relación al Hito 6, la fecha máxima de entrega, incluidas sus revisiones, de los documentos completos requeridos para abrir el proceso de precalificación para el o los contratos principales para la ejecución del Proyecto, no podrá superar el mes 22 contado a partir del acta de inicio.

Con el ánimo de ejecutar el proyecto con la mayor celeridad posible y agilizar la elaboración de los entregables, LA EMB y EL CONTRATISTA se obligan a realizar sesiones de trabajo de acuerdo con el Plan de Trabajo, en las que participen, además, los estructuradores y la interventoría, si aplica, en las cuales se presente y se evalúe el avance de los entregables con el fin de validar la calidad, el cumplimiento de especificaciones técnicas y la armonización multidisciplinaria de los entregables. De las sesiones se levantarán ayudas de memoria, en las que se expresen por parte de los intervinientes, las validaciones, observaciones o ajustes requeridos.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

APÉNDICE 1

COMPONENTE TÉCNICO

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 GLOSARIO 3

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ 3

2.1 ANTECEDENTES PROYECTO DE EXPANSIÓN PRIORIZADO 3

3 ALCANCE - ESTUDIOS Y DISEÑOS DE INGENIERÍA Y ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO 5

3.1 PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO. 5

3.2 FASE 2: ANÁLISIS, ESTUDIOS Y DISEÑOS DE FACTIBILIDAD (AVAL TÉCNICO Y FISCAL) 6

3.2.1 Debida diligencia 6

3.2.2 Análisis, Estudios y diseños de Factibilidad 8

3.3 FASE 3: ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA 8

3.3.1 Actividades de la Fase 10

3.3.2 Especificaciones Técnicas 15

3.3.3 Entregables de los estudios y diseños para la estructuración técnica 16

3.4 FASE 4 - ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA 16

3.4.1 Actividades a desarrollar 17

3.5 Entregables correspondientes a la Fase 4 25

4 NORMATIVIDAD 26

5 ACTIVIDADES DE COMUNICACIÓN Y COORDINACIÓN. 26

5.1 Reuniones 27

5.2 Gestión documental 28

5.3 Gestión de interfaces técnicas 28

6 CONDICIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE ENTREGABLES 29

Apéndice 1 – Componente Técnico

1 GLOSARIO

- **EMB:** Empresa Metro de Bogotá
- **ESTRUCTURADOR FINANCIERO Y DE RIESGOS:** Es la persona natural o jurídica responsable de desarrollar las actividades descritas en el Apéndice 3 Componente Financiero y de riesgos.
- **ESTRUCTURADOR LEGAL:** Es la persona natural o jurídica responsable de desarrollar las actividades descritas en el Apéndice 2 Componente Legal.
- **ESTRUCTURADOR TÉCNICO:** Es la persona natural o jurídica responsable de desarrollar las actividades descritas en el Apéndice 1 Componente Técnico.
- **PROYECTO:** Corresponde al Proyecto de Expansión Priorizado de la segunda línea del Metro de Bogotá o también denominado Línea 2 del Metro de Bogotá.
- **INTERVENTOR:** Es la persona jurídica responsable de efectuar las actividades de interventoría a los estudios y diseños y la elaboración de especificaciones técnicas, según las obligaciones estipuladas en la ley 1474 de 2011 y las demás especificadas para esta actividad en este contrato.

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ

La línea 2 del Metro de Bogotá plantea una solución de conectividad y movilidad a las localidades de Suba y Engativá con el resto de la ciudad, articulando el territorio y sus dinámicas funcionales, para así lograr un mejoramiento en la calidad de vida de aproximadamente un (1) millón de habitantes del noroccidente la ciudad.

El Proyecto es una línea independiente de 16 km, que se integra con la Primera Línea de Metro de Bogotá en la estación Calle 72, que recorre el trazado seleccionado hasta la localidad de Suba donde se ubicará el nodo de terminación de la línea en su patio correspondiente.

2.1 ANTECEDENTES PROYECTO DE EXPANSIÓN PRIORIZADO

LA EMB y **LA FDN** suscribieron el Convenio Interadministrativo 068 de 2020 cuyo objeto consistió en: *"Aunar esfuerzos técnicos, económicos y administrativos para: (i) Realizar la formulación, análisis y priorización de alternativas para la expansión del PLMB-T1, y (ii) elaborar estudios y diseños a nivel de prefactibilidad de la alternativa seleccionada para la expansión de la PLMB-T1*

y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá – Cundinamarca". Las actividades, entregables, estudios y diseños objeto del presente Convenio se desarrollaron en las siguientes fases:

a) ***"Fase 1 "Formulación de Alternativas"***
b) ***Fase 2 "Análisis de Alternativas"***
c) ***Fase 3. "Estudios y Diseños a nivel de prefactibilidad"***

Como resultado de la fase 1 del convenio se aprobó la alternativa que corresponde a una línea nueva sobre el corredor Calle 72 – Av. Ciudad de Cali como la alternativa de mejor desempeño.

La fase 2 permitió la definición del "Proyecto de Expansión Priorizado", correspondiente a la alternativa de línea independiente Calle 72 – Av. Cali – ALO en tipología subterránea, con la ubicación del patio-taller en el polígono de Fontanar del Río.

Proyecto de Expansión Priorizado



El proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, en consecuencia, se constituye en el objeto de la elaboración de los estudios y diseños de factibilidad y la estructuración integral del Proyecto, cuyos alcances técnicos detallados se establecen en este documento "Apéndice 1: Componente Técnico" y sus respectivas especificaciones técnicas.

3 ALCANCE - ESTUDIOS Y DISEÑOS DE INGENIERÍA Y ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

El alcance de este documento se desarrollará en cuatro (04) secciones: i) Plan de trabajo, cronograma y enfoque metodológico, ii) Actividades a desarrollar en la **Fase 2 – Análisis, Estudios y Diseños de Factibilidad (Aval técnico y fiscal)**, iii) Actividades a desarrollar en la **Fase 3 – Estudios y Diseños para La Estructuración Integral** y iv) Actividades a desarrollar en la **Fase 4 – Estructuración Integral**.

El Contratista realizará los estudios y diseños de factibilidad del Proyecto, los cuales deben desarrollarse en concordancia con el alcance de cada una de las Especificaciones Técnicas relacionadas en el numeral 3.3.2 del presente documento.

De igual manera, en la elaboración de la factibilidad del Proyecto, tanto en el diseño geométrico de la vía férrea como en la definición de los diferentes componentes del sistema ferroviario tales como el Centro de Control Operacional (CCO), el Patio Taller, el suministro eléctrico, el Plan Operacional Preliminar (entre otros), el Contratista debe tener en consideración la línea completa, de modo que se viabilice su futura extensión y se definan las reservas y previsiones necesarias que garanticen su desarrollo escalable en el tiempo. En este mismo sentido debe tenerse en consideración la integración de la línea con otros proyectos de la Ciudad – Región.

Asimismo, el Contratista deberá desarrollar todos los documentos necesarios para la estructuración técnica del proyecto y el proceso licitatorio del mismo, relacionadas en el numeral 3.4.1 del presente anexo técnico.

En los siguientes numerales se detallan, las actividades a desarrollar por el Contratista para cumplir con el alcance descrito.

3.1 PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO.

Presentar a LA EMB el cronograma detallado de las actividades del Contrato dentro de los diez (10) días hábiles siguientes al inicio de la Fase 2 del Anexo 2 – Especificaciones del Servicio, así como sus posteriores ajustes a que haya lugar.

3.1.1.1 Entregable 1: Plan de trabajo, cronograma y enfoque metodológico

Este entregable debe contener, como mínimo, lo siguiente:

- Plan de trabajo y cronograma detallado (en Project) que permita visualizar las actividades que se deben adelantar para lograr los productos solicitados en cada una de las fases de la Contratación, así como la identificación de la ruta crítica para la adecuada ejecución de

la misma.

El nivel de desagregación del cronograma de trabajo debe incluir las diferentes actividades requeridas para cumplir el objeto contractual, identificando las etapas de debida diligencia y los estudios y diseños a nivel de factibilidad. En cada fase se deben discretizar los diferentes entregables, incluyendo las subactividades definidas en cada una de las especificaciones técnicas, incluyendo los trabajos de campo; se deberán indicar las fechas de entregas parciales, finales, los períodos de aprobación y demás hitos o actividades claves para el desarrollo de la Contratación.

- Propuesta metodológica, por etapas, que permita identificar los recursos de personal, consecuentes con el plan de trabajo propuesto, donde se indique los procesos y/o modelos a utilizar para analizar, evaluar y obtener los resultados asociados a cada etapa.
- Plan de Gestión documental.
- Plan de Ejecución BIM (BEP), incluyendo la articulación con el Sistema de Información Geográfica.
- Esquema de gobierno del proyecto, en el cual se incluya:
    - Organigrama y conformación del equipo que realizará los estudios y diseños y la estructuración técnica hasta la adjudicación de los diferentes contratos, indicando sus cargos, niveles de dirección, roles y responsabilidades.
    - Reuniones de seguimiento y toma de decisiones
    - Plan de gestión de interfaces internas, para garantiza la integración y coordinación de los diferentes entregables a elaborar por parte del Contratista.
    - Actividades de coordinación y planificación con los estructuradores legal y financiero.

El entregable que debe proporcionar el Contratista, relacionado con las actividades es.

No.	ENTREGABLE
1	-Plan de Trabajo, cronograma y enfoque metodológico.

3.2 FASE 2: ANÁLISIS, ESTUDIOS Y DISEÑOS DE FACTIBILIDAD (AVAL TÉCNICO Y FISCAL)

3.2.1 Debida diligencia

Se deben revisar todos los estudios técnicos que se hayan realizado con anterioridad, en especial los mencionados en el numeral 5 de este documento, a fin de comprender cabalmente los diseños de ingeniería, los estudios ambientales, sociales y prediales.

En desarrollo de la Debida Diligencia el Contratista debe realizar, como mínimo, las siguientes actividades:

- Revisión y análisis de la información de las etapas previas a la elaboración de los estudios y diseños de factibilidad.
- Recolectar, revisar y analizar los estudios e información relacionada con los proyectos en ejecución o por ejecutar en el área de influencia del trazado, que tengan injerencia con el desarrollo de la línea 2.
- Recolectar, revisar y analizar la normatividad técnica nacional e internacional aplicable, tanto en materia de sistemas férreos como en aquellos componentes y disciplinas que abarcarán los estudios y diseños de factibilidad a adelantar por el Contratista, de modo que se identifiquen aquellos aspectos a considerar en los diseños.
- En general, durante este proceso, el Contratista debe revisar y analizar el nivel de desarrollo de los estudios realizados de cara a la estructuración del Proyecto para evaluar su impacto en la realización del estudio.
- El Contratista debe realizar un análisis de experiencias internacionales (benchmarking) de proyectos similares, focalizando los esfuerzos en brindar buenas prácticas y lecciones aprendidas durante los procesos de licitación, adjudicación, construcción, operación y mantenimiento de, sistemas de transporte férreo masivo de pasajeros y de infraestructuras en túneles, que puedan servir de ejemplo para el proyecto objeto de este alcance, teniendo especial cuidado con su contextualización al medio local y la identificación y mitigación de los impactos generados por causa de la ejecución. Así mismo, dentro de este análisis debe incluir una revisión de los problemas identificados en los referentes estudiados, de modo que pueda proponerse acciones para evitar su ocurrencia en el proyecto.
- Identificar todos los trámites para la obtención de permisos, autorizaciones y licencias requeridos para el desarrollo del Proyecto, los requisitos para su obtención y la entidad ante la cual se debe realizar cada trámite identificado, así como los tiempos estimados para su consecución, realizando un cronograma de trámites, permisos, autorizaciones y licencias que permita el cumplimiento de los tiempos previstos para la ejecución del proyecto.
- El Contratista debe tener en consideración los alcances y actividades mencionados en los numerales correspondientes a la “Etapa de Debida Diligencia” de cada especificación técnica relacionada en el numeral 3.3.2 del presente documento.

3.2.1.1 Entregable 2: Debida Diligencia de la Información.

El entregable que debe proporcionar el Contratista, relacionado con las actividades de Debida Diligencia, es:

NO.	ENTREGABLE
2	-Debida diligencia de la Información

3.2.2 Análisis, Estudios y diseños de Factibilidad

El Contratista debe realizar los análisis y el contenido necesario, que esté a su cargo, para la construcción de los documentos requeridos en la Resolución No. 20203040013685 29/09/2020 del Ministerio de Transporte y de acuerdo a lo establecido para la *Fase 2-Análisis, Estudios y diseños de Factibilidad (Aval Técnico + Aval Fiscal)* determinada en el A*nexo 2 Especificaciones del servicio.*

Los análisis de las distintas disciplinas técnicas del Proyecto deberán desarrollarse en el marco de cada una de las Especificaciones Técnicas relacionadas en el numeral 3.3.2 del presente documento.

3.2.2.1 Entregable 4: Informe requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte.

Este entregable debe estar acompañado de una presentación en formato Power Point.

El entregable que debe proporcionar el Contratista, debe contener lo establecido en el Tabla 1 incluida en Anexo 2- *Especificaciones del servicio* donde se indique que el responsable es el Contratista.

NO.	ENTREGABLE
4	-Resumen ejecutivo del estado de avance de estudios y diseños de factibilidad -Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte.

3.3 FASE 3: ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA

El Contratista, al desarrollar los estudios y diseños, debe tener presente lo siguiente:

- El alcance y las especificaciones técnicas responden a la definición total del Proyecto; para tal fin se debe revisar y evaluar toda la información disponible y considerarse los lineamientos establecidos en los estudios existentes, según se indicó en el alcance de la “Debida Diligencia”.
- Considerar el estado del arte en los diferentes componentes tecnológicos en los sistemas metro ferroviarios a implementar, procurando la estandarización con los subsistemas definidos para la PLMB y la compatibilidad e integración con aquellos subsistemas que se requieran para la operación integral de ambas líneas, si así se define.

- El Contratista debe acompañar permanentemente sus análisis, planteamientos básicos y soluciones de diseño, de un análisis económico, que permita evaluar su impacto en el CAPEX del proyecto. Este análisis de presupuesto a las alternativas debe discriminarse por componentes y/o actividades, con el propósito que facilite la toma de decisiones por parte de la Empresa Metro de Bogotá con el concepto del Interventor.
- Para el desarrollo del diseño, la gerencia, el manejo y/o administración, las entregas parciales y finales de la integralidad de la presente Contratación técnica, se deben utilizar herramientas bajo Metodología BIM (Building Information Modeling).
- El Contratista debe implementar, paralelamente al BIM, un Sistema de Información Geográfico (SIG), como herramienta estructuradora de datos geográficos. Toda la información geográfica y cartográfica del proyecto debe cumplir con las especificaciones técnicas del IDU.

  El SIG debe incluir toda la información geográfica necesaria, estructurada en diferentes datasets o conjunto de datos, los cuales contendrán la información específica de cada especificación técnica y sus componentes, entre las que se destacan:

  - ET-01 ESTUDIO DE DEMANDA: Para el procesamiento de información y generación de resultados.
  - ET-06 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS: A considerar en la entrega de una GeoDataBase (GDB) la cual debe de desarrollarse en una estructura funcional, cumpliendo con los lineamientos de la Infraestructura de Datos del IDU.
  - ET-10 GEOTECNIA Y PAVIMENTOS: Se debe presentar en una base de datos georreferenciada de la información de los ensayos de laboratorio y perfil estratigráfico por calzadas incluyendo la estructura del pavimento La información debe ser presentada por calzada. Para proyectos en donde la calzada está compuesta por varios carriles, el Contratista debe presentar la información por carril.
  - ET-07 - DISEÑO GEOMÉTRICOVIAL Y ET-20 DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO: Contempla el informe de diseño y archivo SIG.
  - ET-09 REDES DE SERVICIOS: Contempla la entrega de información cartográfica en formato CAD y SHP o GDB.
  - ET-05 ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL: El Contratista debe tener en cuenta el sistema Magna Sirgas origen Bogotá y las especificaciones para la presentación de cartografía, la cual debe estar acorde a los lineamientos de la SDA, por lo tanto, se recomienda revisar la compatibilidad con el Modelo de Datos Geográficos de la Resolución MADS 2182 de 2016, requerido por la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales.

  - ET-04 PREDIAL: El Contratista debe entregar la información técnica, jurídica y social en una base de datos especializada que contenga todos los predios requeridos, de modo que puedan generar información rápida y certera.
- Tanto el BIM como el SIG deben estar debidamente articulados de modo que se garantice una adecuada consolidación de la información generada en la estructuración.

3.3.1 Actividades de la Fase

El Contratista debe adelantar, como mínimo, las siguientes actividades:

- Complementar las deficiencias en la información disponible, identificadas en la "Debida Diligencia".
- Realizar los trabajos de campo necesarios con el fin de adelantar el levantamiento topográfico complementario del corredor y el estudio geofísico y geotécnico, utilizando la tecnología más reciente, así como los que requiera para adelantar el diagnóstico de afectación de redes, que sirva como base para desarrollar todas las tareas de diseño. Igualmente, el trabajo de campo y monitoreos que requiera para los estudios ambientales, sociales y los estudios de tránsito y de demanda y, en general, aquellos necesarios para el cabal desarrollo de los diferentes entregables.

  Considerando la pandemia del COVID-19, el Contratista debe presentar, para aprobación del Interventor, su protocolo de bioseguridad, avalado por su respectiva ARL, donde se indican los procedimientos, acciones y medidas a adoptar para poder adelantar, de manera segura, trabajos de campo. Igualmente deberá analizar opciones y estrategias que le permitan adelantar los trabajos de campo a pesar de eventuales restricciones que se adopten como prevención frente al COVID 19, de modo que su cronograma de trabajo no se afecte por posibles restricciones

- Realizar los diseños geométricos del sistema férreo de pasajeros y de las vías vehiculares nuevas o a reconfigurar por la implementación de este sistema. El diseño férreo debe contemplar y garantizar futuras extensiones de la línea.

- Realizar el proyecto planialtimétrico de vías y estructuras de la línea, de estaciones, patio taller y cocheras y edificaciones administrativas y operativas que apliquen, obras complementarias (incluyendo el diseño geométrico, arquitectónico y su dimensionamiento estructural), así como los métodos constructivos y los riesgos asociados en su ejecución.

- Realizar el proyecto arquitectónico y funcional, bioclimático, urbanístico, estructural, señalética, de redes e instalaciones de las estaciones, incluyendo todos los elementos electromecánicos (transporte vertical, energía, sistema de detección y extinción de incendios, voz y datos, etc.).
- Revisar y validar la localización del patio taller propuesto en el estudio de prefactibilidad técnica, considerando criterios de distancia respecto a la línea férrea del nuevo sistema para reducir al máximo recorridos en vacío, aspectos ambientales, sociales y urbanísticos, restricciones por usos del suelo o retiros obligados o servidumbres u otros que limiten su área efectiva de desarrollo, así como condiciones geotécnicas, prediales, de riesgos, de inundaciones, costos, entre otros. En caso de no encontrase viable esta localización, el Contratista debe proponer otras alternativas viables considerando y evaluando los criterios mencionados anteriormente a través de una metodología de análisis y toma de decisiones multicriterio.
- Realizar el diseño arquitectónico y funcional, bioclimático, urbanístico, estructural, de redes e instalaciones del Patio Taller Se debe ajustar la ubicación de cada uno de los mismos, así como su distribución y equipamiento, teniendo en cuenta los requerimientos iniciales de explotación de la línea, previendo el futuro incremento de la flota de trenes.
- El Contratista debe estudiar 2 alternativas para la definición del CCO: i) el uso del CCO existente de la Línea 1 y ii) un CCO independiente. En caso de que la decisión sea CCO independiente, el Contratista debe realizar el diseño arquitectónico y funcional, bioclimático, urbanístico, estructural, de redes e instalaciones del Centro de Control Operacional (CCO). Debe realizarse un análisis completo de las actuales tendencias tecnológicas de mercado con el fin de ofrecer, mediante un estudio técnico-económico, la mejor recomendación para el desarrollo del CCO.
- Realizar el inventario y diagnóstico de las redes de servicios (secas y húmedas, aéreas y/o subterráneas) en el área de influencia del corredor, que permita identificar las interferencias del Proyecto con las mismas, así como las alternativas más convenientes para su relocalización.
- Considerar para la implantación del proyecto la afectación predial, minimizando la necesidad de comprar predios y afectar inmuebles protegidos. Igualmente realizar el diagnóstico de los predios afectados y de las unidades económicas que los ocupan, así como el costo de la adquisición predial y compensaciones sociales.
- Realizar el diseño del sistema de alimentación de energía eléctrica, incluyendo las subestaciones, la red de distribución de media tensión, los elementos de tracción y servicios

auxiliares y el sistema de contacto.

- De acuerdo con las definiciones que se adopten debe diseñar a nivel de factibilidad las edificaciones por fuera de las estaciones que albergarán los equipos (subestaciones); incluyendo su diseño arquitectónico, estructural, urbanístico, redes y demás componentes de esas edificaciones.
- Realizar los estudios funcionales y diseños de los sistemas de señalización y control de trenes y de protección a los pasajeros, considerando un grado de automatización GoA 4 UTO.
- Realizar los estudios funcionales y diseños de la estructura de vía férrea con todos los elementos de la superestructura, incluyendo las obras de drenaje.
- Realizar los estudios funcionales y diseños de los sistemas de ventilación, climatización y calidad de aire en estaciones, túneles y edificios, incluyendo los sistemas de detección y control de incendios.
- Realizar los estudios funcionales y diseños de los sistemas de telecomunicaciones, tanto fijos como embarcados, (redes de transmisión de voz y datos, sistema de radiocomunicaciones de voz y datos, megafonía, telefonía, sistema de información al pasajero, CCTV, sistema de gestión de operadores, sistemas de control de acceso y alarmas, sistema de cronometría, sistema de supervisión centralizada, entre otros).
- Elaborar los planes preliminares de operación y mantenimiento. El modelo operacional debe considerar las extensiones futuras del sistema y prever las reservas y equipamiento para que las mismas sean factibles desde el punto de vista físico y operacional.
- Realizar las características técnicas y operativas para el diseño de detalle, fabricación y pruebas del material rodante principal y auxiliar.

  El Contratista debe retomar las conclusiones del estudio de Prefactibilidad, así como los apéndices técnicos establecidos para la PLMB en el Contrato de Concesión 163 de 2019, en cuanto al tipo de material rodante y, a partir de los resultados del estudio de demanda a realizar dentro de la presente Contratación, evaluar y definir las características de los trenes que mejor se adapten al proyecto; es decir, debe confirmar las características del material rodante recomendado en la etapa de prefactibilidad o proponer un ajuste en las especificaciones asociadas al desempeño requerido del mismo.

- Realizar el cálculo de los costos de operación y mantenimiento (OPEX) del sistema en todos sus componentes, y de otros posibles egresos e ingresos que pudieran surgir de la operación del Proyecto. Esta valoración debe ir directamente asociada al diseño funcional de la infraestructura, de manera que permita optimizar la operación del sistema.

- Realizar el presupuesto de ejecución del proyecto (CAPEX), cubriendo la ingeniería de detalle, el costo de la infraestructura del sistema férreo, incluyendo obras complementarias (relocalización de redes de servicio, obras de urbanismo e infraestructura vial, implementación de planes de manejo de tránsito, relocalización de líneas férreas en caso de ser necesario, etc.), instalaciones ferroviarias y no ferroviarias, material rodante y vehículos auxiliares de mantenimiento, equipos y herramientas para mantenimiento, repuestos, pruebas individuales y de conjunto, capacitación, puesta en marcha, gestión social, ambiental y SST durante construcción, licencias y permisos, adquisición de predios y reasentamientos, y demás acciones relacionadas. Para lo cual el Contratista deberá tener en cuenta los requerimientos funcionales y técnicos definidos en las distintas especificaciones técnicas.
- Realizar el presupuesto de interventoría para la etapa de elaboración de ingeniería de detalle, ejecución y operación del Proyecto.
- Estimar la demanda y hacer sensibilidades requeridas que sirvan como insumo para apoyar el diseño de la infraestructura, sistema y subsistemas, estudio de tránsito y el modelo operacional (incluyendo sus ampliaciones futuras).
- Realizar los estudios de tránsito encaminados para minimizar los impactos de la ejecución las obras para la construcción de la línea 2 del Metro de Bogotá, en concordancia con las determinaciones establecidas en los Planes de Ordenamiento Territorial y en función de la demanda de transporte actual y futura y de las vías que conforman su área de influencia directa.
- Realizar Estudios de Impacto Ambiental y Social, incluyendo en el diseño las medidas de prevención, control, compensación, mitigación o correctivas que de éstos se deriven. Se deben considerar Salvaguardias, Políticas, Estándares y Guías ambientales y sociales que establecen los organismos financiadores
- Garantizar la armonización entre el diseño y los estudios de impacto ambiental, social y predial.
- Realizar una propuesta de la gestión RAMS (Reliability, Availability, Maintenability, Safety), considerando la configuración del proyecto.
- Incluir dentro de las especificaciones técnicas del contrato de interventoría de los contratos principales, para el diseño de detalle y construcción/ fabricación de la Línea 2, la contratación de un Evaluador Independiente de la Seguridad (ISA por su sigla en inglés) que participe desde la concepción hasta la puesta en operación del proyecto y emita el certificado de operación segura del sistema de transporte.
- Realizar el programa general de obra, incluyendo la elaboración de la ingeniería de detalle, la

construcción de la infraestructura, la fabricación y montaje de los equipos e instalaciones, el material rodante, las pruebas individuales y de conjunto, capacitación y puesta en marcha. Este programa, además, debe considerar las externalidades del proyecto tales como tiempos de aprobación y permisos requeridos, ejecución simultánea con otros proyectos de los municipios involucrados.

- Elaborar el flujo de inversiones del proyecto considerando la estimación del CAPEX y el programa de obra.
- Elaborar un documento que presente la descripción de la infraestructura requerida para la implementación y operación del sistema férreo, que cubra los diferentes productos elaborados en los estudios y diseños de factibilidad, con el fin de dar cumplimiento al numeral 10 del anexo A de la Resolución N°20203040013865 de 2020 del Ministerio de Transporte.

Todos los trabajos antes citados se plasmarán en los documentos entregables definidos en las especificaciones técnicas que se relacionan en este Apéndice.

En general, de cada componente de las obras civiles, incluyendo las obras complementarias, como de los sistemas y subsistemas, el Contratista elaborará las respectivas especificaciones técnicas de la ingeniería de detalle, construcción, fabricación, montajes, pruebas, puesta en marcha y la operación y mantenimiento según corresponda.

Todo lo anterior con el fin de adoptar los ajustes que garanticen la operación eficiente del proyecto, niveles de servicios adecuados y el balance entre el Capital Expenditure - CapEx o costos de capital y el Operational Expenditure - OpEx o costos de operación, en el horizonte de evaluación del proyecto.

Asimismo, debe garantizarse que las especificaciones técnicas, en particular del material rodante y los sistemas férreos, electromecánicos, sean tecnologías abiertas, para permitir la libre competencia y el mayor número de participantes en los futuros contratos.

Deben considerarse los estándares internacionales en este tipo de proyectos, teniendo en cuenta que la Ingeniería de Detalle o Estudio Definitivo de Ingeniería lo desarrollará el futuro Contratista y, por lo tanto, estas deben responder a requerimientos funcionales enfocándose en la prestación del servicio.

3.3.2 Especificaciones Técnicas

Para la ejecución de los estudios y diseños del componente técnico, el Contratista debe cumplir con las especificaciones técnicas que se listan a continuación y las cuales hacen parte de este apéndice:

- ET-01. Estudio de demanda
- ET-02. POP
- ET-03. Movilidad
- ET-04. Predial
- ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)
- ET-06. Estudios Topográficos
- ET-07. Diseño geométrico vial
- ET-08. Urbanismo y paisajismo
- ET-09. Redes de servicios
- ET-10. Geotecnia y pavimentos
- ET-11. Estructuras
- ET-12. Señalización y control de trenes
- ET-13. Telecomunicaciones
- ET-14. RAMS
- ET-15. PMP
- ET-16. Puertas de andén
- ET-17. Material rodante
- ET-18. Alimentación eléctrica y tracción
- ET-19. Patios y Talleres
- ET-20. Diseño geométrico férreo
- ET-21. BIM
- ET-22. Superestructura de vía
- ET-23. CCO
- ET-24. Proyecto túnel
- ET-25. Estaciones y edificios
- ET-26. CapEx
- ET-27. Programa de obra y flujo de inversiones
- ET-28. OpEx
- ET-29 Beneficio costo

3.3.3 Entregables de los estudios y diseños para la estructuración técnica

Los entregables que debe proporcionar el Contratista, relacionados con las actividades de la etapa de Factibilidad Técnica, son:

No.	ENTREGABLES DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS FACTIBILIDAD
5	ET-01. Estudio de demanda ET-06. Estudios topográficos
6	ET-07 Diseño geométrico vial ET-09. Redes de servicios ET-10. Geotecnia y pavimentos ET-17. Material rodante ET-20. Diseño geométrico férreo
7	ET-02.POP ET-15.PMP
8	ET-24. Proyecto túnel
9	ET-11. Estructuras
10	ET-25. Estaciones y edificios
11	ET-08. Urbanismo y paisajismo ET-19. Patios y talleres
12	ET-03. Movilidad
13	ET-04. Predial ET-05. Estudio de impacto social y ambiental (EIAS)
14	ET-12. Señalización y control de trenes ET-13. Telecomunicaciones ET-14. RAMS ET-16. Puertas de anden ET-18. Alimentación eléctrica y tracción ET-22. Superestructura de vía ET-23. CCO
15.	ET-21. BIM
16	ET-26. CapEx ET-27. Programa de obra y flujo de inversiones ET-28. OpEx ET-29. Beneficio Costo

El Contratista debe considerar, como estrategia de trabajo y metodología aplicable a ambas fases de la Contratación, reuniones de avance de los diferentes entregables y programar presentaciones y análisis de estos avances ante la Empresa Metro de Bogotá y el Interventor.

3.4 FASE 4 - ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA

La estructuración técnica comprende la elaboración desde el ámbito técnico de todos los documentos precontractuales (prepliegos, pliegos, minuta de contrato, estudios previos, apéndices técnicos) para adelantar los procesos de selección requeridos para los contratos

principales de la ejecución, la interventoría, la auscultación y la PMO. Así mismo el acompañamiento en el proceso de contratación para la ejecución del Proyecto en sus fases de ingeniería de detalle; construcción de obras; fabricación y montajes de equipos de los sistemas y subsistemas, pruebas y puesta en marcha del sistema y operación y mantenimiento y de la PMO.

Esta estructuración técnica, conjuntamente con la legal, financiera y de riesgos conforman la estructuración integral del proyecto.

El Estructurador Técnico, al desarrollar la estructuración técnica, debe cumplir con el desarrollo del siguiente alcance:

a. El estudio y análisis de riesgos técnicos.
b. Definición del tipo y cantidad de contratos de obra y de Operación y Mantenimiento, así como de la interventoría y de auscultación.
c. Elaboración de los "*estudios previos"* requeridos de acuerdo con la normativa vigente para adelantar los procesos de contratación de los diferentes componentes del proyecto.
d. Elaboración de especificaciones técnicas o apéndices técnicos de todos los componentes técnicos del proyecto para la ejecución de las fases de ingeniería de detalle, la construcción, pruebas individuales y de conjunto, certificaciones, operación y mantenimiento.
e. Preparación del contenido técnico de los prepliegos y pliegos de condiciones para la selección de:
   - Contratista(s) de la obra civil, suministro, montajes y pruebas de equipos e instalaciones y material rodante, capacitación y puesta en marcha del sistema, así como los procedimientos de elaboración de los estudios y diseños de la ingeniería de detalle.
   - Contratista(s) de operación y mantenimiento
   - Interventoría(s)
   - Auscultación
   - PMO
f. Diseño, implementación y administración del Cuarto de Datos del proyecto, de acuerdo con las especificaciones contenidas en el ítem 3.4.1.5 del presente documento.

3.4.1 Actividades a desarrollar

A continuación, se presenta una relación general de actividades y funciones que definen el alcance del Estructurador Técnico durante la fase 4.

3.4.1.1 Plan de gestión de riesgos.

El Estructurador técnico deberá proveer los insumos necesarios para la elaboración del plan de gestión de riesgos, el cual se encuentra en elaboración por parte del Estructurador de Riesgos.

Este plan de gestión de riesgos incluirá: identificación, clasificación, análisis cualitativo (matriz de riesgos con la calificación, prioridad según su probabilidad e impacto potencial, identificación de riesgos que exijan mayor análisis), análisis cuantitativo y planificación de la respuesta a los riesgos. Estos planes de respuesta o planes de mitigación incluirán: esquema de asignación de riesgos en las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto (diseño, construcción, operación y mantenimiento), recomendando la asignación más apropiada para los actores intervinientes en el Contrato (Contratista y Contratante), definición de reservas para contingencia y reservas de gestión a considerar en el plazo y costo del proyecto, su impacto en la viabilidad financiera y determinación de los disparadores de riesgos.

3.4.1.2 Definición del modelo de transacción.

El Estructurador Técnico debe coordinar con los Estructuradores Legal, Financiero y de Riesgos, el proceso de definición del Diseño de Transacción, incluyendo el tipo y cantidad de contratos que se requieren, así como apoyar, desde el punto de vista técnico, la elaboración del modelo financiero y en el diseño de la estructura de financiación. Lo anterior suministrando la información técnica que estos procesos requieran y participando coordinadamente en la toma de decisiones.

Igualmente debe elaborar:

- El cálculo del presupuesto final de inversión, operación y mantenimiento, incluyendo las provisiones por imprevistos, reajustes y/o riesgos no predecibles.
- Conjuntamente con los estructuradores legal, financiero y de riesgos, debe realizar los análisis de sensibilidad tarifarios.

3.4.1.3 Hoja de Términos.

Participar en la elaboración de una Hoja de Términos (Term Sheet) o el modelo de contrato para cada uno de los procesos y contrataciones que se definan adelantar, de acuerdo con la transacción definida, incluyendo las de interventoría, auscultación y PMO, aportando la documentación técnica que se requiera. La hoja de términos para los contratos de obra e interventoría debe contener al menos lo siguiente:

- Generalidades y Objeto del Contrato
- Fase del contrato. Obligaciones, alcance, indicadores, etc.

- Constitución de Patrimonio Autónomo, en caso de requerirse
- Valor y plazo del contrato
- Esquema preliminar de la forma de pago
- Ecuación contractual y asignación de riesgos
- Garantías y Mecanismos de cobertura de riesgos
- Funciones y generalidades de la Interventoría
- Asuntos laborales y de seguridad industrial
- Fuerza mayor e indemnidades
- Solución de controversias
- Terminación y liquidación del contrato

3.4.1.4 Elaboración de estudios previos.

El Estructurador Técnico desarrollará las siguientes actividades:

a. Plan de Implementación del proyecto, en el que se debe identificar y proponer la conveniencia de ejecutar el proyecto en varios frentes de trabajo, de tal manera que se logre una mayor eficiencia en el proceso de construcción.
b. Identificar los interesados e intervinientes en el proyecto y elaborar el respectivo plan de gestión de interesados e intervinientes, con énfasis en aquellos que, por su influencia, poder y/o interés puedan afectar positiva o negativamente el desarrollo del o los futuros contratos. Aquellos que generen potenciales efectos negativos deben ser incluidos en el Plan de gestión de riesgos.
c. Elaborar el plan de gestión de riesgos, que incluya los actores que puedan incidir negativamente en el desarrollo del proyecto.
d. Plan de aprobaciones y permisos que se requieren de las diferentes entidades públicas y privadas de orden nacional, departamental y local. Asimismo, este plan debe formular estrategias en cuanto a la gestión interinstitucional que permita tomar las decisiones oportunamente de acuerdo con el programa de obra que se defina.
e. Identificar y proponer tecnologías y/o plataformas tecnológicas para la Gestión y Gerencia de la Información durante las etapas de Preconstrucción, Construcción, Operación y Mantenimiento, de acuerdo con los últimos estándares en la materia. Entre ellas debe darse continuidad a la aplicación del BIM en esas etapas del proyecto.
f. Proponer acciones de tipo institucional y normativo para la ejecución del proyecto, así como la organización y gestión durante su construcción y operación.
g. Incorporar a la documentación que soportará los procesos de licitación, toda la

documentación técnica que éste genere, tales como pre-pliegos y pliegos de condiciones para la selección de contratista(s) de la obra civil, suministro, montajes y pruebas de equipos e instalaciones, material rodante, capacitación y puesta en marcha del sistema, así como los procedimientos de elaboración de los estudios y diseños de la ingeniería de detalle y los documentos para el proceso de selección de la(s) Interventoría(s) de la obra y PMO.

h. Suministrar la información que se genere en el proceso de la estructuración técnica, e incorporarla al Cuarto de Datos que implementará la entidad contratante del proyecto.

3.4.1.5 Cuarto de Datos

El Estructurador Técnico diseñará, proveerá la infraestructura requerida, instalará y pondrá en marcha un centro virtual de procesamiento y almacenamiento de datos o "Cuarto de Datos", el cual contendrá toda la información documental, en medio magnético, relevante para los interesados en las licitaciones y a través de la cual se mantengan informados sobre el avance y las novedades del Proyecto.

Dentro del diseño del cuarto de datos el Estructurador Técnico debe, entre otros:

- Definir la infraestructura requerida (especificaciones técnicas hardware y software).
- Implementar las medidas de prevención para evitar la pérdida o afectación de la documentación y definir el plan de contingencia a vulnerabilidades.
- Definir el soporte administrativo requerido para ejercer control de ingresos y consultas, incluyendo su registro.
- Definir los procedimientos para la operación, funcionalidad del sistema y demás aspectos de relevancia.
- Definir e implementar la metodología para el registro de informes y reportes, control de cambios de la documentación.
- Elaborar una ficha técnica del proyecto y un directorio del contenido del cuarto de datos.
- Indicar medidas para garantizar el servicio y operatividad del cuarto de datos.
- Definir procedimientos para documentar, supervisar y controlar el contenido del cuarto de datos.
- Elaborar un manual de uso del cuarto de datos, donde describan en detalle, entre otros, todos los procedimientos que se pueden dar durante el uso del cuarto de datos.
- Elaborar un documento que describa las características de la plataforma, los parámetros de funcionamiento y el plan de manteniendo preventivo/predictivo.
- Cargar la información en el cuarto de datos, actualizando permanentemente la misma.

- Poner en marcha el cuarto de datos y administrarlo durante la vigencia del contrato de Contratación.
- Registrar todas las consultas de operatividad que se presenten con sus correspondientes respuestas.

Posteriormente, durante la fase de licitación, el Estructurador Técnico, debe:

- Administrar el cuarto de datos.
- Establecer un sistema de seguimiento a todas las inquietudes que se presenten sobre el cuarto de datos, generando reportes continuos a la entidad contratante del proyecto.
- Actualizar permanentemente la información del cuarto de datos y registros permanentes del proceso.
- Al finalizar la etapa, hacer la correspondiente entrega del cuarto de datos a la entidad contratante del proyecto, con un contenido de la información existente el cual incluya un protocolo de entrega para la administración, operación y mantenimiento de este y una capacitación de su manejo.

Toda la información guardada en el cuarto de datos debe cumplir con los lineamientos de archivo e inventario, de acuerdo con la normatividad del Archivo General de la Nación.

3.4.1.6 Procesos de selección

Este numeral tiene por objeto desarrollar la documentación técnica propia de los procesos de selección que resulten del diseño de la transacción, en el cual se incluyen, la hoja de términos, los prepliegos y pliegos de los contratos principales, interventoría, auscultación y PMO.

Acompañamiento, asesoría y apoyo a la entidad contratante, durante el proceso de presentación de ofertas y adjudicación del o los contratos principales y PMO.

3.4.1.6.1 Apéndices Técnicos

El Estructurador Técnico debe llevar a cabo, como mínimo, las siguientes actividades:

a. Elaboración y compilación indexada de la Especificaciones Técnicas para la contratación de la ingeniería de detalle; construcción de obras; fabricación y montajes de equipos de los sistemas y subsistemas, pruebas y puesta en marcha del sistema, así como los temas relacionados con las capacitaciones.
b. Definir los parámetros técnicos de operación del sistema, así como su implementación (tiempos de viaje, intervalo mínimo de operación, disponibilidad, capacidad de transporte,

regularidad, confiabilidad, eficiencia energética, niveles de servicio, seguridad, comunicación y señalización, control de pasajeros, recaudo y evasión tarifaria, atención y programas sociales a la ciudadanía, entre otros), que serán necesarios para la entidad contratante, ya sea en caso de una operación directa o en caso de optar por un contrato de concesión para la operación. Igualmente, definir los indicadores de gestión que permitan monitorear y evaluar la operación y mantenimiento del sistema.

c. Definir parámetros de desempeño e hitos de construcción, en función de un programa de obra, teniendo en cuenta la forma óptima de o las licitaciones, en armonía con los planes de desembolsos y utilizaciones que garanticen el flujo de caja debido al (los) constructor (es).
d. El Estructurador Técnico debe proponer indicadores de niveles de servicio y estándares de calidad y buen desempeño del servicio, para lo cual el Estructurador Técnico debe realizar como mínimo las siguientes actividades:
    - Establecer un programa de medición del cumplimiento de la disponibilidad de la infraestructura, los niveles de servicio y estándares de calidad y desempeño durante su fase de operación y mantenimiento, para lo cual se debe revisar la normativa colombiana sobre la materia y aplicar los lineamientos estipulados en las guías sobre niveles de servicio y estándares de calidad desarrollados por el Departamento Nacional de Planeación - DNP.
    - Diseñar los esquemas operativos y contractuales de seguimiento y control, definiendo los parámetros técnicos, operativos, financieros y legales, así como los procedimientos de monitoreo.
    - Definir y desarrollar la propuesta de indicadores para el seguimiento del proyecto contemplando los aspectos establecidos en la guía publicada por el DNP, considerando la inclusión de indicadores destinados a propender por la sostenibilidad ambiental del mismo.
    - Establecer el mecanismo de valoración del impacto de fallas de servicio y el mecanismo para el seguimiento, revisión y ajuste de los indicadores.
    - Estipular la relación de los indicadores y el esquema de fórmula de pago o remuneración (si aplica), presentando las deducciones por fallas de servicio a aplicar.
    - Proponer la justificación y el mecanismo para la revisión y ajuste a los indicadores de operación y mantenimiento en el tiempo.
e. Definir las obligaciones, lineamientos, parámetros y especificaciones técnicas de gestión Ambiental, Seguridad y Salud en el trabajo y Social necesarias para el desarrollo del proyecto, cumpliendo con la normatividad nacional vigente e internacional (que aplique) y las directrices establecidas por la banca multilateral.

f. Proponer parámetros y metas de control y desempeño que servirán para definir obligaciones del adjudicatario durante la ejecución de su contrato.
g. Proponer los parámetros de evaluación técnica para las ofertas (obra e interventoría, auscultación y PMO) que se reciban en el marco de los procesos de selección. Incluyendo como ejemplo, entre otros:
   - La experiencia general y específica de los proponentes en construcción de proyectos de la envergadura del proyecto.
   - Los perfiles para los profesionales claves de los niveles de dirección, coordinación, supervisión de obra y gestión de interfaces, que conforman el equipo técnico requerido, para el o los contratos de obra e interventoría, y PMO.
   - El equipo y maquinaria mínimo para la construcción de la obra.
   - Esquema organizacional del equipo de obra e interventoría.
   - Sistema de Información Gerencial para el seguimiento y control de las obras.
h. Elaborar los apéndices técnicos para los Términos de Referencia con los cuales se deben ejecutar los estudios y diseños de la ingeniería de detalle del Proyecto, a cargo del o las empresas contratistas, según se defina en la etapa de diseño de la transacción de la estructuración integral. Estos apéndices técnicos deben cubrir, entre otros, los procedimientos de elaboración de los diseños, presentación y revisión de los mismos, procesos de control de cambios y plazos de aprobación de los diseños por la interventoría. Estos apéndices deben ser considerados tanto para los contratos principales para la ejecución del Proyecto como para la interventoría, PMO y Auscultación.

   Se deben elaborar, de forma coordinada con el Estructurador Legal, todos los apéndices técnicos requeridos, logrando una armonización de términos y condiciones según las características y particularidades de la estructura de la transacción definida, así mismo se debe lograr una armonización con las definiciones de riesgos y financieras definidas y acordadas con los respectivos estructuradores.

i. Recomendar las acciones y los momentos adecuados para iniciar y terminar las actividades asociadas a los trámites para la obtención de licencias, permisos y autorizaciones ambientales, de construcción, y todas las aprobaciones que se requieran para ejecutar el proyecto, teniendo en cuenta los tiempos estimados de consecución de las mismas, y la planificación de la ejecución del proyecto.
j. Elaborar un índice general con toda la documentación técnica resultante del proceso de estructuración técnica del proyecto. Toda esta información indexada hará parte del Cuarto de datos y del modelo BIM del proyecto, según los lineamientos de archivo y gestión documental

que indique la entidad contratante.

k. Elaborar un resumen de la descripción técnica del proyecto, cubriendo todos los componentes del diseño que fueron elaborados durante la factibilidad técnica.

3.4.1.6.2 Prepliegos y Pliegos de condiciones

a. Preparar el contenido técnico, ambiental, social y predial requeridos para iniciar los procesos de selección que adelante la EMB en desarrollo del Proyecto; definiendo entre otros, los alcances, las especificaciones, los plazos y los demás requerimientos técnicos para los contratos que se definan. Se incluyen los contenidos técnicos para la elaboración de los estudios y diseños de la ingeniería de detalle.
b. Analizar, evaluar y proponer los perfiles del personal clave requerido para las empresas contratistas, interventoras, auscultación y PMO, así como los requisitos técnicos a ser establecidos en los documentos precontractuales (prepliegos y pliegos de condiciones).
c. Participar en la estimación y propuesta del importe de garantías a ser solicitadas a los proponentes en todos los procesos de selección.
d. Analizar y preparar las respuestas a los comentarios, sugerencias, consultas y otros, que efectúen los potenciales oferentes a los prepliegos y pliegos de condiciones de las licitaciones y preparar los ajustes a los documentos que sean necesarios (adendas), en lo referente a los aspectos técnicos.
e. Toda la documentación técnica resultante del proceso de atención de preguntas y observaciones por parte de los eventuales oferentes para la construcción del Proyecto, debe ser clasificada y registrada por parte del Estructurador Técnico, para ser incluida en el Cuarto de Datos. Asimismo, para la atención de las observaciones el Estructurador Técnico debe hacer un primer filtro a fin de identificar el responsable (Estructurador Técnico, Entidades distritales, EMB, etc.).
f. Participar y/o realizar, bajo la coordinación de la entidad contratante, reuniones para socializar los documentos contractuales necesarios para adelantar los procesos de selección, dirigidos a representantes de los organismos multilaterales, gremios del sector de infraestructura, aseguradoras, financiadores, organizaciones sociales que lo requieran, etc.
g. Prestar apoyo a la Entidad contratante en la realización de dos (2) eventos de promoción “Road Show” del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, uno nacional y otro internacional, entre las diferentes entidades relacionadas con el desarrollo del mismo y potenciales interesados.

En los Road Show se realizará la presentación y socialización del Diseño de la Transacción y el alcance, cronograma y presupuesto del proyecto. El apoyo del Estructurador Técnico se materializa en la elaboración de los documentos técnicos del proyecto necesarios para la realización de los eventos de promoción.

3.4.1.6.3 Adjudicación

El Estructurador Técnico debe apoyar a la Entidad contratante en las respuestas a las preguntas técnicas y/o requerimientos que surjan en el proceso de adjudicación del o de los contratos principales y PMO.

3.5 Entregables correspondientes a la Fase 4

Cada entregable debe incluir una descripción detallada de las actividades desarrolladas por el Estructurador Técnico, los documentos elaborados, las actividades de coordinación desarrolladas y demás aspectos relevantes.

Los entregables que debe proporcionar el Estructurador Técnico, son:

No.	ENTREGABLES
21	Elabora los insumos técnicos para el proceso de selección del PMO, que incluye como mínimo: - Hoja de Términos - Elaboración de estudios previos - Cuarto de datos - Apéndices técnicos - Prepliegos - Pliegos
22	Elabora los insumos técnicos para el proceso de selección de los Contratos principales para la ejecución del proyecto, que incluye como mínimo: - Hoja de Términos - Elaboración de estudios previos - Cuarto de datos - Apéndices técnicos - Prepliegos
23	Elabora los insumos técnicos el proceso de selección del Interventoría y Auscultación, que incluye como mínimo: - Hoja de Términos - Elaboración de estudios previos - Cuarto de datos - Apéndices técnicos - Prepliegos
24	Elabora los insumos técnicos para el proceso de selección del Contratos principales para la ejecución del proyecto, que incluye como mínimo: - Pliegos de condiciones

25	- Informe final – Adjudicación y formalización

El Estructurador Técnico debe considerar, como estrategia de trabajo y metodología, reuniones de avance de los diferentes entregables y programar reuniones de presentación y análisis de estos avances ante la EMB y el Interventor.

4 NORMATIVIDAD

Para llevar a cabo los diseños de factibilidad serán de aplicación las normas vigentes, las instrucciones y recomendaciones indicadas en el presente documento, las indicadas en cada especificación técnica, la normativa urbanística y ambiental local, la normativa colombiana que sea aplicable, las directrices vigentes sobre la ordenación y contenido de los proyectos, las instrucciones que dicte la entidad contratante cuando no existan otras sobre el tema, así como cualquier otra normativa que resulte de aplicación.

Cualquier duda/observación que se plantee acerca de las normas técnicas debe ser resuelta por la Interventoría.

En caso de no existir normativa colombiana específica sobre los componentes técnicos del Proyecto será de aplicación la normativa europea y en su defecto la americana, previa aprobación del interventor.

En cada una de las especificaciones técnicas se detallan y/o particulariza la normatividad aplicable.

5 ACTIVIDADES DE COMUNICACIÓN Y COORDINACIÓN.

Durante todo el desarrollo de la Contratación el Contratista debe implementar mecanismos de gestión y coordinación, haciendo uso de herramientas y procesos de gestión de proyecto, planes y programas de trabajo apropiados para realizar dichas tareas de acuerdo con el plan de Trabajo aprobado.

El Contratista canalizará las comunicaciones a través de un sistema de gestión de documentos de proyecto y debe poner a disposición del Contratante y del Interventor designado el mecanismo de consulta y gestión.

El Contratista será responsable de la adecuada coordinación de las actividades del proyecto que se encuentren bajo su responsabilidad, así como de facilitar la coordinación con otros proyectos que guarden relación directa o indirecta, asegurando la adecuada transmisión de los datos

necesarios para el desarrollo de dichas actividades e identificando la información que precise como resultado de los estudios citados.

5.1 Reuniones

El Contratista será responsable de la preparación de las agendas de reunión y de la distribución de invitaciones a las reuniones del proyecto que sean necesarias.

El Contratista, como responsable de la coordinación del proyecto, promoverá la realización de reuniones no planificadas con la EMB y la interventoría cuando sea necesario para los temas particulares que lo ameriten, del progreso de los trabajos o la resolución de cualquier asunto de índole técnica que afecte al Proyecto. A este efecto enviará a la entidad contratante, la propuesta de reunión, que incluirá las propuestas de agenda y de asistentes. La EMB acordará con el Contratista la fecha y lugar de reunión. Las reuniones se celebrarán de manera virtual, o de manera presencial en Bogotá.

Además de las citadas reuniones no programadas tendrán lugar, al menos, las siguientes reuniones:

a) Reunión Inicial del contrato.

Tendrá lugar dentro de los diez (10) días hábiles siguientes al inicio de la Fase 2 del Anexo 2 – Especificaciones del Servicio. Asistirán a la misma, por parte del Contratista, como mínimo los directores del proyecto solicitados en el Contrato Interadministrativo.

En la reunión inicial del contrato, el Contratista debe presentar el entregable N° 1: Plan de Trabajo, cronograma y enfoque metodológico, de la cual se deberá hacer el acta por parte del contratista.

b)Reuniones semanales de control de avance de las fases 2, 3 y 4.

Estas reuniones contarán con la participación del director designado por parte del Contratista y los diferentes especialistas, de acuerdo con la agenda de la reunión preestablecida. A la misma asistirá el Interventor y los funcionarios de la entidad Contratante.

c) Reuniones de Trabajo especificas

Estas reuniones tendrán como objetivo definir criterios, parámetros, tomar decisiones concertadas, entre otros. A estas reuniones deberán asistir los especialistas y coordinadores del Contratista, el Interventor y la entidad Contratante.

El Contratista deberá proponer en su plan de trabajo y cronograma un esquema para llevar a cabo estas reuniones, sin perjuicio de que la entidad Contratante solicite reuniones adicionales.

5.2 Gestión documental

El Contratista implementará un sistema de gestión documental que deberá cumplir con los lineamientos establecidos por la EMB y la normatividad aplicable.

Además del sistema de gestión documental, el Contratista establecerá en el Plan de ejecución BIM la forma en que se gestionará la información de los modelos BIM.

El Contratista mantendrá actualizado y a disposición del Interventor un registro de las comunicaciones del Proyecto.

Todas las comunicaciones del Contratista tendrán como destinatario al Interventor, con copia a la entidad contratante.

5.3 Gestión de interfaces técnicas

Las interfaces técnicas corresponden a todas las definiciones, parámetros de diseño, requerimientos y afectaciones entre sistemas y subsistemas, entre la infraestructura de obra civil y los sistemas y/o subsistemas, así como con el material rodante.

Debe considerar la identificación, la definición, el tratamiento y el seguimiento de la evolución de las interfaces, de forma que se indique claramente la forma en la que se integran cada una de las partes principales en las que se divide el proyecto, es decir, infraestructura, instalaciones, sistemas y material rodante.

El Contratista emitirá un documento de control de interfaces para garantizar que todos los diseños estarán coordinados y adaptados, con el fin de conseguir un proyecto global consistente en que queden reflejados los resultados de los diseños y de los estudios sociales, ambientales y prediales.

El Contratista será el responsable del proyecto de diseño técnico global, garantizando la coherencia y consistencia de todas las partes del mismo y de las especificaciones técnicas necesarias para el desarrollo de la ingeniería de detalle, construcción, operación y mantenimiento.

6 CONDICIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE ENTREGABLES

El Contratista debe entregar, de manera física, un (1) original de la versión final aprobada de cada entregable y dos (2) copias en medio digital protegido y editable. El ejemplar impreso original y un archivo digital serán enviado al Interventor, un segundo archivo digital se remitirá a la EMB. Se deben entregar tanto los archivos en formato fuente (dwg, doc, xls, o cualquiera según el programa utilizado) como en PDF.

Cada uno de los entregables debe estar acompañado de una presentación en formato Power Point, en donde se ilustre de manera resumida el contenido de cada uno.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

APÉNDICE 2

COMPONENTE LEGAL

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 ALCANCE DEL SERVICIO 3

2 DEBIDA DILIGENCIA 4

3 DISEÑO DE LA TRANSACCIÓN Y VIABILIDAD JURÍDICA DEL PROYECTO 5

4 IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE TRANSACCIÓN 7

5 ELABORACIÓN DE TODOS LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO 8

6 PROCESOS DE SELECCIÓN, FIRMA DE LOS CONTRATOS Y SUSCRIPCIÓN DE LAS ACTAS DE INICIO 11

7 PRODUCTOS DE LA CONSULTORÍA 13

8 INFORMES MENSUALES 15

Apéndice 2 – Componente Legal

1 ALCANCE DEL SERVICIO

Para cumplir con el objeto planteado se deberán desarrollar, como mínimo, las actividades que se establecen en el presente documento.

Se deberán elaborar de manera integral los estudios legales necesarios para la estructuración del Proyecto, englobando la totalidad de los aspectos jurídicos y normativos que resulten aplicables para la materialización y ejecución del mismo, incluyendo el acompañamiento necesario en la fase precontractual del proceso de selección de los contrato(s) principal(es), interventoría, PMO y auscultación, la elaboración de todos los documentos legales necesarios para la selección de los diferentes contratistas del Proyecto, así como la interventoría, y la firma y suscripción del acta de inicio de los respectivos contratos, de acuerdo con el alcance previsto en el presente documento.

De igual manera, se deberá brindar el acompañamiento legal en todo el proceso de aprobación del Proyecto en todas las instancias que se requiera, y realizar los análisis y elaborar los sustentos legales sobre cualquier tema relacionado directamente con el Proyecto. Esto incluye, pero sin limitarse, a elaborar en conjunto con la EMB el contenido legal de los documentos necesarios para el cumplimiento de los requisitos establecidos en la ley, en particular en la Resolución 20203040013685 del Ministerio de Transporte o la norma que la modifique o reemplace, documentos CONPES y demás documentos de aprobación y/o autorización a nivel nacional y distrital.

En relación con la identificación, valoración y asignación de los riesgos del Proyecto, el estructurador legal tendrá la responsabilidad de estudiar y proponer, conjuntamente con los otros estructuradores (técnico y financiero), las medidas necesarias para una adecuada identificación, valoración y asignación de estos en todos los contratos a celebrar, incluyendo las previsiones de mitigación que sean necesarias al interior de éstos y en todas sus etapas (tales como diseño, construcción, operación y/o reversión, según se defina). Para el efecto, en la fase precontractual, consolidará la matriz de riesgos junto con los documentos que la soportan y acompañará a la entidad contratante integralmente en el proceso de identificación, valoración y asignación de los mismos y en la adopción de las medidas de mitigación para los riesgos que a ésta le corresponda asumir.

Se deberá acompañar y apoyar a la EMB en las reuniones que sean necesarias ante el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Transporte, el Departamento Nacional de Planeación, la Secretaría Distrital de Hacienda, la Secretaría Distrital de Planeación o cualquier otro escenario donde se generen discusiones referentes al análisis de los riesgos del Proyecto, la valoración de los pasivos contingentes y cualquier otro asunto relacionado con el objeto del contrato. En general, este acompañamiento se hará durante todo el proceso de estructuración y

deberá participar en las diferentes reuniones en las que sea solicitada su asistencia por EL CONTRATISTA y/o EMB.

Adicionalmente, el Contratista deberá ejecutar las actividades que se requieran en el marco de la asesoría, acompañamiento, estructuración y diseño, desde la perspectiva legal, de la transacción del esquema financiero (recursos nación y distrito) que se proponga en el marco del contrato de la transacción. Para ello, se deberá trabajar de manera conjunta con los profesionales de la EMB o quien este designe y definir las responsabilidades de cada uno de los actores.

Teniendo en cuenta que la PLMB T1 se encuentra en ejecución, se requiere que se realice un análisis que permita establecer la interacción entre la concesión de la Línea 1 y el proyecto de Línea 2, haciendo énfasis en los nodos de terminación de la PLMB T1 y el punto de partida de la Línea 2 y en el Centro de Operaciones.

Dentro del alcance de la estructuración legal, se deberán desarrollar además las siguientes actividades, cuyo alcance detallado se describe más adelante:

- Debida diligencia.
- Diseño de la transacción y viabilidad jurídica del Proyecto.
- Implementación de la estructura de transacción.
- Elaboración de todos los documentos necesarios para la implementación del Proyecto.
- Proceso de selección, firma de los contratos y suscripción de las actas de inicio.

2 DEBIDA DILIGENCIA

Dentro de esta fase del trabajo de estructuración legal se deberán revisar todos los estudios que en relación con el Proyecto se hayan realizado con anterioridad, así como estudiar y analizar las condiciones de la concesión de la PLMB T1 y los estudios legales que en su oportunidad se elaboraron para la PLMB T1, y todos los pasos que se cumplieron durante la estructuración de dicho Proyecto.

Así mismo, se deben revisar los contratos de concesión y demás contratos que se encuentren sobre el corredor férreo que puedan afectar el desarrollo de la estructuración en el tramo priorizado, identificando aquellos en dónde se presente o se pueda eventualmente presentar un traslape y/o interferencias, señalando las acciones a seguir en dado caso.

Entre otras actividades en esta fase se deberá:

a) Identificar en el marco jurídico de todo orden (Nacional, Distrital o cualquier otro, e independientemente de la materia que se trate) y en todos los aspectos, incluyendo pero sin limitarse a aspectos tributarios, ambientales, sociales, prediales, presupuestales la normatividad aplicable a la estructuración de los procesos y a la celebración y ejecución

de los contratos del Proyecto, incluyendo la interventoría; así como las conclusiones y recomendaciones respecto del cumplimiento del artículo 7 de la Ley 1682 de 2013.

b) Identificar la normatividad aplicable a las obligaciones de los contratistas, así como los factores de riesgo y limitaciones para el cumplimiento de los objetos contractuales, y sus mecanismos de mitigación, incluyendo garantías, bajo la normativa vigente y las buenas prácticas del mercado.
c) Identificar y analizar todos los procesos judiciales que versen sobre el corredor o tramos del mismo. Se debe hacer una evaluación específica de cada uno de los procesos judiciales, para evaluar su impacto en la estructuración e implementación del Proyecto.
d) Realizar el análisis legal comparativo de experiencias internacionales respecto a la contratación e implementación de sistemas metroferroviarios de pasajeros de condiciones similares al proyecto de la Línea 2 del Metro de Bogotá. Este análisis deberá contener, entre otras, la identificación de ventajas y desventajas contractuales, los problemas relevantes en materia legal, regulatoria, fiscal y contractual, que se hayan presentado en contrataciones de este tipo y los mecanismos que se emplearon para evitar o mitigar estos problemas.
e) Elaborar, en conjunto con el estructurador técnico, el análisis de las necesidades de gestión predial del Proyecto.
f) Elaborar un mapa de riesgos jurídicos y judiciales asociados a la etapa de estructuración del Proyecto, así como aquellos propios de la contratación y ejecución del Proyecto, así como las garantías necesarias para la mitigación de estos riesgos.
g) Atender las solicitudes de complementación, aclaración o ajuste sugeridos por la EMB y EL CONTRATISTA.
h) Atender las reuniones solicitadas por la EMB con la participación de los responsables directos del desarrollo del objeto contractual y sus actividades específicas.
i) Efectuar el análisis de la norma urbana aplicable al Proyecto que incluya al menos los siguientes elementos: análisis de uso del suelo, tratamiento urbanístico, afectaciones ambientales, sociales, por infraestructura de servicios públicos, prediales, viales y por amenazas y riesgos.
j) Identificar las aprobaciones, trámites administrativos, licencias, permisos y/o autorizaciones requeridas para el desarrollo del Proyecto, incluyendo entre otros, aquellos asuntos relacionados con temas ambientales y sociales.

3 DISEÑO DE LA TRANSACCIÓN Y VIABILIDAD JURÍDICA DEL PROYECTO

En esta etapa de la estructuración legal se deben plantear, en conjunto con el estructurador técnico y financiero, alternativas de estructuras de transacción para el desarrollo del Proyecto constructivo y de operación (obra pública, APP, concesión, entre otros). Se deberá hacer una evaluación y emitir recomendaciones de las ventajas y desventajas jurídicas de las estructuras de transacción propuestas, considerando el contexto local y regional sobre el cual se desarrolle el

Proyecto para el tramo priorizado. Para tal fin se deberán, como mínimo, realizar las siguientes actividades:

a) Identificar y analizar, en conjunto con el estructurador técnico y financiero, alternativas de estructuras de transacción para la ejecución del Proyecto, justificando y soportando las ventajas y desventajas de cada estructura propuesta.
b) Proponer y definir, en conjunto con el estructurador financiero y técnico, una matriz multicriterio que permita evaluar cada una de las alternativas de estructura de transacción propuestas.
c) Emitir concepto sobre la viabilidad jurídica de cada una de las posibles fuentes de pago para la construcción, operación y mantenimiento de infraestructura y adquisición, mantenimiento y operación de material rodante del corredor férreo objeto de la estructuración.
d) Elaborar en detalle, de manera conjunta con el estructurador técnico y financiero, el esquema de la alternativa seleccionada. En ella se deben describir las relaciones contractuales, operacionales y de flujo de recursos entre los involucrados y las obligaciones que asumirá cada uno de los actores.
e) Diseñar una hoja de ruta fiscal, presupuestal y hacendística para la consecución y apropiación de los recursos de orden nacional y distrital que se requieran para el desarrollo del Proyecto bajo la alternativa de la estructura de transacción seleccionada.
f) Diseñar una hoja de ruta para la tramitación y obtención de licencias, autorizaciones y permisos que se requieran para el desarrollo del Proyecto.
g) Elaborar los documentos requeridos para viabilizar el Proyecto que deban ser presentados ante las diferentes entidades del orden nacional o distrital o multilateral.
h) Elaborar los documentos para los eventuales convenios, acuerdos, actos administrativos, conceptos, documentos CONPES, CONFIS, respuestas a derechos de petición, solicitudes, entre otros, que se requieran para que la EMB pueda adelantar los procesos de selección para la ejecución del Proyecto, en lo relacionado con la transacción del esquema financiero (recursos nación y distrito) que se proponga en el marco del contrato de la transacción.
i) Formular, en conjunto con el estructurador técnico, recomendaciones sobre las estrategias y acciones a implementar para garantizar la disponibilidad de los predios necesarios para la ejecución del Proyecto.
j) Definir, en conjunto con los estructuradores técnico y financiero, las condiciones legales, técnicas y financieras que deberían cumplir los oferentes en los procesos de selección de los contratos principales que se deba realizar para la contratación de las diferentes actividades del Proyecto en las diferentes estructuras de transacción que se propongan, así como la evaluación de los posibles contratistas que estarían en capacidad de cumplir dichas condiciones.

k) Analizar, en conjunto con los estructuradores financieros, las condiciones del mercado para este tipo de proyectos (seguros, fiduciario y bancario, entre otros) y recomendar la mejor estrategia o planteamiento para la consecución de garantías. El análisis de condiciones de mercado debe incluir los montos a asegurar y cotizaciones de las primas. Se considera necesario que se verifique y asegure que el Proyecto cumpla con los requisitos exigidos por las agencias internacionales como OPIC y MIGA.
l) Desarrollar, en conjunto con los estructuradores financieros, el análisis contable, arancelario y tributario de cada una de las alternativas planteadas en el diseño de estructura de transacción tanto para las entidades públicas como los actores privados involucrados. En este análisis deberá incluir la evaluación de los impactos que para el Proyecto y sus diferentes actores puedan tener variaciones en los principales tributos y aranceles que resulten aplicables, así como en los aspectos contables particulares.
m) Elaborar un concepto, con su respectiva justificación, de las condiciones jurídicas óptimas para adelantar los procesos contractuales requeridos y consistentes con las condiciones financieras y técnicas definidas en el proceso de estructuración.
n) Efectuar otros análisis complementarios que resulten necesarios para evaluar la viabilidad jurídica del Proyecto.
o) Evaluar jurídicamente la obligatoriedad y conveniencia de la aplicación de esquemas de fiducia para la administración de los recursos del Proyecto.
p) Atender las solicitudes de complementación, aclaración o ajuste sugeridos por la EMB.
q) Atender las reuniones solicitadas por la EMB con la participación de los responsables directos del desarrollo del objeto contractual y sus actividades específicas.
r) Emitir una recomendación sobre la viabilidad jurídica del Proyecto y sobre las fuentes y condiciones que se propongan para su financiación y ejecución.

4 IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE TRANSACCIÓN

El estructurador legal, en coordinación con los estructuradores técnico y financiero, con la EMB, deberá apoyar la implementación de la estructura de transacción definida lo cual incluye, y sin limitarse a ellos, los siguientes aspectos:

- Acompañar a la EMB en los procesos de discusión, concertación y aprobación requeridos ante las entidades del Gobierno Nacional y/o distritales en caso de que apliquen.
- Acompañar y asesorar a la EMB en el proceso de aprobación de los recursos del presupuesto nacional y del Distrito que se decida destinar a la cofinanciación del Proyecto, así como en la elaboración de documentos CONPES y sus anexos y en la negociación y suscripción del respectivo Convenio de Cofinanciación.
- Elaborar y/o ajustar los documentos de soporte que sean necesarios para surtir los procesos de aprobación ante las entidades nacionales y/o distritales, tales como CONPES, convenio de cofinanciación, documentos de presentación a CONFIS nacional y distrital,

entre otros, y emitir los conceptos legales que sean requeridos para adelantar tales procesos.

- Elaborar la de Hoja de Términos o Term Sheet con la descripción preliminar del Proyecto.
- Acompañar y apoyar la realización de dos (2) eventos de promoción "Road Show" del Proyecto, uno nacional y otro internacional. En el Road Show se realizará la presentación y socialización del diseño de la Estructura de la Transacción y el alcance, cronograma y presupuesto del Proyecto. Los resultados de los eventos se verán reflejados en un documento de memoria elaborado conjuntamente por los estructuradores legales, financieros y técnicos.
- Atender las solicitudes de complementación, aclaración o ajuste sugeridos por la EMB.
- Atender las reuniones solicitadas por la EMB con la participación de los responsables directos del desarrollo del objeto contractual y sus actividades específicas.

5 ELABORACIÓN DE TODOS LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

El estructurador legal elaborará los estudios, análisis legales y todos los documentos necesarios para llevar a cabo los diferentes procesos de selección y contratación de los diferentes contratos que se decida celebrar para implementar el Proyecto. Los documentos precontractuales a desarrollar se refieren a los contratos(s) principal(es), interventoría, PMO y auscultación. Entre otras actividades, deberá:

a) Definir y presentar un modelo de negocio que permita implementar la transacción definida a través de cada uno de los análisis y estudios efectuados.
b) Elaborar un plan para la ejecución del Proyecto teniendo en cuenta los instrumentos contractuales, decisiones administrativas que se identifiquen y etapas que deban desarrollarse de conformidad con las leyes colombianas.
c) Establecer un cronograma estimado que permita adelantar las actividades que se requieran para ejecutar el Proyecto, desde el proceso de selección de los contratistas hasta la ejecución del mismo.
d) Coordinar, con los estructuradores técnico y financiero del Proyecto, los insumos necesarios para la elaboración de los estudios previos, estudios del sector, pliegos de condiciones, minutas de contratos, anexos técnicos y matrices de riesgos, y elaborar todos los demás documentos previos necesarios en la fase precontractual de acuerdo a la normatividad aplicable al proceso de selección.
e) Verificar los lineamientos proferidos por las autoridades acerca del contenido y alcance de los estudios previos, estudios del sector, pliegos de condiciones, minutas de contratos, anexos técnicos y matrices de riesgos dentro de los procesos de contratación pública.

f) Elaborar un documento, coordinado con las otras instancias de la estructuración del Proyecto, en el que consten los estudios previos, de conformidad con las normas aplicables a la contratación con recursos públicos.
g) Elaborar los documentos correspondientes a estudios y análisis legales que requiera el Proyecto, que cumplan con los requerimientos de todo tipo para que puedan ser utilizados como "estudios y documentos previos" para la realización de los procedimientos precontractuales y contractuales a que haya lugar, incluyendo la interventoría.
h) Elaborar y presentar el esquema jurídico del Proyecto, el cual contendrá, como mínimo: justificación, diagnóstico de la situación jurídica de la entidad encargada del proceso de selección, objetivos generales y específicos de cada fase y actividades necesarias para su logro, identificación de los responsables de las actividades, metodología y fase de implementación, riesgos de la implementación
i) Elaborar todos los documentos necesarios para adelantar los procesos de selección requeridos para el Proyecto, incluida la interventoría, PMO y auscultación. Para ello deberá realizar, entre otras, pero sin limitarse a ellas, las siguientes tareas:
    - Identificar los requisitos legales aplicables para la elaboración de los proyectos de pliego de condiciones para el o los contratos de acuerdo con la estructura del Proyecto (contrato(s) principal(es), interventoría, PMO y auscultación).Asesorar y brindar el apoyo legal en todos los aspectos jurídicos relevantes para la estructuración integral del Proyecto, incluyendo el seguimiento de los cambios normativos a nivel nacional y actualizaciones técnicas a nivel internacional que haya lugar hasta la fecha de presentación de las propuestas.
    - Definir, en conjunto con los estructuradores técnico y financiero, los requerimientos legales, técnicos y financieros que serán solicitados a los oferentes en los procesos de selección que se deba realizar para la contratación de las diferentes actividades del Proyecto. En la definición de estos requerimientos se deberá realizar una evaluación de los posibles contratistas que estarían en capacidad de cumplir dichas condiciones.
    - Coordinar con otras instancias del Proyecto, así como con la institucionalidad encargada del Proyecto, los componentes que se estimen necesarios para incluirlos en los proyectos de pliegos de condiciones para los diferentes contratos del Proyecto.
    - Elaborar los proyectos de pliegos de condiciones y sus anexos y formatos, para el o los contratos de acuerdo con la estructura del Proyecto e interventoría, de conformidad con las normas aplicables a la contratación y los requerimientos esbozados por las autoridades involucradas.
    - Estimar y proponer el importe de garantías a ser solicitadas a los proponentes en todos los procesos de selección, determinando los montos y características de las garantías, con el respectivo sustento y sus responsabilidades.

j) Elaborar las minutas de los diferentes contratos del Proyecto, incluyendo, entre otras cosas:
   - Generalidades y objeto del contrato
   - Fase del contrato.
   - Obligaciones, alcance, indicadores, etc.
   - Esquemas de retribución a los contratistas
   - Mecanismos de financiación que se podrán implementar (cuando corresponda)
   - Constitución de Patrimonio Autónomo (en caso de requerirse)
   - Valor del contrato
   - Comisión de éxito, cuantía, forma de pago, requisitos entre otros (si aplica)
   - Ecuación contractual y asignación de riesgos
   - Garantías y mecanismos de cobertura de riesgos
   - Funciones y generalidades de la interventoría
   - Mecanismos de apremio y sanciones
   - Asuntos laborales y de seguridad industrial
   - Fuerza mayor e indemnidades
   - Solución de controversias
   - Conflictos de Interés
   - Terminación y liquidación del contrato

   Se deberán prever incentivos que alineen la rentabilidad del concesionario con el fomento al crecimiento del uso del transporte público de pasajeros en general.

k) Preparar, en conjunto con los estructuradores técnico y financiero, los apéndices y anexos técnicos de los contratos del Proyecto, incluyendo la interventoría, PMO y auscultación, para garantizar su coherencia, integralidad y armonía con los demás documentos del Proyecto. Las especificaciones técnicas deben incluir las especificaciones técnicas de los parámetros de desempeño, las metas esperadas en las distintas fases de construcción y operación del Proyecto, descripción de tipos de servicios y actividades a ser ejecutadas, especificaciones e indicadores de evaluación de los patrones requeridos relacionados con la calidad de los servicios y productos en cada etapa.
l) Elaborar, de manera coordinada con los estructuradores técnico y financiero, las matrices de estimación, tipificación y asignación de riesgos (ley 448 del 1998 y las metodologías publicadas por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público), con los mecanismos de mitigación de contingencias y de solución de los inconvenientes que pudieran presentarse durante la ejecución del Proyecto. Adicionalmente, en conjunto con los estructuradores técnico y financiero, se deberán identificar y valorar las obligaciones contingentes y los montos que deben apropiarse en el Fondo de Contingencias para este fin. Igualmente, para los contratos de interventoría y todos los contratos que se definan según la estructura de transacción.

m) Acompañar y asesorar a la EMB en el proceso de aprobación de la valoración de las obligaciones contingentes y el del plan de aportes al Fondo de Contingencias.
n) Definir los elementos y requerimientos que serán solicitados a los posibles contratistas para presentar ofertas para las diferentes actividades del Proyecto, incluyendo la coordinación con el equipo técnico de la preparación de las secciones técnicas de los alcances de los procesos de selección del(los) contratista(s) y la interventoría.
o) Definir los agentes involucrados en el proceso, sus interrelaciones, el rol que desempeñarán y las funciones que tendrán durante el desarrollo del Proyecto.
p) Realizar los análisis requeridos para la entrega de la infraestructura al ente gestor o de la entidad designada una vez culminada la construcción de la obra.
q) Proponer y desarrollar la inclusión en los pliegos licitatorios y minuta del contrato de los esquemas de garantías y compensaciones necesarios.
r) Presentar a la EMB los documentos precontractuales necesarios para adelantar los procesos de selección requeridos y definidos, con el fin de que sean revisados, analizados y obtengan su visto bueno antes de ser publicados.
s) Atender las solicitudes de complementación, aclaración o ajuste sugeridos por la EMB.
t) Atender las reuniones solicitadas por la EMB con la participación de los responsables directos del desarrollo del objeto contractual y sus actividades específicas.

6 PROCESOS DE SELECCIÓN, FIRMA DE LOS CONTRATOS Y SUSCRIPCIÓN DE LAS ACTAS DE INICIO

Como parte de esta actividad, se deberá brindar el acompañamiento en el(los) proceso(s) de selección a la EMB, que incluye la revisión de las preguntas y elaboración de las respuestas durante los procesos de selección de los diferentes contratistas, el diseño y la redacción de las modificaciones a los documentos de los procesos de selección y las minutas de contratos, anexos técnicos y demás documentos del Proyecto, hasta la suscripción de los contratos y de sus actas de inicio. Los procesos de selección que se incluyen en el presente numeral del contrato se refieren exclusivamente a el (los) contrato(s) principal(es) y del PMO.

a) Estudiar con detenimiento las observaciones que presenten los interesados a los proyectos de pliegos de condiciones para el o los contratos principales de acuerdo con la estructura del Proyecto, y PMO.
b) Coordinar y elaborar, de manera coordinada con el estructurador técnico y financiero y con los involucrados en el Proyecto las respuestas a las observaciones presentadas a los proyectos de pliegos de condiciones para el o los contratos de acuerdo con la estructura del proyecto y el PMO.
c) Proyectar y elaborar las respuestas a las inquietudes y requerimientos en relación con el alcance y comprensión de los documentos producto de la estructuración.

d) Elaborar, de manera coordinada con el estructurador técnico y financiero, los pliegos de condiciones definitivos de conformidad con las conclusiones a las que se hayan llegado en la etapa de prepliegos.
e) Acompañar y elaborar presentaciones y documentos necesarios para no objeciones (si aplica), así como para los trámites internos de la EMB, incluido el Comité de Contratación en EMB.
f) Acompañar a las instancias institucionales involucradas durante las audiencias de aclaración de pliegos y de asignación definitiva de riesgos y, en general, en todo tipo de reuniones que se lleven a cabo en relación con los procesos de selección requeridos para la ejecución del Proyecto.
g) Participar en las rondas de preguntas, proyectar y elaborar las respuestas a las inquietudes y requerimientos en relación con el alcance y comprensión de los documentos técnicos producto de su consultoría, incluyendo la estructuración técnica.
h) Asesorar y elaborar las modificaciones que se estimen necesarias a los pliegos de condiciones.
i) Presentar a la EMB los documentos precontractuales (pliegos definitivos de condiciones, adendas) y contractuales necesarios para adelantar los procesos de selección requeridos y definidos, con el fin de que sean revisados, analizados y obtengan su visto bueno antes de ser publicados.
j) Presentar a la EMB los documentos precontractuales (pliegos definitivos de condiciones, adendas, respuestas a observaciones, etc.) y contractuales necesarios para adelantar los procesos de selección requeridos.
k) Asesorar y acompañar a la entidad contratante en todo aquello que requiera para la correcta comprensión de los documentos producto de la estructuración jurídica, de manera que puedan ser correctamente empleados en los procesos de selección que requiera el Proyecto.
l) Asesorar y acompañar a la entidad contratante en todo aquello que requiera para la suscripción de los diferentes contratos del Proyecto.
m) Asesorar y acompañar a la entidad contratante en todo aquello que requiera para la verificación de los requisitos establecidos en la ley y en los contratos para la suscripción de las actas de inicio de los diferentes contratos del Proyecto.
n) Atender las solicitudes de complementación, aclaración o ajuste sugeridos por la EMB.
o) Atender las reuniones solicitadas por la EMB con la participación de los responsables directos del desarrollo del objeto contractual y sus actividades específicas.
p) Suministrar oportunamente la información y/o apoyar a LA EMB en las respuesta a entes de control, control político e interesados (ciudadanos), entre otros.

7 PRODUCTOS DE LA CONSULTORÍA

El estructurador legal deberá entregar de manera física un original y una copia de cada uno de los entregables indicados a continuación, y una copia en medio magnético protegido y editable.

Cada uno de los entregables deberá ser acompañado de una presentación en formato Power Point, en donde se ilustre de manera resumida el contenido de cada informe.

Los entregables que deberá proporcionar el estructurador legal en cumplimiento del alcance del contrato, son:

- **ENTREGABLE N° 1: PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA**

El estructurador legal presentará a la EMB, dentro de los diez (10) días hábiles siguientes a la firma del Acta de Inicio, un plan de trabajo y cronograma, con los cuales planificará sus actividades, recursos y equipos, acorde con el objeto y alcances indicados en el presente anexo.

El plan de trabajo y el cronograma mencionados deberán identificar expresamente las actividades y tareas a desarrollar, su distribución en el tiempo, los plazos y las fechas de inicio y finalización de cada una de ellas.

Ambos documentos deberán estar debidamente coordinados e incluirán, al menos, los siguientes aspectos:

- Descripción del desarrollo de las actividades y sus tareas asociadas.
- Metodología para la recopilación, inventario y análisis de la información existente.
- Logros y objetivos a alcanzar.
- Actividades de coordinación con los estructuradores técnico y financiero, la EMB y demás empresas y entidades involucradas en el proceso de Estructuración Integral del tramo priorizado.
- Gestión de comunicaciones, elaboración de informes, entregables, presentaciones, documentos, etc.
- Registro mensual desagregado de los profesionales a participar y su dedicación,
- Establecer un procedimiento para la administración de conflictos de intereses que puedan presentar los miembros del equipo.
- Recursos logísticos disponibles para el desarrollo de la consultoría.
- Medios de contacto.
- Listado de contactos (nombre, teléfono, correo electrónico) de los profesionales que participarán en la consultoría.
- Estructura organizacional, con la asignación de roles y responsabilidades.
- Identificación de fechas de presentación de cada uno de los entregables e identificación de hitos relevantes para el desarrollo de la consultoría.

- Cronograma detallado en formato Project y/o Excel, en el cual se defina la ruta crítica de los trabajos, hitos de control, y sus responsables.

- **ENTREGABLE N° 2: DEBIDA DILIGENCIA.**

El estructurador legal entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas a cabo en esta etapa, al igual que los documentos elaborados dentro del grupo de actividades denominado “2. DEBIDA DILIGENCIA”.

- **ENTREGABLE N° 3: DISEÑO DE LA TRANSACCIÓN Y VIABILIDAD JURÍDICA DEL PROYECTO**.

Este entregable corresponde al grupo de actividades denominado “3. DISEÑO DE LA TRANSACCIÓN Y VIABILIDAD JURÍDICA DEL PROYECTO”.

El estructurador legal entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas a cabo en esta etapa y todos los análisis y documentos efectuados en el ámbito legal para la justificación del modelo de transacción adoptado para la ejecución del Proyecto, que serán la base para construir los estudios previos de acuerdo a la normativa aplicable, para la actualización y justificación de la transacción, el tipo y cantidad de contratos definidos.

- **ENTREGABLE N° 4: IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE TRANSACCIÓN**

El estructurador legal entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas conforme a los detallados del numeral 4. de este anexo.

- **ENTREGABLE N° 5: ELABORACIÓN DE TODOS LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO (CONTRATOS PRINCIPALES)**

Este entregable corresponde al grupo de actividades y documentos denominado “ELABORACIÓN DE TODOS LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO” (Contratos Principales) del numeral 5 de este documento.

- **ENTREGABLE N° 6: ELABORACIÓN DE TODOS LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO (CONTRATO DE INTERVENTORÍA Y AUSCULTACIÓN)**

Este entregable corresponde al grupo de actividades y documentos denominado “ELABORACIÓN DE TODOS LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO” (CONTRATO DE INTERVENTORÍA Y AUSCULTACIÓN) del numeral 5 de este documento.

- **ENTREGABLE N° 7: ELABORACIÓN DE TODOS LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO (CONTRATO DE PMO)**

Este entregable corresponde al grupo de actividades y documentos denominado “ELABORACIÓN DE TODOS LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO” (Contrato de PMO) del numeral 5 de este documento.

- **ENTREGABLE N° 8: PROCESOS DE SELECCIÓN, FIRMA DE LOS CONTRATOS Y SUSCRIPCIÓN DE LAS ACTAS DE INICIO (CONTRATOS PRINCIPALES)**

Este entregable corresponde al grupo de actividades y documentos denominado "PROCESOS DE SELECCIÓN, FIRMA DE LOS CONTRATOS Y SUSCRIPCIÓN DE LAS ACTAS DE INICIO" (Contratos Principales) del numeral 6 de este documento.

- **ENTREGABLE N° 9: PROCESOS DE SELECCIÓN, FIRMA DE LOS CONTRATOS Y SUSCRIPCIÓN DE LAS ACTAS DE INICIO (CONTRATO DE PMO)**

Este entregable corresponde al grupo de actividades denominado "PROCESOS DE SELECCIÓN, FIRMA DE LOS CONTRATOS Y SUSCRIPCIÓN DE LAS ACTAS DE INICIO " (Contratos de PMO) del numeral 6 de este documento.

- **ENTREGABLE N° 10: INFORME FINAL**

El Estructurador Legal elaborará un informe final o de cierre, dentro del cual se incluirá: informe ejecutivo y resumen del trabajo, descripción de la totalidad de actividades desarrolladas, las metas y objetivos alcanzados, el estado final de los entregables, los recursos utilizados, el balance económico financiero y cumplimiento de plazo final del contrato de consultoría, un registro documental completo, relación de cambios a los términos del contrato inicial (si las hubo), relación final de pagos de seguridad social y SISO, recomendaciones y conclusiones finales, anexos.

El informe ejecutivo y resumen del trabajo se presentará en formato Power Point para su presentación formal (".ppt" o ".pptx"). Esta presentación será revisada por la EMB y la Comité Técnico. Luego de su aprobación, el Estructurador deberá presentarlo a las entidades departamentales o distritales que se lo soliciten, previa autorización de la EMB.

Se entiende que los documentos que se adjunten a los diferentes entregables incluyen, entre otros, los siguientes: actas de reuniones, proyectos de convenios interadministrativos, proyectos de ley y documentos CONPES en caso de requerirse, estudios previos, matriz de riesgos, proyecto de pliego de condiciones, pliego de condiciones, minuta del contrato, anexos y apéndices.

8 INFORMES MENSUALES

El estructurador legal presentará informes mensuales, en los cuales incluirá:

- Resumen ejecutivo.
- Breve descripción de los datos básicos del contrato y sus modificaciones, cuando se suscriban.
- Descripción de las actividades desarrolladas y estado de los entregables.

- Relación de recursos utilizados y su organigrama.
- Registro documental: actas, documentos, correspondencia enviada y recibidas en el período, etc.
- Balance económico del contrato: relación de facturas presentadas en el período y su acumulado, saldo por ejecutar.
- Estado de avance del programa de trabajo.
- Relación de pagos de seguridad social, informe SISO con sus novedades.
- Recomendaciones y conclusiones.
- Anexos

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

APÉNDICE 3

COMPONENTE FINANCIERO

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETIVO 3

2 ALCANCE DE LA ESTRUCTURACIÓN FINANCIERA 3

3 DEBIDA DILIGENCIA 4

4 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DEL DISEÑO DE LA TRANSACCIÓN DEL PROYECTO 6

5 IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE TRANSACCIÓN 7

6 MODELO FINANCIERO 8

7 PROYECCIONES FINANCIERAS Y EVALUACIÓN DE ESCENARIOS 10

8 ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO 11

9 ACTUALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA 12

10 ELABORACIÓN DE LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA CONTRATACIÓN DEL PROYECTO 13

11 PROCESOS DE SELECCIÓN, FIRMA DE LOS CONTRATOS Y SUSCRIPCIÓN DE LAS ACTAS DE INICIO 14

12 PRODUCTOS DEL CONTRATO 15

13 INFORMES MENSUALES 18

Apéndice 3 – Componente Financiero

1 OBJETIVO

El objeto de la estructuración financiera del Proyecto es definir las condiciones financieras para su implementación, incluyendo la selección de la estructura de transacción más apropiada para el mismo, de tal manera que se garantice su viabilidad financiera y la oportuna disponibilidad de los recursos necesarios para su ejecución.

2 ALCANCE DE LA ESTRUCTURACIÓN FINANCIERA

Para cumplir con el objeto planteado, el estructurador financiero deberá desarrollar, a satisfacción de LA EMB, como mínimo, las actividades que se describen a continuación:

Elaborar de manera integral los estudios financieros para la estructuración del Proyecto, que sean necesarios para la ejecución del mismo, englobando la totalidad de los aspectos necesarios que resulten aplicables para su materialización, incluyendo:

- Elaborar los estudios, proyecciones y análisis de carácter financiero que se requieran para la estructuración del Proyecto y de los contratos que se decida suscribir para su implementación, así como su interventoría.
- Proponer, analizar y evaluar financieramente diferentes estructuras de transacción para la implementación del Proyecto, y emitir recomendaciones respecto de aquella que mejor se ajuste al contexto de la Línea 2 del Metro de Bogotá.
- Brindar asesoría y acompañamiento a las autoridades locales en la identificación, cuantificación y aprobación de las fuentes de recursos públicos que aportarían para el Proyecto y en la negociación de los términos para su cofinanciación por parte del gobierno nacional.
- El apoyo y acompañamiento en la implementación de la estructura de transacción definida para el Proyecto, incluyendo la realización de eventos de presentación, socialización y promoción del mismo.
- La elaboración de uno o varios modelos financieros que permita(n) simular diferentes escenarios, a fin de definir las condiciones financieras de la contratación e implementación del Proyecto.
- La elaboración de análisis de la viabilidad financiera del Proyecto, en su totalidad y para cada una de sus fases de ejecución, basado en el modelo financiero propuesto.
- La elaboración de todos los documentos de contenido financiero necesarios para llevar a cabo los procesos de selección de los contratistas y de la interventoría, así como para la suscripción e inicio de ejecución de los respectivos contratos.

- El acompañamiento financiero en todo el proceso de aprobación del Proyecto en todas las instancias que se requieran, y
- Realizar los análisis y elaborar los sustentos financieros que se requieran sobre cualquier tema relacionado con el Proyecto.

En relación con la identificación, valoración y asignación de riesgos, el estructurador financiero tendrá la responsabilidad de estudiar y proponer, en conjunto con los estructuradores técnico, legal y de riesgos, las medidas necesarias para una adecuada valoración y asignación de éstos en todos los contratos a celebrar, incluyendo las previsiones de mitigación que sean necesarias.

El Contratista deberá acompañar y apoyar a la EMB en las reuniones que sean necesarias ante el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, el Departamento Nacional de Planeación, la Secretaría Distrital de Hacienda o cualquier otro escenario donde se generen discusiones referentes al análisis de riesgos y valoración de pasivos contingentes, y en general de cualquier tema que se relacione con la estructuración financiera del Proyecto. Esto incluye elaborar, en conjunto con la EMB, el contenido financiero y económico de los documentos necesarios para el cumplimiento de los requisitos establecidos en la resolución 20203040013685 del Ministerio de Transporte.

En general este acompañamiento se hará durante todo el proceso de estructuración del Proyecto, y deberá participar en las diferentes reuniones que le sea solicitada su asistencia por la EMB.

Dentro del alcance de la estructuración financiera, el Contratista deberá desarrollar además las siguientes actividades, cuyo alcance detallado se describe más adelante:

- Debida diligencia
- Identificación y análisis de alternativas del diseño de la transacción del Proyecto
- Implementación de la estructura de transacción
- Elaboración del modelo financiero
- Proyecciones financieras y evaluación de escenarios
- Análisis de la viabilidad financiera del Proyecto
- Identificación, valoración y asignación de riesgos
- Evaluación socio económica del Proyecto
- Elaboración de los documentos necesarios para la contratación del Proyecto
- Proceso de selección, firma de los contratos y suscripción de las actas de inicio

3 DEBIDA DILIGENCIA

El estructurador financiero deberá recopilar y analizar todos los estudios de carácter técnico, financiero, legal y de riesgos que se hayan realizado en relación con el Proyecto, a fin de articular todo el conocimiento en la estructuración financiera del mismo. En adición, se deberán estudiar las condiciones de la Primera Línea del Metro de Bogotá, la cual se encuentra concesionada por la EMB, y todos los pasos que se cumplieron durante la estructuración de dicho proyecto.

Así mismo, en esta fase del trabajo el estructurador financiero deberá realizar, como mínimo, las siguientes actividades:

- Recopilar y analizar la documentación relacionada con la situación fiscal del Distrito de Bogotá, a fin de conocer a profundidad la disponibilidad de espacios fiscales que permitan convertirse en fuentes de pago y posibles estructuras de financiación del Proyecto, en cada una de las fases de ejecución del mismo (preconstrucción, construcción, mantenimiento y operación).
- Analizar las proyecciones de ingresos, gastos, capacidad de endeudamiento y estado de las vigencias futuras del Distrito de Bogotá, con el fin de tener una perspectiva real de la capacidad de dichas entidades para hacer aportes de recursos públicos para el desarrollo del proyecto de la Línea 2 del Metro de Bogotá. Incluir dentro de las proyecciones, las posibles variaciones que se podrían generar en los ingresos a causa de la ejecución del Proyecto, en rubros como valorización, industria y comercio, etc.
- Identificar las oportunidades y retos de financiación del proyecto de la Línea 2 del Metro de Bogotá en cada una de sus fases, asociados a los recursos provenientes del Distrito de Bogotá. Analizar y evaluar los riesgos financieros que se desprendan de estas fuentes de financiación.
- Realizar las reuniones pertinentes y suficientes con la Secretaría Distrital de Hacienda, con el fin de llevar a cabo las actividades mencionadas.
- Realizar reuniones con el Ministerio de Hacienda y Crédito Público necesarias y suficientes para precisar los recursos provenientes de la Nación, con los que puede contar el Proyecto en cada una de sus fases de ejecución. Analizar y evaluar los riesgos financieros que se puedan desprender de esta fuente de financiación.
- Identificar y describir el rol de los actores que pueden intervenir en el esquema de financiación del Proyecto en sus distintas fases (Distrito de Bogotá, bancos internacionales, entidades de cooperación internacional, empresas privadas, etc.).
- Analizar la situación actual de los mercados de capitales local e internacional para evaluar la posibilidad de financiar el Proyecto mediante mecanismos como emisiones públicas o privadas de bonos o titularizaciones, entre otros.
- Realizar un análisis de las variables macroeconómicas que pueden afectar la disponibilidad de recursos para la financiación del Proyecto y cuáles de los actores identificados podrían ser más vulnerable ante variaciones en las mismas.
- Recopilar y analizar los documentos que regulan las condiciones del sistema tarifario de transporte público de pasajeros en el Distrito de Bogotá. Para realizar esta actividad se deben considerar las principales conclusiones de la actualización del estudio de la demanda de transporte para la Línea 2 del Metro de Bogotá, elaborado en la fase de factibilidad del Proyecto.

Análisis y benchmarking, desde el punto de vista financiero y económico, de experiencias nacionales e internacionales respecto a la implementación de proyectos de transporte férreo de

pasajeros similares al proyecto a estructurar. Realizar una síntesis con las principales conclusiones de las experiencias estudiadas, en términos de los riesgos financieros que pueden presentarse en proyectos como la Línea 2 del Metro de Bogotá.

4 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DEL DISEÑO DE LA TRANSACCIÓN DEL PROYECTO

En esta etapa de la estructuración financiera, el Contratista deberá plantear, analizar y evaluar, en conjunto con el Estructurador Técnico, el Estructurador Legal y de riesgos diferentes alternativas de transacción que se podría implementar para la ejecución del proyecto constructivo, de operación y mantenimiento y adquisición de material rodante y la prestación del servicio de transporte de pasajeros en el corredor férreo objeto de la estructuración.

Se deberá hacer una evaluación y presentar las ventajas y desventajas financieras de cada una de las estructuras de transacción propuestas (obra pública, APP, concesión, entre otras), considerando el contexto local y regional sobre el cual se desarrolle el Proyecto. De la evaluación anteriormente mencionada, el Contratista deberá emitir una recomendación sobre la estructura de transacción a utilizar para la implementación del Proyecto en cada una de sus etapas de ejecución (preconstrucción, construcción, mantenimiento y operación).

Se deberá como mínimo realizar las siguientes actividades:

- Caracterizar y describir al menos cinco (5) diferentes estructuras de transacción (APP, obra pública, suministro de equipos y material rodante, operación y mantenimiento, concesiones, operación directa, entre otros, así como sus combinaciones) que se podrían implementar para la ejecución del Proyecto en sus diferentes fases (preconstucción, construcción, mantenimiento y operación). En cada una de las estructuras de transacción propuestas se deberán identificar los actores, las responsabilidades que asumiría cada uno, las relaciones que se generarían entre ellos y los riesgos para cada una de las partes. Esta actividad deberá desarrollarse en conjunto con los estructuradores técnico, legal y de riesgos y deberá considerar las condiciones de la Primera Línea del Metro de Bogotá, la cual se encuentra concesionada por la EMB
- Analizar la experiencia internacional en los esquemas de transacción, financiamiento y contratación utilizados en proyectos semejantes a la Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo sus estructuras de financiación y condiciones financieras para acceder a ellas.
- Definir y elaborar un análisis de viabilidad, ventajas y desventajas de cada una de las estructuras de transacción propuestas para la implementación del Proyecto en sus diferentes fases (preconstrucción, construcción, mantenimiento y operación). Proponer y definir, en conjunto con el Estructurador Legal, Técnico y de riesgos, una matriz multicriterio que permita evaluar cada una de las alternativas de estructuras de transacción propuestas. Emitir una recomendación sobre la estructura de transacción que

mejor permita llevar a cabo la implementación del Proyecto, con base en los criterios previamente establecidos.

- Realizar un estudio del mercado financiero (internacional y nacional) para identificar las condiciones de financiación de la estructura de transacción seleccionada para la ejecución del Proyecto en cada una de sus fases.
- Proponer, analizar y emitir un concepto o recomendación sobre las posibles fuentes de financiación y las condiciones para llevar a cabo el Proyecto, a partir de la estructura de transacción seleccionada para la ejecución del Proyecto.
- Elaborar de manera conjunta con el Estructurador Técnico, el Estructurador Legal y de riesgos el esquema conceptual de la alternativa seleccionada. En ella se deben describir las relaciones contractuales, operacionales y de flujo de recursos entre los involucrados, las obligaciones que asumirá cada uno de los actores y los riesgos que asumirá cada uno de los actores.

5 IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE TRANSACCIÓN

El Estructurador Financiero, en coordinación con la EMB, deberá apoyar la implementación de la estructura de transacción definida considerando, y sin limitarse a ellos, los siguientes aspectos:

a) Acompañar a la EMB en los procesos de aprobación del Proyecto y sus fuentes de financiación que se deban realizar ante las entidades del Gobierno Nacional y/o Distritales, en caso de que apliquen.
b) Acompañar y asesorar a la EMB en el proceso de aprobación de los recursos del presupuesto nacional y de Bogotá que se decida destinar a la cofinanciación del Proyecto, así como en la elaboración de documentos CONPES y sus anexos y en la negociación y suscripción del respectivo Convenio de Cofinanciación.
c) Elaborar y/o ajustar los documentos de soporte que sean necesarios para surtir los procesos de aprobación del Proyecto y sus fuentes de financiación que se deban realizar ante las entidades nacionales y/o Distritales.
d) Acompañar a la EMB en los eventos de presentación y socialización del Proyecto en los que sea requerido.
e) Realizar dos (2) eventos de promoción “Road Show” del Proyecto, uno nacional y otro internacional. En el Road Show se realizará la presentación y socialización del Diseño de la Transacción y el alcance, el cronograma y el presupuesto del Proyecto. La organización de estos eventos deberá coordinarse con la EMB, y los resultados de los eventos se verán reflejados en un documento de memoria que tendrá como mínimo la información relativa a los invitados a participar, las conclusiones del evento, las recomendaciones y el listado de asistentes.

f) El Estructurador podrá conversar con el mercado, previa autorización de la EMB, en el momento que considere apropiado, con el fin de tener retroalimentación acerca de las condiciones definidas para la ejecución del Proyecto.
g) Presentar las recomendaciones básicas sobre el esquema fiduciario en armonía con el esquema de la transacción seleccionado.

6 MODELO FINANCIERO

A partir de la alternativa seleccionada, el Estructurador Financiero deberá elaborar el(los) modelo(s) financiero(s) que permitan simular de manera detallada los diferentes escenarios, las definiciones y condiciones de todas las variables involucradas en la estructura de transacción definida.

Este(os) modelo(s) financiero(s) deberá(n) ser elaborado(s) inicialmente con la información disponible que se tenga al momento de su elaboración y deberá(n) ser actualizado(s) y ajustado(s) una vez se disponga de la información definitiva construida como parte de la estructuración integral del Proyecto en su etapa de factibilidad. Deberá(n) tener mínimo las características que se listan a continuación, y ser capaz(ces) de desarrollar los análisis siguientes:

a. MÓDULO DE VARIABLES MACROECONÓMICAS: proyección de las principales variables económicas que pueden afectar las proyecciones de los diferentes flujos del Proyecto, tales como el IPC, CPI, DTF, TRM, PIB, SMLMV, Precios de energía, tasas impositivas, etc.
b. MÓDULO DE CAPEX Y OPEX: incluye la información relativa al plan de inversión en infraestructura, equipos eléctricos, mecánicos, de control y comunicaciones y en material rodante (CAPEX), así como los costos y gastos de operación y mantenimiento del Proyecto y los gastos administrativos (OPEX). Realizar análisis de sensibilidad de éstos, considerando las principales variables que, desde el análisis realizado, puedan impactar el componente financiero del Proyecto.
c. MÓDULO DE INGRESOS: con detalle en los siguientes tres elementos (como mínimo):
    i. Ingresos por la prestación del servicio (tarifas).
    ii. Ingresos asociados al desarrollo comercial (incluye ingresos por publicidad).
    iii. Ingresos por aportes de la Nación y el Distrito de Bogotá.

El análisis de cada tipo de ingreso debe ser independiente, discriminado por cada fase del Proyecto y compatible con la estructura de transacción propuesta para cada fase de ejecución del Proyecto.

En relación con el cobro de las tarifas a los usuarios, se deberá analizar la integración de la Línea 2 del Metro de Bogotá con el resto del sistema integrado de transporte público, para lo cual el contratista, en conjunto con el estructurador técnico, deberá:

- plantear y evaluar escenarios de integración tarifaria, proponiendo el más adecuado para el desarrollo del Proyecto, a partir de un análisis de las variables involucradas en esta determinación.
- Evaluar los efectos financieros que dicha integración trae para ambos subsistemas de transporte, así como identificar las oportunidades y retos para la sostenibilidad de ambos subsistemas.
- Realizar un análisis de sensibilidad en la demanda de la Línea 2 del Metro de Bogotá en escenarios de integración tarifaria ante cambios en las variables que de acuerdo con los análisis realizados se consideren pertinentes en este proceso.
- Estudiar experiencias de integración tarifaria para sistemas de transporte con características comparables al contexto de la Línea 2 del Metro de Bogotá. Presentar las principales dificultades y buenas prácticas que se tuvieron, y cómo pueden incorporarse estos aprendizajes en el Proyecto.

En relación con la estimación de los ingresos asociados a desarrollos comerciales, el Contratista, en conjunto con los estructuradores técnicos, legales y de riesgos, deberá:

- Analizar referentes locales, nacionales e internacionales de fuentes de ingresos secundarios que se deriven de la puesta en marcha de sistemas de transporte similares a la Línea 2 del Metro de Bogotá, diferentes a su operación como transporte público (como comercio y servicios de publicidad).
- Realizar una proyección de posibles ingresos adicionales para la Línea 2 del Metro de Bogotá, asociadas al desarrollo comercial y de servicios que pueden generarse una vez entre en funcionamiento el Proyecto (incluye ingresos por publicidad).

d. MÓDULO DE DEUDA:
   - Se deberán estimar las necesidades de financiación para cada fase de desarrollo del Proyecto y simular las condiciones de diferentes esquemas de financiación que se podrían contratar para financiar total o parcialmente las inversiones requeridas para la implementación del Proyecto, de acuerdo con la estructura de transacción seleccionada.
   - El modelo financiero deberá permitir evaluar el impacto para el Proyecto ante variaciones en las condiciones de los mecanismos de financiación propuestos (tasa de interés, plazo, períodos de gracia, niveles de cobertura exigidos, comisiones, etc.).
   - Para cada fase de ejecución del Proyecto, se deberá realizar un análisis de las fuentes de financiación de los ítems que no pueden ser financiados con recursos del Convenio de Cofinanciación, de conformidad con la reglamentación vigente para los sistemas de transporte expedida por el Gobierno Nacional, proponiendo fuentes de financiación nacionales e internacionales alternativas según la estructura de transacción escogida, incluyendo un análisis de las condiciones que deben cumplirse para evitar retrasos en la ejecución del Proyecto.

e. MÓDULO DE IMPUESTOS:

- Se deberá realizar la estimación del valor de los impuestos y aranceles nacionales, departamentales y municipales que se causarían y pagarían durante la vida estimada del Proyecto, de acuerdo con el esquema de transacción seleccionado y con base en las normas vigentes.
- El modelo financiero deberá permitir evaluar el impacto para el Proyecto ante variaciones en las condiciones de los principales tributos.

7 PROYECCIONES FINANCIERAS Y EVALUACIÓN DE ESCENARIOS

Con base en el cronograma de ejecución de cada una de las etapas del Proyecto y de acuerdo con la estructura de transacción seleccionada, el Contratista deberá:

- Realizar proyecciones de los costos y gastos estimados para cada etapa del Proyecto, así como de las fuentes de financiación previstas para cada una de ellas.
- Realizar las proyecciones financieras periódicas para la vida estimada del Proyecto que incluyan por lo menos los siguientes componentes: balance general, flujo de caja, estado de resultados, indicadores financieros aplicables a este tipo de Proyectos, análisis de fuentes y usos, flujo de caja libre, financiación, flujo de caja del inversionista, además de las que considere aplicables, convenientes y oportunas para este tipo de proyectos.
- Realizar la estimación y el análisis de indicadores operacionales, de endeudamiento y de rentabilidad (TIR, VPN) para verificar que los mismos se encuentren dentro de los estándares de mercado para este tipo de proyectos, teniendo en cuenta la estructura de transacción seleccionada.
- Estimar la tasa de descuento idónea para el Proyecto, de acuerdo con la estructura de transacción seleccionada, la asignación de los riesgos y las condiciones económicas y de mercado.
- Realizar un análisis de sensibilidad, en el que se refleje el impacto financiero causado por variaciones en variables como: (i) demanda, (ii) tarifas (iii) ingresos por desarrollo comercial, (iv) costos de construcción, (v) gastos de construcción, (vi) cambios en el costo de capital, (vii) variables macroeconómicas como inflación, tipo de interés, tipo de cambio, (viii) cronograma de inversión, (ix) valor del precio de la tierra en el área de influencia del Proyecto (x) condiciones de la deuda, y (xi) otras variables que, a juicio de LA EMB, puedan afectar la rentabilidad y/o la posibilidad de tener un Proyecto financiable; dichos análisis deberán ser presentados de forma independiente y considerando correlaciones entre ellos, junto con evaluación de externalidades. El estructurador financiero deberá coordinar con el suministro de información por parte del Estructurador Técnico, el Estructurador Legal y de riesgos en el caso que la requiera para llevar a cabo este ejercicio.
- Teniendo en cuenta el análisis realizado con anterioridad, correr escenarios críticos con el fin de evaluar el comportamiento de las proyecciones financieras del Proyecto en situaciones donde se afectan una o más variables. A partir de este ejercicio, establecer las

condiciones y parámetros de las variables de control involucradas en el modelo financiero, que garantizan la estabilidad en la estructura financiera del Proyecto.

8 ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO

Basado en la elaboración del(los) modelo(s) financiero(s) se debe realizar un análisis financiero detallado del Proyecto y sus fases de ejecución, con el objetivo de evaluar su viabilidad financiera. Como mínimo, y sin limitarse a ellas, deben desarrollarse las siguientes actividades:

a. Para cada fase de ejecución del Proyecto identificar y cuantificar las fuentes de financiamiento y determinar las estructuras de financiación más eficientes, de acuerdo con la estructura de transacción seleccionada.
b. El contratista deberá definir un esquema de comparación de las alternativas modeladas considerando la necesidad de recursos públicos, las condiciones de la deuda, las necesidades de inversión que afecten la ejecución y bancabilidad del Proyecto, entre otras.
c. Analizar la regulación y mercado de los tipos de financiación identificados, así como las condiciones de cada uno. Esta labor de investigación y de pre-mercado incluirá un análisis de las opciones de financiación y de las condiciones de éstas (plazo, tasa, garantías, montos, método de amortización, comisiones, etc.), para lo cual se deberá desarrollar un sondeo de mercado con los bancos y mercado de capitales locales e internacionales, que permita tener una perspectiva de las condiciones de financiación del Proyecto, con el fin de confirmar el interés y la viabilidad del sector financiero en el modelo de transacción propuesto.
d. Presentar un concepto con su respectiva justificación de las condiciones financieras óptimas para adelantar los procesos contractuales requeridos para cada fase de ejecución del Proyecto, garantizando que sean consistentes con las condiciones legales, técnicas y de riesgos definidas en el proceso de estructuración.
e. El análisis deberá optimizar las fuentes de financiación del Proyecto. El Estructurador Financiero deberá incluir esquemas de fiducia para la administración de los recursos del Proyecto.
f. Calcular la rentabilidad esperada de los distintos contratistas, de modo que se pueda analizar el incentivo a participar en el Proyecto y garantizar el éxito de los procesos licitatorios.
g. Efectuar otros análisis complementarios que resulten necesarios para evaluar la viabilidad financiera del Proyecto.
h. Emitir una recomendación sobre la viabilidad financiera del Proyecto, junto con las fuentes y condiciones óptimas de la financiación.
i. Identificar, asignar, cualificar, calificar, valorar, cuantificar y diseñar los mecanismos de mitigación de los riesgos de conformidad con la regulación y metodología aplicable.

j. Diseñar un esquema de asignación de riesgos y contingencias, determinando los riesgos financieros que deben asumir los contratistas y el Estado, y proponer mecanismos de cobertura que deberán utilizar tanto las entidades públicas como el sector privado, de acuerdo con los documentos de política de manejo de riesgo contractual del estado para proyectos de infraestructura (Metodologías CONPES y aquellas que se estimen convenientes para el Proyecto).
k. Considerar dentro de los mecanismos de mitigación de riesgos del Proyecto, instrumentos financieros del mercado de capitales, o pólizas o seguros, según sea el caso.
l. Adicional a lo anterior, de acuerdo con la estructura de transacción que haya sido definida, y en el caso que se requiera, el Estructurador Financiero de manera conjunta con el Estructurador Legal y de riesgos deberán realizar paneles de expertos, aplicando la "Guía para la realización de paneles de expertos en la valoración de riesgos transferibles en proyectos de Asociación Público-Privada" elaborada por el Departamento Nacional de Planeación.
m. Así mismo, si es el caso, se deberá realizar las siguientes actividades:
   - Realizar el análisis de Valor por Dinero (comparador público privado): desarrollar la herramienta de comparador público privado de acuerdo con la metodología establecida por el Departamento Nacional de Planeación.
   - Realizar el análisis beneficio costo, cuando se requiera para efectuar el comparador público privado y para dar cumplimiento a las fichas del Departamento Nacional de Planeación.
   - Ajustar todos los documentos de la estructuración necesarios para que las entidades correspondientes emitan la no objeción y aprobación de las condiciones financieras, pasivos contingentes y análisis de valor por dinero. Así mismo, deberá preparar los informes requeridos para la aprobación de la disponibilidad presupuestal de los recursos públicos necesarios, en las instancias que sean requeridas.

9 ACTUALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

En desarrollo del objeto del objeto se llevarán a cabo las actividades necesarias para realizar la actualización de la evaluación socioeconómica del Proyecto, con la finalidad de contar con una estimación de la rentabilidad social del Proyecto, calcular los beneficios del Proyecto (tales como reducción de trasbordos, reducción de tiempos de viaje, reducción de emisiones, reducción de accidentalidad, ruido, beneficios para los usuarios de otros modos de transporte, generación de empleo, entre otros) sobre sus costos, establecer medidas de viabilidad económica y social, y construir alternativas de análisis con escenarios de impacto potencial que contemplen la implementación y no realización del Proyecto. Para ello, el Contratista deberá analizar y estudiar la evaluación costo-beneficio realizada en la etapa de prefactibilidad del Proyecto y tomar ésta como base de su actualización.

Las actividades deberán tener en cuenta la "Metodología General para la identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública" establecida por el Departamento Nacional de Planeación, así como otras prácticas que se consideren aplicables y adecuadas para este tipo de proyectos y deberán incluir como mínimo:

a. Realizar un estudio de referentes de metodologías de evaluación socioeconómica de proyectos empleadas en contextos similares y comparables a la Línea 2 del Metro de Bogotá. Proponer metodologías de evaluación alternativas, que puedan ser pertinentes al Proyecto. Realizar un cuadro comparativo con los pro y contra de utilizar cada una, concluyendo con la selección de una metodología de evaluación.
b. Describir la(s) metodología(s) de evaluación socioeconómica empleadas para la estimación de la rentabilidad social del Proyecto, su alcance y las variables consideradas en la misma.
c. A partir de una contextualización general del Proyecto, realizar una identificación y caracterización de la población directa e indirectamente afectada por la ejecución del Proyecto en cada una de sus fases (preconstrucción, construcción, mantenimiento y operación).
d. Distinguir el tipo de afectación (positiva o negativa), su nivel de impacto sobre la población identificada en cada fase de ejecución del Proyecto, y la valoración económica de los mismos (costos y beneficios sociales).
e. Evaluar la viabilidad socioeconómica del Proyecto, a partir de la estimación realizada de costos y beneficios sociales, comparando con el escenario de no ejecución de la Línea 2 del Metro de Bogotá. Elaborar análisis de sensibilidad a las variables que, de acuerdo con los análisis realizados, sean más pertinentes y significativas para la evaluación.

10 ELABORACIÓN DE LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA CONTRATACIÓN DEL PROYECTO

a. El Estructurador Financiero deberá participar en la elaboración, desde su ámbito financiero, de todos los documentos precontractuales y contractuales necesarios (prepliegos, minuta de contrato, anexos técnicos y financieros) para adelantar los procesos de selección requeridos para la implementación del Proyecto, incluida la contratación de la interventoría, el PMO y la auscultación.
b. Así mismo, deberá acompañar en las presentaciones a LA EMB de los documentos necesarios para adelantar los procesos de selección que se hayan definido para la implementación del Proyecto en cada una de sus fases. Lo anterior con el fin de que los revise, analice y dé su visto bueno antes de ser publicados.
c. Identificar los requisitos financieros aplicables para la elaboración de los Proyectos de pliego de condiciones para el o los contratos del Proyecto, de acuerdo con la estructura de transacción seleccionada y su(s) interventoría(s), el PMO y la auscultación.

d. Proponer los requisitos de experiencia y capacidad financiera que deberán cumplir los futuros oferentes en los procesos de selección de los contratistas, para cada etapa de ejecución del Proyecto, de acuerdo con la estructura de transacción seleccionada.
e. Coordinar con otras instancias del Proyecto, así como con la institucionalidad encargada del Proyecto, los componentes que se estimen necesarios para incluirlos en los proyectos de pliegos de condiciones de los diferentes contratos del Proyecto.
f. Desarrollar en conjunto con los estructuradores técnico, legal y de riesgos, las fórmulas de retribución y las fórmulas de terminación del contrato.
g. A partir de la estructura de transacción definida y el modelo financiero propuesto para el Proyecto, determinar qué porción de los pagos a los contratistas se deberían realizar en moneda extranjera, con el fin de garantizar los pagos al contratista en los tiempos que se definan en el(los) contrato(s). Recomendar los instrumentos de cobertura cambiaria y tasa de interés convenientes a contraer para mitigar el riesgo asociado a estas variables.
h. De acuerdo con la curva de inversión del Proyecto y de manera articulada con los estructuradores técnico, legal y de riesgos, el Contratista deberá diseñar la estructura de pagos al (los) contratistas para mantener los siguientes incentivos:
   - El tamaño de los hitos de pago debe ser suficientes para que el (los) contratista(s) tenga(n) suficiente incentivo para culminar la ejecución de éstos.
   - Que se ejecuten hitos de manera simultánea de tal forma que el(los) contratista(s) puedan optimizar la ejecución contractual
   - Las terminaciones del (los) contrato(s), demoras y en general incumplimientos atribuibles al(los) contratista(s) deben poner en riesgo el capital invertido.

11 PROCESOS DE SELECCIÓN, FIRMA DE LOS CONTRATOS Y SUSCRIPCIÓN DE LAS ACTAS DE INICIO

Como parte de esta actividad, el Estructurador Financiero deberá brindar el acompañamiento en los aspectos financieros, en los diferentes procesos licitatorios del Proyecto que deba realizar la EMB, lo que incluye:

a. Liderar, en conjunto con el estructurador legal, el apoyo a los procesos licitatorios que se abran por parte de la entidad contratante que se designe para ello. En este punto es fundamental enfatizar la importancia de un buen manejo de la relación con los proponentes, especialmente la correcta lectura y análisis de las rondas de preguntas y respuestas que se realicen.
b. Proyectar y elaborar las respuestas a las inquietudes y requerimientos en relación con el alcance y comprensión de los documentos producto de la estructuración, en los aspectos de su competencia.

c. Acompañar a la entidad contratante designada para el efecto en audiencias y todo tipo de reuniones que se lleven a cabo en relación con los procesos de selección requeridos para la ejecución del Proyecto.

d. Asesorar y elaborar las modificaciones que se estimen necesarias a los pliegos de condiciones, minutas de contrato, anexos y apéndices técnicos, en los aspectos de su competencia.

e. Asesorar y acompañar a la entidad contratante en todo aquello que requiera para la correcta comprensión de los documentos producto de la estructuración financiera, de manera que puedan ser correctamente empleados en los procesos de selección que requiera el Proyecto.

f. Acompañar a la entidad contratante en la firma y legalización de los contratos que resulten de los procesos de selección que se lleven a cabo para materializar el Proyecto, desde el ámbito financiero.

g. Asesorar y acompañar a la entidad contratante en todo aquello que requiera para la verificación de los requisitos establecidos en la ley y en los contratos para la suscripción de las actas de inicio de los diferentes contratos del Proyecto.

12 PRODUCTOS DEL CONTRATO

El Estructurador Financiero deberá entregar de manera física un original y una copia de cada uno de los entregables indicados a continuación, y una copia en medio magnético protegido y editable. Todos los archivos, incluidos los modelos financieros (formulados y funcionales), deberán ser entregados en archivos editables y debidamente formulados.

Cada uno de los entregables deberá ser acompañado de una presentación en formato Power Point, en donde se ilustre de manera resumida el contenido de cada informe.

Los entregables que deberá proporcionar el Estructurador Financiero en cumplimiento del alcance del contrato, son:

- **ENTREGABLE N° 1: PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA**

El Estructurador Financiero presentará a la EMB, dentro de los diez (10) días hábiles siguientes a la firma del Acta de Inicio, un plan de trabajo y cronograma, con los cuales planificará sus actividades, recursos y equipos, acorde con el objeto y alcances indicados anteriormente.

El plan de trabajo y el cronograma mencionados deberán identificar expresamente las actividades y tareas a desarrollar, su distribución en el tiempo, los plazos y las fechas de inicio y finalización de cada una de ellas.

Ambos documentos deberán estar debidamente coordinados e incluirán, al menos, los siguientes aspectos:

- Definir el proceso de comunicación entre la EMB, y equipo CONTRATISTA
- Establecer un proceso de transferencia de conocimiento a un equipo especializado de la EMB en el manejo del modelo financiero. Deberán plantearse al menos cinco (5) sesiones para realizar la transferencia de conocimiento
- Descripción del desarrollo de las actividades y sus tareas asociadas.
- Metodología para la recopilación, inventario y análisis de la información existente.
- Logros y objetivos a alcanzar.
- Actividades de coordinación con los estructuradores técnico, legal y de riesgos, y demás empresas y entidades involucradas en el proceso de Estructuración Integral del tramo priorizado.
- Gestión de comunicaciones, elaboración de informes, entregables, presentaciones, documentos, etc.
- Registro mensual desagregado de los profesionales a participar y su dedicación.
- Recursos logísticos disponibles para el desarrollo del contrato.
- Medios de contacto.
- Listado de contactos (nombre, teléfono, correo electrónico) de los profesionales que participarán en el Contrato.
- Estructura organizacional, con la asignación de roles y responsabilidades.
- Identificación de fechas de presentación de cada uno de los entregables e identificación de hitos relevantes para el desarrollo del Contrato.
- Cronograma detallado en formato Project y/o Excel, en el cual se defina la ruta crítica de los trabajos, hitos de control, y sus responsables.

- **ENTREGABLE N° 2: DEBIDA DILIGENCIA.**

El Estructurador Financiero entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas a cabo en esta etapa, al igual que los documentos elaborados dentro del grupo de actividades denominado “2. DEBIDA DILIGENCIA”.

- **ENTREGABLE N° 3: IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DEL DISEÑO DE LA TRANSACCIÓN DEL PROYECTO.**

Este entregable corresponde al grupo de actividades denominado “4. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DEL DISEÑO DE LA TRANSACCIÓN DEL PROYECTO”.

El Estructurador Financiero entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas a cabo en esta etapa y todos los análisis y documentos efectuados en el ámbito financiero para la justificación del modelo de transacción adoptado para la ejecución del Proyecto, que serán la base para construir los estudios previos de acuerdo a la normativa aplicable, para la actualización y justificación de la transacción, el tipo y cantidad de contratos definidos.

- **ENTREGABLE N° 4: IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE TRANSACCIÓN**

El Estructurador Financiero entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas conforme a los detallados del numeral 5 de este documento.

- **ENTREGABLE N° 5: MODELO FINANCIERO Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS**

El Estructurador Financiero entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas conforme a los lineamientos y requisitos detallados en los numerales 6. y 7. de este documento.

- **ENTREGABLE N° 6: ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO**

El Estructurador Financiero entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas conforme a los lineamientos y requisitos detallados en el numeral 8. de este documento.

- **ENTREGABLE N° 7: ACTUALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA**

El Estructurador Financiero entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas conforme a los detallados del numeral 9. de este documento.

- **ENTREGABLE N° 8: ELABORACIÓN DE LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA CONTRATACIÓN DEL PROYECTO (CONTRATOS PRINCIPALES)**

Este entregable corresponde al grupo de actividades denominado “ELABORACIÓN DE LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA CONTRATACIÓN DEL PROYECTO” (Contratos principales) del numeral 10. de este documento.

- **ENTREGABLE N° 9: ELABORACIÓN DE LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA CONTRATACIÓN DEL PROYECTO (CONTRATOS DE INTERVENTORÍA)**

Este entregable corresponde al grupo de actividades denominado “ELABORACIÓN DE LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA CONTRATACIÓN DEL PROYECTO” (Contratos de Interventoría) del numeral 10. de este documento.

- **ENTREGABLE N° 10: PROCESOS DE SELECCIÓN, FIRMA DE LOS CONTRATOS Y SUSCRIPCIÓN DE LAS ACTAS DE INICIO (CONTRATOS PRINCIPALES**)

Este entregable corresponde al grupo de actividades denominado “PROCESOS DE SELECCIÓN, FIRMA DE LOS CONTRATOS Y SUSCRIPCIÓN DE LAS ACTAS DE INICIO” (Contratos principales) del numeral 11 de este documento

- **ENTREGABLE N° 11: PROCESOS DE SELECCIÓN, FIRMA DE LOS CONTRATOS Y SUSCRIPCIÓN DE LAS ACTAS DE INICIO (CONTRATOS DE INTERVENTORÍA)**

Este entregable corresponde al grupo de actividades denominado "PROCESOS DE SELECCIÓN, FIRMA DE LOS CONTRATOS Y SUSCRIPCIÓN DE LAS ACTAS DE INICIO" (Contratos de interventoría) del numeral 11 de este documento

- **ENTREGABLE N° 12: INFORME FINAL**

El Estructurador Financiero elaborará un informe final o de cierre, dentro del cual se incluirá: informe ejecutivo y resumen del trabajo, descripción de la totalidad de actividades desarrolladas, las metas y objetivos alcanzados, el estado final de los entregables, los recursos utilizados, el balance económico financiero y cumplimiento de plazo final del contrato, un registro documental completo, relación de cambios a los términos del contrato inicial (si las hubo), relación final de pagos de seguridad social y SISO, recomendaciones y conclusiones finales, anexos.

El informe ejecutivo y resumen del trabajo se presentará en formato Power Point para su presentación formal (".ppt" o ".pptx"). Esta presentación será revisada por LA EMB. Luego de su aprobación, el Estructurador deberá presentarla a las entidades distritales que se lo soliciten, previa autorización de la EMB.

13 INFORMES MENSUALES

El Estructurador Financiero presentará informes mensuales, en los cuales incluirá como mínimo:

- Resumen ejecutivo
- Breve descripción de los datos básicos del contrato y sus modificaciones, cuando se suscriban.
- Descripción de las actividades desarrolladas y estado de los entregables
- Relación de recursos utilizados y su organigrama.
- Registro documental: actas, documentos, correspondencia enviada y recibidas en el período, etc.
- Balance económico del contrato: relación de facturas presentadas en el período y su acumulado, saldo por ejecutar.
- Estado de avance del programa de trabajo.
- Relación de pagos de seguridad social, informe SISO con sus novedades.
- Recomendaciones y conclusiones.
- Anexos.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

APÉNDICE 4

COMPONENTE RIESGOS

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETIVO 3
2 ALCANCE DE LA ESTRUCTURACIÓN DE RIESGOS 3
3 PRODUCTOS DE LA CONSULTORÍA 4

Apéndice 4 – Componente Riesgos

1 OBJETIVO

- Diseñar y consolidar las mejores prácticas del mercado nacional e internacional respecto a las condiciones de aseguramiento y reaseguramiento en proyectos tipo Metro que sirvan de sustento al programa de aseguramiento del proyecto Segunda Línea de Metro.
- Sugerir herramientas y estrategias de tratamiento de los riesgos transferibles y no transferibles para el aseguramiento del proyecto.
- Realizar estimaciones y escenarios de máximas perdidas probables (PML) del proyecto. [1]
- Estructurar a la medida el clausulado de seguros y garantías del proyecto.
- Apoyar a la EMB en cualquier otro tema relacionado con la gestión de riesgos.
- Realizar un análisis cuantitativo probabilístico de los riesgos del proyecto que entregue información respecto al riesgo del costo y del plazo del mismo.

2 ALCANCE DE LA ESTRUCTURACIÓN DE RIESGOS

Dentro del alcance de la estructuración de riesgos y garantías, se deberá desarrollar además las siguientes actividades:

a) Se deberá estudiar, a nivel nacional, qué tipología de reclamaciones se han materializado en los proyectos de infraestructura de transporte en los últimos 10 años, y cuáles han sido los tratamientos que se han dado en esos casos.
b) Elaborar un benchmarking principalmente internacional de proyectos similares para la identificación, análisis, evaluación y cuantificación de los riesgos y el levantamiento de los riesgos (incluye asegurables y no asegurables) en sistemas Metro o transporte férreo de pasajeros. En todo caso, se deberá estudiar un proyecto férreo nacional reciente.
c) Elaborar la matriz de riesgos y contingencias de acuerdo con la normatividad aplicable y las metodologías publicadas por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, en función de la estructura de transacción definida. La matriz debe permitir identificar, asignar, cualificar, calificar, valorar y cuantificar los riesgos financieros, técnicos y legales. Adicionalmente deberá determinar el valor de contingencias y montos que deben apropiarse para este fin.

1. Para esta actividad se solicitará experiencia y cotización del servicio independiente de las demás actividades.

d) Identificar, asignar, cualificar, calificar, valorar, cuantificar y diseñar los mecanismos de mitigación de los riesgos de conformidad con la regulación y metodología aplicable.
e) Diseñar un esquema de asignación de riesgos y contingencias, determinando los riesgos financieros que deben asumir los contratistas y el Estado, y proponer mecanismos de cobertura que deberán utilizar tanto las entidades públicas como el sector privado, de acuerdo con los documentos de política de manejo de riesgo contractual del estado para proyectos de infraestructura (Metodologías CONPES y aquellas que se estimen convenientes para el Proyecto).
f) Determinar el tratamiento de los riesgos asegurables y no asegurables, estimaciones para cada uno de los riesgos, incluyendo las máximas pérdidas probables (PML) y el Informe detallado con las estrategias y tratamientos a ser implementados para la mitigación de los riesgos
g) Analizar las condiciones del mercado de seguros para este tipo de proyectos, y recomendar la mejor estrategia o planteamiento para la consecución de garantías y pólizas.
h) Adicional a lo anterior, de acuerdo con la estructura de transacción que haya sido definida, y en el caso que se requiera, el especialista en riesgos de manera conjunta con el Estructurador Financiero y el Estructurador Legal deberán realizar paneles de expertos, aplicando la "Guía para la realización de paneles de expertos en la valoración de riesgos transferibles en proyectos de Asociación Público-Privada" elaborada por el Departamento Nacional de Planeación.
i) Definir la estructuración del programa de seguros y garantías para el proyecto, esto incluye las pólizas de seguro o garantías necesarias para el proyecto, así como las cláusulas de aseguramiento y de garantías que se incorporen bajo el esquema contractual definido.
j) Consolidar la matriz de riesgos de forma que refleje una adecuada valoración y asignación de estos y acompañará a la entidad contratante integralmente en el proceso de identificación, asignación y valoración de los riesgos y en la adopción de las medidas de mitigación que a ésta le corresponda asumir.
k) Considerar dentro de los mecanismos de mitigación de riesgos del Proyecto, instrumentos financieros del mercado de capitales, o pólizas o seguros, según sea el caso.
l) Analizar las condiciones del mercado de seguros para este tipo de proyectos, y recomendar la mejor estrategia o planteamiento para la consecución de garantías y pólizas.

3 PRODUCTOS DE LA CONSULTORÍA

Se deberá entregar de manera física un original y una copia de cada uno de los entregables indicados a continuación, y una copia en medio magnético protegido y editable. Todos los archivos, incluidos los modelos financieros (formulados y funcionales), deberán ser entregados en archivos editables y debidamente formulados.

Cada uno de los entregables deberá ser acompañado de una presentación en formato Power Point, en donde se ilustre de manera resumida el contenido de cada informe.

Los entregables que se deberá proporcionar en cumplimiento del alcance del contrato, son:

- **ENTREGABLE N° 1: PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA**

Se presentará a la EMB, dentro de los cuatro (4) meses siguientes a la firma del Acta de Inicio, un plan de trabajo y cronograma, con los cuales planificará sus actividades, recursos y equipos, acorde con el objeto y alcances indicados en el presente documento.

El plan de trabajo y el cronograma mencionados deberán identificar expresamente las actividades y tareas a desarrollar, su distribución en el tiempo, los plazos y las fechas de inicio y finalización de cada una de ellas.

Ambos documentos deberán estar debidamente coordinados e incluirán, al menos, los siguientes aspectos:

- Definir el proceso de comunicación entre la EMB, y equipo consultor
- Establecer un proceso de transferencia de conocimiento a un equipo especializado de la EMB en el manejo del modelo financiero. Deberán plantearse al menos cinco (5) sesiones para realizar la transferencia de conocimiento
- Descripción del desarrollo de las actividades y sus tareas asociadas.
- Metodología para la recopilación, inventario y análisis de la información existente.
- Logros y objetivos a alcanzar.
- Actividades de coordinación con los estructuradores técnico, legal y de riesgos, y demás empresas y entidades involucradas en el proceso de Estructuración Integral del tramo priorizado.
- Gestión de comunicaciones, elaboración de informes, entregables, presentaciones, documentos, etc.
- Registro mensual desagregado de los profesionales a participar y su dedicación.
- Recursos logísticos disponibles para el desarrollo de la consultoría.
- Medios de contacto.
- Listado de contactos (nombre, teléfono, correo electrónico) de los profesionales que participarán en la consultoría.
- Estructura organizacional, con la asignación de roles y responsabilidades.
- Identificación de fechas de presentación de cada uno de los entregables e identificación de hitos relevantes para el desarrollo de la consultoría.
- Cronograma detallado en formato Project y/o Excel, en el cual se defina la ruta crítica de los trabajos, hitos de control, y sus responsables.

- **ENTREGABLE N° 2: Debida diligencia**

Se entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas a cabo en el literal a) de este documento

- **ENTREGABLE N° 3: Benchmarking**

Se entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas a cabo en el literal b) de este documento

- **ENTREGABLE N° 4: Matriz de riesgos y contingencias**

Se entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas a cabo en el literal c) y j) de este documento

- **ENTREGABLE N° 5: esquema de asignación de riesgos**

Se entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas a cabo en el literal d) y e) de este documento

- **ENTREGABLE N° 6: Tratamiento riesgos asegurables y no asegurables**

Se entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas a cabo en el literal f), h) y k) de este documento

- **ENTREGABLE N° 7: Análisis condiciones de mercado**

Se entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas a cabo en el literal g) de este documento

- **ENTREGABLE N° 8: Estructuración programa de seguros y garantías**

Se entregará un informe consolidado que contenga una descripción de las tareas llevadas a cabo en el literal i) de este documento

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica 01

ESTUDIO DE DEMANDA

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETIVO 3
2 NORMATIVIDAD 3
3 INSUMOS NECESARIOS 3
4 ALCANCE 4
5 RESULTADOS 5
5.1 DEBIDA DILIGENCIA 5
5.2 FACTIBILIDAD: ESTUDIO DE DEMANDA 6
5.2.1 Diagnóstico y estimación de demanda base 6
5.2.2 Análisis adicionales de demanda 7

ET 01 – Estudio de Demanda

1 OBJETIVO

El objeto del presente documento consiste en definir las especificaciones y requerimientos que el Contratista tendrá que cumplir para la estimación de la demanda de la línea 2 del Metro de Bogotá.

2 NORMATIVIDAD

Se deberá tener en cuenta las técnicas y procedimientos establecidos en los manuales, en concordancia con la normatividad vigente:

- Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá (Decreto 190 de 2004)
- Plan Maestro de Movilidad de Bogotá (Decreto 319 de 2006)

3 INSUMOS NECESARIOS

- Documento de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá desarrollado bajo el siguiente objeto: "Formulación, análisis y priorización de alternativas para la expansión del PLMB-T1, y elaborar los estudios y diseños a nivel de prefactibilidad de la alternativa seleccionada para la expansión de la PLMB-T1 y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá-Cundinamarca".
- Última versión del Modelo de transporte de la Secretaría Distrital de Movilidad.
- Encuesta de hogares origen destino 2019 de la SDM.
- La información disponible de diferentes fuentes que el Contratista considere confiables, con el objetivo de alimentar los modelos, urbanos, de motorización, de generación, atracción, para Bogotá y los municipios aledaños y que sirvan de insumo para determinar los viajes de la Línea 2 del Metro de Bogotá.
- Información de estudios o investigaciones que se hayan realizado alrededor de los posibles cambios económicos y de movilidad post COVID que sirvan para los análisis de demanda de la línea 2 del Metro de Bogotá.
- Documentos o información primaria que se produzcan durante la ejecución del contrato y que complementen el estudio de demanda.

En cualquier caso, estos documentos serán considerados como referencia y los insumos necesarios no deben limitarse a los aquí descritos.

La gestión en la obtención de la información que se considere como necesaria para el desarrollo de las actividades descritas en este apéndice es responsabilidad del Contratista, la EMB podrá apoyar, en lo que esté a su alcance, dicha gestión; no obstante, cualquier inconveniente en este proceso no puede verse reflejado en el retraso de los productos y plazos establecidos.

4 ALCANCE

El alcance del estudio de demanda se dividirá en dos fases.

En la primera fase, el Contratista entregará las estimaciones de demanda del proyecto a partir de información secundaria y utilizando como base el modelo de 4 etapas más actualizado de la SDM.

Para estas estimaciones de demanda se deberá tener en cuenta lo siguiente:

1. El Contratista deberá proponer una metodología para incluir la demanda proveniente de los municipios aledaños, como Chía y Cota, en las estimaciones de demanda para el proyecto.
2. La estimación de demanda de la Línea 2 del Metro de Bogotá se realizará bajo diferentes escenarios y cortes temporales, definidos en conjunto con la EMB, y como mínimo en cumplimiento de lo establecido en la resolución 20203040013685 del Ministerio de Transporte.
3. Se tendrán en cuenta 3 diferentes desarrollos de ciudad (crecimiento de población y usos del suelo).que serán suministrados por la EMB. Sin embargo, el Contratista deberá proponer una metodología que le permita obtener los vectores adicionales, en caso de que se requiera, para proyectar y evaluar diferentes cortes temporales solicitados.
4. El Contratista deberá proponer y evaluar tres diferentes escenarios de oferta de transporte, en los cortes temporales establecidos. La EMB definirá la oferta y los parámetros técnicos operacionales de los modos de transporte público masivo diferentes a metro. En todo caso, tantos los escenarios como los parámetros técnicos de los diferentes modos de transporte de la ciudad, deberán ser concertados con la EMB.
5. Los resultados de los escenarios en cada corte temporal deberán tener el siguiente contenido mínimo:
    a. Viajes producidos y atraídos por los municipios aledaños que usan la línea II del Metro de Bogotá
    b. Viajes dentro de Bogotá que usan la línea II del Metro de Bogotá
    c. Número de viajes atraídos por la línea II del Metro de Bogotá de otros modos de transporte. (% atraído de cada modo)
    d. Número de abordajes por cada estación del sistema.
    e. Número de transferencias por estación, desde y hacia la Línea II del Metro de Bogotá, diferenciadas por modo.
    f. Expansión a día, mes y año de los resultados de demanda de todo el sistema de transporte público de la ciudad.
    g. Número y ubicación de estaciones
    h. Cargas máximas en la línea II del Metro

i. Carga de otros corredores de transporte público
j. Indicadores de tiempo de viaje

6. Se deberán adelantar ejercicios de sensibilidad, con por lo menos, las siguientes variables:
    a. Tarifa del Metro e integración con otros modos.
    b. Velocidad operacional – tiempo de parada
    c. Tiempo de acceso a estaciones y penalidad de transferencia.
7. A partir de información secundaria, el Contratista deberá presentar una serie continua de oferta y demanda (primeros abordajes y total) para todos los modos de transporte como insumo para el modelo financiero.
8. Realizar un análisis de sensibilidad con aspectos post COVID, en el que se evalúe el posible impacto del COVID en la demanda de la línea 2 del metro, cuya metodología deberá ser presentada a la EMB antes de su aplicación. Para este análisis deberá tenerse en cuenta como mínimo y sin limitarse a ello supuestos de teletrabajo, motorización, crecimiento económico y cambio en elección modal.

En la segunda Fase de la estimación de demanda, el Contratista hará la evaluación del comportamiento de la demanda bajo diferentes supuestos financieros, económicos, sociales y operacionales, según se desarrolle la estructuración integral del proyecto.

El Contratista deberá realizar los siguientes análisis en esta fase:

1. A partir de una metodología propuesta por el Contratista y aprobada por la EMB, se deberá estimar el número de viajes que, utilicen la Línea 2 del metro y que realicen alguna etapa en bicicleta.
2. Se deberán realizar diferentes iteraciones con el modelo operacional y financiero con el fin de afinar los resultados de demanda de acuerdo con los requerimientos derivados de estos.
3. Propuesta de alimentación y reestructuración de rutas de transporte público e intermunicipales en el área de influencia.
4. Estrategias y metodología para estimar la demanda de conexión con otros modos de transporte, motorizados y no motorizados.

5 RESULTADOS

5.1 Debida Diligencia

Como resultado de esta etapa el Contratista debe presentar, en la “Debida Diligencia de la Información”un informe resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide un análisis descriptivo del modelo de transporte de la Secretaría Distrital de Movilidad y la utilidad que tendrá éste como insumo para la estimación de demanda solicitada.

5.2 Factibilidad: Estudio de Demanda

5.2.1 Diagnóstico y estimación de demanda base

El Contratista deberá presentar el análisis de la información secundaria recopilada de los estudios de movilidad, demanda de viajes, transporte y de desarrollo urbano que se hayan realizado en la ciudad y en los municipios aledaños al área de influencia del proyecto.

Así mismo, deberá presentar el análisis de la información de estudios o investigaciones que se hayan realizado alrededor de los posibles cambios económicos y de movilidad post COVID y sus concusiones propias, respecto a los posibles impactos en la demanda, explicando los supuestos utilizados y los datos y correlaciones encontradas.

De acuerdo con la metodología presentada por el Contratista y aprobada por la EMB se deberá presentar para el caso de los municipios, un análisis de la información recolectada y su utilidad en la estimación de demanda.

El Contratista deberá presentar los resultados de demanda de los escenarios evaluados, con los supuestos utilizados para cada uno y como mínimo con la siguiente información:

a. Viajes producidos y atraídos por cada uno de los municipios.
b. Número de viajes atraídos a línea 2 del metro de otros modos de transporte. (% atraído de cada modo)
c. Número de transferencias y número de abordajes, por cada estación de la línea 2 del metro
d. Número de transferencias desde y hacia el Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá (Troncal, Zonal y Metro)
e. Cargas máximas de la línea II del Metro
f. Carga de otros corredores de transporte público
g. Matriz de viajes entre estaciones
h. Indicadores de tiempo de viaje
a. En cada escenario presentar las frecuencias, número y ubicación de estaciones. Estimación del número de trenes requeridos.
b. Conclusiones y recomendaciones en cuanto a la propuesta de alimentación, tarifas y demás componentes relevantes para la demanda de la línea 2 del metro.
c. Resumen ejecutivo de los resultados encontrados, así como de las recomendaciones y conclusiones producto del desarrollo de las actividades del contrato
d. Evaluación de los escenarios y recomendación del escenario óptimo para la línea 2 del metro.
e. El Contratista deberá realizar la entrega de un manual de usuario del modelo de transporte para los profesionales de la EMB.
f. Indicadores que permitan realizar la evaluación costo beneficio de la línea 2 del metro

5.2.2 Análisis adicionales de demanda

El Contratista deberá presentar el resultado de los análisis realizados en torno a la alimentación del proyecto y la reestructuración de rutas de transporte público del área de influencia del proyecto.

Así mismo, deberá presentar las estrategias analizadas para la conexión de la Línea 2 del Metro con otros modos de transporte y la metodología propuesta para la estimación de la demanda proveniente de otros modos de transporte, motorizados y no motorizados.

Con base en la interacción entre el modelo financiero, el modelo operacional y el modelo de demanda. El Contratista presentará los resultados de demanda definitivos, luego de esta interacción y elaborará un documento ejecutivo sobre el desarrollo del estudio de demanda que servirá como insumo para el cuarto de datos de la licitación del proyecto.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica ET - 02

PLAN DE OPERACIÓN PRELIMINAR

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETIVO 3
2 NORMATIVIDAD 4
3 INSUMOS NECESARIOS 4
4 ALCANCE 4
4.1 Debida Diligencia 4
4.2 Factibilidad 5
4.2.1 Principios Operacionales 5
4.3 Descripción del Proyecto 6
4.4 Cálculos de Desempeño 7
4.5 Esquema Organizacional 8
4.6 Modos de Operación Normal 8
4.7 Modo Degradado 9
5 RESULTADOS 9

ET 02 – Plan de Operación Preliminar

1 OBJETIVO

El objeto del presente documento consiste en definir la oferta de transporte y los principios funcionales de la Línea 2 del Metro de Bogotá, así como los métodos que deben aplicarse para asegurar el funcionamiento óptimo de esta nueva línea.

El documento a elaborar por el Contratista debe proporcionar los principios generales de operación para la Línea 2 del Metro de Bogotá, entre los que se destacan:

- Política general de transporte: objetivos de producción y de calidad de servicio, objetivos de seguridad del funcionamiento.
- Características del servicio: oferta de transporte necesaria para hacer frente a la demanda.
- Estructura y equipamientos de la Línea 2 del Metro de Bogotá: descripción del plano de vía, ubicación y tipología de las terminales y cocheras, principios de funcionamiento del sistema, características del material rodante.
- Propuesta organizativa de la empresa operadora.
- Operación de la línea en modo nominal.
- Operación de la línea en modo degradado.
- Servicios en estación.
- Centro de Control Operacional (CCO): funcionalidades del PCC, regulación de horarios y de intervalo, inyección/retirada de trenes.

Dentro de la definición operacional, se debe precisar la estimación de la demanda de transporte, carga máxima de la línea, abordajes y descensos por estación, y niveles de transbordos entre metro y el resto de los modos del SITP.

La información aquí descrita engloba los requisitos funcionales y operacionales que debe cumplir el plan de operación preliminar de la línea 2 del Metro de Bogotá, siguiendo los niveles de calidad y prestaciones establecidas en las presentes especificaciones.

El Contratista debe revisar, adaptar y completar la documentación existente relativa al plan de operación o intervalos de paso entre trenes definidos durante el proceso de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá y el plan de operación preliminar elaborado en la estructuración técnica del tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB).

Lo anterior, con el fin estructurar el documento de especificaciones técnicas, parámetros y condiciones para el diseño operacional y explotación comercial de la línea 2 del Metro de Bogotá.

2 NORMATIVIDAD

Para el diseño del plan de operación de la línea 2 del Metro de Bogotá deben tomarse en cuenta todos los criterios aplicables a un sistema ferroviario de transporte urbano masivo de pasajeros que garanticen la seguridad de la circulación, el bienestar de los usuarios y la fiabilidad de las instalaciones.

El plan de operación preliminar en su conjunto debe tomar como referencia la experiencia internacional disponible en la actualidad en el mercado y el uso establecido por los operadores de metros, dentro del más adecuado nivel tecnológico, buscando la seguridad y confiabilidad del sistema y en concordancia con las últimas versiones de normas nacionales e internacionales.

3 INSUMOS NECESARIOS

Para el diseño del plan operacional preliminar, se deben tener en cuenta entre otros los siguientes documentos:

- Productos de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá.
- Documento del plan de operación preliminar elaborado en la estructuración técnica del tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB).
- Referencias y bibliografía de planes de operación de otros sistemas ferroviarios nacionales e internacionales en estructuración a nivel de factibilidad, en construcción o en operación.
- Documentos que se produzcan durante la ejecución del mismo contrato y que complementen el diseño de la superestructura de vía, como: (i)diseño geométrico del eje de la vía principal y vías auxiliares, cola de retorno o maniobra, ramal técnico, vías de talleres y patios, (ii) características del material rodante que afectan al diseño de la superestructura, (iii) diseño operacional que define el esquema de la línea y necesidades de ubicación de aparatos de vía, (iv) parámetros geométricos en planta y alzado y (v) requerimientos técnicos en cuanto a las necesidades de mitigación de ruido y vibraciones.

En cualquier caso, estos documentos serán considerados como referencia, no limitándose los estudios y diseños a realizar lo reflejado o comentado en los mismos.

La gestión de la información o insumos es responsabilidad del Contratista. No obstante, la EMB podrá apoyar, en lo que este a su alcance, dicha gestión.

4 ALCANCE

4.1 Debida Diligencia

El Contratista debe, por su cuenta, investigar, recopilar, analizar, revisar, consultar y evaluar la información encontrada de todos los estudios previos que se han realizado. La revisión de la

información producto de estudios previos busca que el Contratista conozca al detalle los insumos que existen, los evalúe y determine cuáles de ellos debe considerar como determinante en sus diseños; es decir, cuales siguen siendo válidos o pertinentes y cuales es necesario actualizar teniendo en cuenta los parámetros que se han planteado en el proyecto.

Dentro del alcance de la definición del plan operacional preliminar, se debe precisar la estimación de la demanda de transporte, carga máxima de la línea, abordajes y descensos por estación, y niveles de transbordos entre metro y el resto de los modos del SITP.

Se debe realizar un análisis de sensibilidad de las variables operacionales y se debe incorporar criterios tarifarios en el modelo de transporte y analizar el impacto en la demanda de la línea.

El alcance debe incluir consideraciones y análisis sobre el impacto operacional en la PLMB-T1 por la ejecución del proyecto de expansión.

A partir de las variables operacionales utilizadas en la calibración del modelo, es decir, frecuencia de trenes, las características del material rodante, y el trazado de la línea se definirán los parámetros siguientes:

- Tiempo de recorrido medio
- Tiempos de viaje entre estaciones
- Tiempos de estacionamiento o parada
- Tiempo de maniobras en terminales
- Velocidad comercial

Con las variables definidas, se procede al cálculo de la flota de material rodante requerido para la explotación y la definición del plan de oferta diaria incluyendo las velocidades por tramo, la frecuencia, la composición y número de trenes según las horas del día y los días de la semana.

A partir del diseño operacional definido se deben establecer preliminarmente los costos operacionales y de mantenimiento del metro. Dichos análisis deben incorporar la variabilidad de demanda obtenida de las distintas sensibilidades del estudio de demanda.

4.2 Factibilidad

4.2.1 Principios Operacionales

En esta sección se debe construir y definir la política de operación de la Línea 2 del Metro de Bogotá, cumpliendo cómo mínimo con los siguientes objetivos generales:

- Adecuar eficientemente la demanda de transporte en los trenes y en las estaciones;
- Garantizar en todo momento la seguridad de los pasajeros, del personal y de los equipamientos e infraestructuras;

- Proporcionar una alta calidad de servicio para satisfacer a los pasajeros en términos de confort, rapidez, reducción de tiempo de viajes, comodidad, regularidad, disponibilidad y continuidad del transporte público;
- Integrar la nueva línea en la red de transporte existente. Para ello, debe tenerse en cuenta los distintos servicios que componen el Servicio Integrado de Transporte de Bogotá (SITP), en particular el sistema BRT de Transmilenio, y los proyectos férreos regionales.
- Minimizar los costos sociales.

Se deben definir los métodos y procesos a aplicar para lograr el cumplimiento de la oferta prevista, la satisfacción del usuario, y la eficiencia operacional. Para esto se debe plantear cual será la producción de la línea definiendo la oferta de transporte a través de la definición de tablas de circulación que indiquen el número de trenes en circulación por franjas horarias para días hábiles y no hábiles. El resultado de esta definición debe permitir calcular los objetivos de producción de la línea diarios, semanales, y anuales.

La calidad de servicio debe definirse y evaluarse como mínimo a través de los siguientes criterios:

- La seguridad;
- La comodidad;
- La limpieza;
- La rapidez;
- La regularidad;
- Adaptación de la oferta de transporte.

Por último, se debe elaborar como mínimo los siguientes objetivos de seguridad de funcionamiento del sistema:

- Establecimiento de un plan de seguridad;
- El seguimiento de la operación;
- La implementación de investigaciones ferroviarias;
- El almacenamiento de los incidentes en una base de datos de la que se puedan extraer estadísticas;
- Una organización de la retroalimentación (utilización de la experiencia adquirida).

4.3 Descripción del Proyecto

En esta sección se debe describir las características generales y las funcionalidades de la línea, como mínimo las siguientes:

- Presentación de la línea
- Características del trazado
- Planos vía con los sentidos de circulación

- Ubicación de las estaciones
- Velocidad comercial y límites de velocidad, con los puntos kilométricos de la línea donde se observen las curvas horizontales y sus limitaciones de velocidad asociadas.
- Terminales
- Ubicación geográfica del patio-taller
- Esquema de talleres y cocheras
- Características del servicio
- Horarios y franjas horarias por día hábil, sábado y domingo
- Tipos de servicio comercial
- Explotación de la línea en trenes*kilómetro por día hábil, sábado y domingo
- Explotación de la línea en trenes*Kilómetro en un año.
- Tiempos de retorno de terminal
- Modos de conducción

4.4 Cálculos de Desempeño

En esta sección se debe describir y desarrollar las siguientes definiciones y metodologías:

- Capacidad de la línea
- Tiempo de estacionamiento en estaciones
- Tiempo de retorno en estaciones terminales
- Intervalo mínimo práctico en línea
- Intervalo mínimo de retorno en estaciones terminales
- Intervalo mínimo operacional
- Métodos para el cálculo del dimensionamiento de la línea
- Flujo de pasajeros por sentido
- Esquemas en planta de los retornos operacionales y posición de cambiavías
- Diagramas espacio-tiempo
- Planes de servicio en diferentes periodos y horarios.

El Contratista debe presentar los diferentes indicadores y/o parámetros operacionales, para todos los períodos de análisis (hora de máxima demanda, hora valle, día no hábil), tales como:

- Frecuencia
- Número de vehículos
- Capacidad por vehículo
- índice de rotación
- índice de pasajeros por kilómetro (IPK)
- Índice de pasajeros por vehículo (IPB)
- índice de kilómetros por vehículo (IKB)

- índice de pasajeros por metro cuadrado (IPM2)
- Nivel de servicio óptimo o esperado para día típico y no típico.

4.5 Esquema Organizacional

Se presentarán los principales departamentos y puestos que se consideran vitales para el correcto funcionamiento de la organización, así como un análisis detallado del personal relacionado directamente con la operación. Este incluye como mínimo:

- Personal de Dirección;
- Personal del Centro de Control Operacional (CCO)
- Personal de las estaciones.

La organización del personal debe incluir funciones de Operación y Mantenimiento, así como los correspondientes departamentos administrativos o de soporte. Entre estos últimos se incluyen:

- Departamento Control de Calidad y Auditoría;
- Departamento Métodos e Ingeniería;
- Departamento Jurídico;
- Departamento Servicios al Cliente;
- Departamento Comunicaciones;
- Departamento Finanzas;
- Gerencia Administrativa.

4.6 Modos de Operación Normal

En esta sección se debe describir y desarrollar cómo se realizará la operación normal de la línea

- Apertura de la línea
- Preparación de los trenes
- Inserción de los trenes
- Operación en servicio comercial
- Retorno en las terminales
- Retirada de los trenes
- Cierre de la línea
- Cierre de las estaciones
- Regulación automática de tráfico
- Posiciones de estacionamiento
- Limpieza de los trenes
- Procedimiento de transferencia modo manual/modo automático

4.7 Modo Degradado

En esta sección se debe describir y desarrollar las acciones a desarrollar cuando la operación nominal se ve perturbada por diversos eventos: falla del material rodante, falla de los sistemas, eventos externos. Cualquiera sea la naturaleza de la falla o del incidente (causas internas o externas) y la magnitud de sus consecuencias (menor o mayor), debe establecerse una estrategia que permita reestablecer la operación normal y minimizar el impacto negativo en los pasajeros.

- Gestión del accidente
- Procedimientos de protección en casos particulares
    - Evacuación
    - Pérdida de energía de tracción
    - Detección de humo o incendio
    - Detección de obstáculos en la vía
    - Inundaciones y lluvias
    - Sismos

5 RESULTADOS

En esta sección se describe el contenido del Informe técnico con sus respectivos anexos y hojas de cálculo, en donde como mínimo debe contener:

- Presentación y contexto del SITP y la integración operacional del proyecto de línea 2 del Metro de Bogotá con el resto de los modos del sistema y la PLMB-T1.
- Alcance del Plan de Operación
- Principios operacionales
- Descripción del trazado, infraestructura, y características del servicio del proyecto de la línea 2 del Metro de Bogotá.
- Cálculos de desempeño de la línea.
- Modo de operación nominal y degradado
- Aspectos organizacionales y procedimientos de operación de la línea.

Adicionalmente, en los anexos del informe se debe incluir el análisis y descripción como mínimo de los siguientes ítems:

- Disposición de las puertas por vagón con sus respectivos parámetros y supuestos técnicos
- Flujo de pasajeros por estación y sentido para la hora pico de la mañana en 3 cortes temporales
- Posición de los aparatos de vías en estaciones de retorno
- Cálculo del intervalo mínimo en línea, de retorno, y operacional
- Perfiles de velocidad en la línea

- Planimetría
- Altimetría
- Análisis de sensibilidad de la operación a la evolución del tráfico de pasajeros en 3 cortes temporales.

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

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ET-03: MOVILIDAD

BOGOTÁ D. C., ABRIL DE 2021

CONTENIDO

1 OBJETIVO 3
2 NORMATIVIDAD 3
3 INSUMOS NECESARIOS 4
4 ALCANCE 5
4.1 DEBIDA DILIGENCIA 5
4.2 FACTIBILIDAD 7
4.2.1 ESTUDIO DE MOVILIDAD (EM) 7
4.2.2 PLAN DE CIERRES Y ALTERNATIVAS DE DESVÍOS (PCAD) 11
5 RESULTADOS 13
5.1 DEBIDA DILIGENCIA 13
5.1.1 METODOLOGÍA 14
5.2 FACTIBILIDAD 14
5.2.1 ESTUDIO DE MOVILIDAD 14
5.2.2 PLAN DE CIERRES Y ALTERNATIVAS DE DESVÍO 14

ET 03 – Movilidad

1 OBJETIVO

El objetivo consiste en definir el alcance del componente de transito durante la etapa de construcción y operación de la segunda línea de metro de Bogotá, el cual incluye:

- Desarrollar un Estudio de Movilidad, a partir de las nuevas condiciones de circulación que se plantean con la entrada del Proyecto, bajo criterios de eficiencia, optimización, sostenibilidad, conectividad, intermodalidad, accesibilidad y seguridad vial para la condición con proyecto.
- Definir los parámetros de movilidad para los accesos a las estaciones del sistema Metro y su entorno aferente (infraestructura peatonal y de ciclistas, elementos para el control del tránsito y señalización) bajo criterios de conectividad, sostenibilidad, intermodalidad, accesibilidad universal, conectividad y seguridad vial.
- El contratista deberá plantear, presentar y obtener la correspondiente aprobación ante la SDM del plan de desvíos y estrategias para la etapa de construcción del proyecto, en concordancia con los diseños, plan de obras y cronograma establecido.
- Se deberá considerar la cuantificación de los costos globales que permitan la correcta implementación del Plan de Cierres y Alternativas de Desvíos en la ejecución de todas las obras del Proyecto.

2 NORMATIVIDAD

Se deberá tener en cuenta las técnicas y procedimientos establecidos en los manuales, en concordancia con la normatividad vigente y:

- Ley 769 de 2002 - Código Nacional de Tránsito.
- Ley 1383 de 2010 - Por la cual se reforma la Ley 769 de 2002 - Código Nacional de Tránsito, y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 279 del 9 de septiembre de 2003.
- Decreto 190 de 2004 - Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.
- Decreto 1538 del 17 de mayo de 2005.
- Decreto 319 de 2006 - Plan Maestro de Movilidad para Bogotá Distrito Capital.
- Resolución 463 del 3 de noviembre de 1999 de la Alcaldía Mayor de Bogotá. Manual para el Manejo del Tránsito por Obras Civiles en Zonas Urbanas de la SDM, o su actualización.
- Resolución 171 del 2 de abril de 2003 de la SDM. Por el cual se modifica la resolución 463 de 1999.
- Manual de Identidad Visual de las Obras del IDU.

- Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte de Bogotá, de la Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá, 2005.
- Manual de Señalización Vial (Dispositivos para el control del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia), del Ministerio de Transporte, junio de 2015.
- Norma Técnica Colombiana - NTC 4143. Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios y espacios urbanos. Rampas fijas adecuadas y básicas.
- Norma Técnica Colombiana - NTC 4774. Accesibilidad de las personas al medio físico. Espacios urbanos y rurales. Cruces peatonales a nivel, elevados puentes peatonales y pasos subterráneos.
- Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá, D.C., "Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI" aprobado mediante Acuerdo N° 761 de 2020.
- Decreto Distrital 308 de 2018 "Por medio del cual se adopta la Cartilla de Andenes de Bogotá D.C. y se dictan otras disposiciones".
- Concepto técnico de la SDM para gestionar los planes de manejo de tránsito (PMT) por obra, de diciembre de 2020.
- Plan Distrital de Seguridad Vial y de Motociclista adoptado mediante Decreto Distrital 813 de 2017.
- Política pública de discapacidad para el Distrito Capital, de acuerdo con el Decreto Distrital 470 de 2007.
- Guía de Auditorias de Seguridad Vial en Vías Urbanas, expedida por la SDM mediante Resolución 122 de 2019.
- Decreto Distrital 840 de 2019 "*Por medio del cual se establecen las condiciones y restricciones para el tránsito de los vehículos de transporte de carga en el Distrito Capital, y se dictan otras* disposiciones".
- Decreto Distrital 787 de 2017, en relación a lo radios de giro de las vías vehiculares.
- Resolución No.3258 del 2018 Ministerio de Transporte - Por la cual se adopta la Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas.
- Acuerdo 695 de diciembre de 2017, el cual estableció este esquema de parqueo en la vía.
- Lineamientos y conceptos técnicos de la Oficina de Seguridad Vial de la Secretaria Distrital de Movilidad.
- Resolución 081 de 2020 de la Secretaria Distrital de Movilidad "*Por medio del cual se definen las tarifas por concepto de derechos de tránsito en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones*".

3 INSUMOS NECESARIOS

Se deberá tener en cuenta, pero sin limitarse, los siguientes documentos:

- Estructuración Técnica Del Tramo 1 De La Primera Línea Del Metro De Bogotá (PLMB), Producto 3 - Plan De Circulación Del Tránsito Vehicular y Producto 5 - Plan General De Manejo De Tránsito.
- Estudios de Prefactibilidad para la extensión de la PLM de Bogotá.
- "Consultoría para evaluar el crecimiento de la demanda del Sistema Troncal dentro del SITP y priorizar soluciones de corto y mediano plazo que permitan ampliar la capacidad del Sistema", elaborado por Steer Davies & Gleave.
- Parámetros Técnico-Operacionales para el Corredor Verde Carrera 7.
- Estudios y diseños de los proyectos Troncal Carrera 68 y Troncal Ciudad de Cali, a cargo del Instituto de Desarrollo Urbano.
- Avances a la fecha de la Factibilidad para el proyecto Corredor Férreo del Norte (Regiotram del Norte), proyecto en ejecución a cargo de la Empresa Férrea Regional S.A. y Findeter

En cualquier caso, estos documentos serán considerados como referencia, no limitándose los estudios y diseños a realizar lo reflejado o comentado en los mismos.

La gestión en la obtención de la información que se considere como necesaria para el desarrollo de las actividades descritas en este apéndice es responsabilidad del contratista, la EMB podrá apoyar, en lo que esté a su alcance, dicha gestión; no obstante, cualquier inconveniente en este proceso no puede verse reflejado en el atraso de la entrega de los productos y plazos establecidos.

4 ALCANCE

4.1 DEBIDA DILIGENCIA

Recopilar, revisar, seleccionar, clasificar y analizar toda la información interinstitucional secundaria existente relacionada con los antecedentes del proyecto, características del tránsito, siniestralidad vial y oferta y demanda de transporte en su área de influencia en la que se identifique el desarrollo y/o modificación de la infraestructura vial a lo largo del corredor del Proyecto. La información secundaria mínima es la siguiente:

- Antecedentes del proyecto
- Inventario de señalización y semaforización
- Identificación y análisis de proyectos de infraestructura vial y de transporte
- Caracterización de la infraestructura vial existente
- Siniestralidad vial de los últimos 5 años: por gravedad, clase, periodos de mayor siniestralidad, posibles hipótesis de los eventos más críticos, mapas de calor.
- Oferta de transporte público: rutas, paraderos, estaciones, tipología de los buses y frecuencias.

- Accesibilidad para personas con movilidad reducida.
- Inventario con la red vial: sentidos de circulación, perfiles viales, carriles, estado del pavimento, anchos de calzadas.
- Caracterización del transporte de carga y del cargue-descargue de mercancías.
- Caracterización de las zonas amarillas y del parqueo en vía.
- Cicloinfraestructura existente: ciclorrutas, cicloparqueaderos, conectividad, cruces seguros.
- Diagnostico operativo de todos los actores viales.
- Volúmenes de peatones, bicicletas, transporte público, transporte de carga, motocicletas y vehículos
- Velocidades de peatones, bicicletas, transporte público, motocicletas y vehículos de carga
- La demás existente, relevante y que considere pertinente para que se garantice el cumplimiento de los objetivos planteados en todo el estudio.

Realizar una visita de campo para verificar el estado de la red, especificaciones técnicas, señalización vial, semáforos, facilidades para la movilización de las personas con movilidad reducida, identificar puntos críticos, puntos sin conexión, posibles puntos de intercambio modal y amoblamiento urbano, entre otros.

En caso de identificarse como necesario la toma de información primaria, el contratista deberá considerar lo siguiente:

a. *Definición de información a recopilar, para día típico y atípico, la cual debe contener como mínimo:*
    - Estaciones maestras (periodo entre 14 y 24 horas), secundarias (periodo entre 9 y 12 horas) y complementarias (periodo entre 3 y 6 horas).
    - Aforos de volúmenes vehiculares por tipología: autos, motos, camiones, buses, ciclistas.
    - Aforos de volúmenes peatonales
    - Velocidades por tipo de vehículo motorizado
    - La demás relevante que garantice el cumplimiento de los objetivos planteados.

b. *Propuesta de toma de información.*
    - Puntos y tramos de toma de información con esquemas en los que se incluyan movimientos, fechas, periodos, corredores y puntos a aforar.
    - Tipos de usuarios a aforar.
    - Programación general

c. *Definición de las tasas de crecimiento y proyecciones futuras*

- Autos y motocicletas
- Transporte de carga
- Trasporte publico
- Peatones y ciclistas

Notas:

- Para el Estudio de Movilidad se podrá utilizar información registrada durante o después del año 2018, siempre y cuando al momento de presentar los documentos objeto de este alcance, la vigencia no supere los tres (3) años de anterioridad o los patrones de movilidad en la ciudad no hayan cambiado de manera circunstancial en este periodo.
- Para el PCAD se requiere la toma de información de acuerdo con lo estipulado en el numeral 3.3.5 del "Concepto técnico para gestionar los planes de manejo de tránsito (PMT) por obra" de la SDM.
- Se recalca que la aprobación de las metodologías no exime al contratista de que en caso de ser necesario dentro del desarrollo del presente Apéndice se soliciten puntos adicionales por lo cual debe prever posibles tomas futuras.
- Se recomienda previo a la definición de fechas consultar concepto de periodos típicos emitido por la SDM.

En todo caso, la propuesta para la toma de información primaria, o la justificación para no tomarla, deberá ser presentada por el contratista a la EMB, y deberá ser aprobada antes de su aplicación.

4.2 FACTIBILIDAD

4.2.1 ESTUDIO DE MOVILIDAD (EM)

Área de influencia

Definición de las Áreas de Influencia directa e indirecta:

- El Área de Influencia Indirecta se refiere a aquel polígono irregular que engloba todos los impactos de movilidad del Proyecto en general o de sus componentes de obra civil a construir.
- El Área de Influencia Directa se define como el área o zona en donde las acciones y dinámicas propias del tráfico atraído y generado del Proyecto tienen un mayor impacto, delimitada por los ejes conectores y que brindan la accesibilidad al sector o los sectores del Límite de Intervención del Proyecto.

Modelación

El contratista deberá construir herramientas de modelación que permitan representar la situación actual del proyecto (tanto a nivel macro como micro), identificando de una manera realista el comportamiento y la dinámica de los flujos de tránsito y el comportamiento de los diferentes actores viales.

El análisis de tránsito mediante el uso de modelos, permite conocer los principales indicadores operativos de la red vial de la ciudad. El escenario del análisis de simulación de la situación actual, deberá cumplir con lo siguiente:

- Red vial
- Parametrización del modelo
- Información de Volúmenes
- Rutas de Transporte Público y paraderos
- Controles semafóricos
- Calibración del modelo

Para lo anterior, se deberá presentar una metodología para el desarrollo de los objetivos planteados que contenga como mínimo:

- Estimación de la demanda vehicular con proyecto y futura
- Oferta con proyecto y futura de transporte público y vial
- Perfil y geometría de las vías e intersecciones
- Capacidad de las vías e intersecciones viales
- Sentidos de circulación
- Elementos de control del tránsito
- Indicadores de desempeño
- Indicadores de calibración/validación de modelos
- Evaluación de escenarios y alternativas

Se deberá modelar y calibrar/validar la situación actual según la metodología aprobada. Posteriormente formular el escenario con proyecto y con escenarios de las alternativas de diseños (a nivel de corredor y/o de intersecciones) que sean necesarias.

Para el caso de diseño de la circulación de tránsito vehicular, peatonal y de ciclistas en el corredor del Proyecto y su área de influencia en su etapa de funcionamiento, se deberán plantear escenarios futuros a 5, 10 y 20 años a partir de la entrada en operación del proyecto, teniendo en cuenta el desarrollo por etapas del proyecto y los planes viales y de transporte masivo de la ciudad.

Identificación de puntos críticos de movilidad y seguridad vial

Con base en la información de movilidad secundaria y primaria recopilada y procesada por el contratista, se deberá identificar los puntos críticos de movilidad dentro de la zona de influencia directa del proyecto.

Evaluación de las condiciones de circulación para todos los actores viales

El contratista deberá evaluar y definir las condiciones de circulación del tránsito vehicular, peatonal y de ciclistas (perfiles viales, alineamientos, geometría, capacidad, niveles de servicio vehiculares y peatonales, sentidos de circulación y reordenamientos viales, intersecciones a nivel y a desnivel, elementos para el control del tránsito, accesibilidad y conectividad, rutas y paraderos del SITP Zonal y Alimentador, manejo de los vehículos de carga) en el corredor del Proyecto y su área de influencia para la etapa de operación. Para lo anterior se deberá:

- Determinar los corredores y las intersecciones afectados a lo largo del Proyecto y en su área de influencia.
- Analizar los impactos en la circulación y nivel de servicio en los corredores e intersecciones afectados a lo largo del Proyecto y en su área de influencia, planteando medidas de solución integrales que incluyan a todos los actores viales, con prelación hacia los más vulnerables. Lo anterior soportado mediante micro simulaciones del tránsito y análisis técnicos.
- Definir y evaluar las modificaciones a la circulación del tránsito de vehículos, peatones y ciclistas (perfiles viales, alineamientos, geometría, capacidad, niveles de servicio, sentidos de circulación y reordenamientos viales, intersecciones a nivel y desnivel, elementos para el control del tránsito, accesibilidad y conectividad, rutas y paraderos del SITP Zonal y Alimentador, manejo de los vehículos de carga) que permitan una movilidad eficiente y segura a lo largo del corredor del Proyecto y su área de influencia, soportado mediante micro simulaciones del tránsito y análisis técnicos.
- Identificar puntos críticos de movilidad (seguridad vial, congestión, conectividad, niveles de servicio, conflictos entre usuarios etc.) actuales y con Proyecto, con su respectiva propuesta de solución.
- Realizar la actualización y los ajustes en el diseño geométrico y urbanísticos de los elementos diseñados en otros componentes que se requieran como parte de los cambios de accesibilidad y movilidad del corredor del Proyecto y el área de influencia.

Accesos peatonales y de ciclistas a las estaciones

El contratista deberá definir los parámetros de movilidad para los accesos peatonales, de ciclistas y la micro movilidad a las estaciones del sistema de transporte masivo en el corredor del Proyecto. Esto incluye todas las estaciones del Proyecto y las estaciones de transferencia con

otros modos de transporte (TransMilenio, Primera Línea del Metro de Bogotá, Regiotram del Norte y Corredor Verde de la Séptima). Para lo anterior se deberá:

- Estimar la demanda de usuarios (peatones y ciclistas) en los accesos de cada estación, discriminada por: entradas, salidas y transferencias entre los diferentes modos de transporte (SITP, TransMilenio, Regiotram, Corredor Verde, Intermunicipales), para los periodos pico am y pm.
- Analizar las trayectorias de acceso y salida de las estaciones para los diferentes tipos de usuarios (peatones, ciclistas, usuarios con movilidad reducida, micro movilidad).
- Diseñar los accesos a las estaciones y la infraestructura que permita los pasos seguros de peatones y ciclistas considerando niveles de servicio y un funcionamiento óptimo y eficiente.
- Diseñar la infraestructura necesaria que permita el intercambio modal de los usuarios del Proyecto con otros modos de transporte (SITP, TransMilenio, ciclistas, taxis, Regiotram, Corredor Verde, Intermunicipales).

Propuestas de solución para la fase de operación

Las propuestas de solución están encaminadas a resolver los puntos críticos descritos en el numeral anterior. Estas propuestas de solución están enmarcadas en medidas de infraestructura vial y de transporte, espacio público y urbanismo, reordenamientos viales, señalización y semaforización, nuevas intersecciones viales a nivel y desnivel, reordenamientos de rutas y/o reubicación de paraderos de transporte público, localización de las bocas de acceso a las estaciones deprimidas del Metro, optimización de la movilidad en los corredores e intersecciones viales. Se deberá realizar análisis de capacidad y niveles de servicio (vehicular, peatones y ciclistas).

Descripción de la infraestructura y su operación con Proyecto

Para la alternativa seleccionada como la definitiva que resulta de las propuestas de solución y validada mediante los modelos de tránsito y transporte, que resuelve de forma integral las necesidades actuales y futuras de movilidad de todos los actores viales, con prelación en los actores más vulnerables (peatones y ciclistas), se deberá detallar la solución operacional y de infraestructura para cada uno de los actores de la vía, describiendo como mínimo lo siguiente:

- Movilidad peatonal: cruces a nivel y a desnivel (elevados o deprimidos), cebras, pompeyanos, anchos de anden, vados peatonales, plazoletas, bocas de acceso a las estaciones deprimidas del Metro.
- Movilidad en bicicleta: trazado y ancho de la ciclorruta, conectividad con la cicloinfraestructura existente y prevista, cicloparqueaderos asociados a las estaciones del Metro (ubicación y cupos), cruces en intersecciones a nivel y desnivel, zonas compartidas, manejo en intersecciones.

- Transporte público: rutas de transporte público (zonal, alimentador), ubicación de los paraderos y tipología de los mismos, estaciones de transferencia y/o bahías para buses.
- Accesibilidad de los no-motorizados desde y hacia las estaciones del Metro: contiene todos los elementos de infraestructura, señalización y semaforización, que permita la accesibilidad peatonal, en bicicleta y de micro movilidad a las estaciones del Metro.
- Transporte privado: perfiles viales, carriles, sentidos de circulación. Reordenamientos viales. Intersecciones a nivel y a desnivel.
- Transporte de carga: regulación en los corredores viales, zonas de cargue –descargue, tipología de los vehículos.
- Intermodalidad: Circulación de usuarios entre sistemas de transporte masivo sobre el espacio público.
- Infraestructura pesada: puentes y pasos deprimidos.
- Bocas de acceso a las estaciones del Metro: ubicación, tipología, dimensiones.
- Zonas amarillas y celdas de parqueo en vía

4.2.2 PLAN DE CIERRES Y ALTERNATIVAS DE DESVÍOS (PCAD)

El contratista deberá formular el Plan de Cierres y Alternativas de Desvíos (PCAD), que buscará una movilidad eficiente y segura para vehículos (particulares y de transporte público), peatones y ciclistas, y contemplará estrategias para reducir la afectación en la operación del componente troncal y zonal del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) sobre los corredores longitudinales y transversales del Proyecto y su área de influencia durante la etapa de construcción. Así mismo deberá:

- Determinar los corredores y las intersecciones afectadas a lo largo del Proyecto y su área de influencia durante la etapa de construcción.
- Analizar los impactos en la circulación (volúmenes, velocidades, tiempos de viaje etc.) y nivel de servicio en los corredores e intersecciones afectadas a lo largo de los corredores del Proyecto y su área de influencia durante la etapa de construcción.
- Determinar cómo será el manejo para todos los actores viales, es decir: vehículos particulares, transporte público, peatones, ciclistas, personas con movilidad reducida, vehículos de carga; como también para la maquinaria de obra.
- Definir y evaluar las modificaciones a la circulación del tránsito de vehículos, peatones y ciclistas que mitiguen las afectaciones generadas durante la construcción del proyecto y permitan una movilidad eficiente y segura a lo largo del corredor del Proyecto y su área de influencia. Lo anterior deberá tener una retroalimentación continua con los demás componentes del proyecto para que el Estructurador Técnico defina su propuesta de cronograma con base en fases y frentes de obra.
- Plantear los desvíos generales, locales y transversales que se generarían por los cierres de los corredores viales debido a las obras del Proyecto, de acuerdo con las etapas y cronogramas del mismo. Adicionalmente, identificar y cuantificar qué medidas

complementarias pueden llegar a requerirse para la adecuación de los desvíos (Semáforos provisionales, mantenimiento de la superficie de rodadura, construcción de nuevos tramos de vías, entre otros).

El Plan de Cierres y Alternativas de Desvíos (PCAD) permitirá establecer la mejor alternativa y/o estrategia de desvíos en cada etapa de intervención, en coherencia con los resultados de los volúmenes vehiculares que podrán salir de macro-modelación, y teniendo en cuenta:

- Que se debe promover el uso de modos no motorizados (peatones y ciclistas) mediante la configuración de nueva infraestructura provisional por obra o la conexión a otras ciclorrutas y/o pasos peatonales existentes, de acuerdo a las condiciones mínimas definidas por la SDM; o en su defecto, garantizar dicha infraestructura en todo momento (cuando exista), bajo las mismas condiciones en cuanto a sección transversal y seguridad vial.
- Que es necesario que la capacidad vial ofertada para el componente troncal del SITP (buses articulados, biarticulados y duales del sistema TransMilenio), permita cumplir a cabalidad con los lineamientos definidos para este componente por parte de la SDM y TransMilenio S.A.
- Que es necesario que la capacidad vial ofertada para el componente zonal (rutas alimentadoras, urbanas, complementarias y especiales) del SITP y SITP provisional, permita mantener el nivel de servicio actual sobre los corredores viales por los cuales éste se movilizará, de tal manera que la percepción de los usuarios del sistema se mantenga.
- Que se debe garantizar una reducción de máximo el 25% de la velocidad en el componente del SITP zonal (rutas alimentadoras, urbanas, complementarias y especiales), y del 40% para los vehículos particulares (o el porcentaje equivalente a la velocidad ponderada), en comparación con la modelación de oferta y demanda (macro-modelación) para la situación de base (condiciones existentes antes de la obra).

Asimismo, es necesario que todos los productos entregados y relacionados con el PCAD se desarrollen de acuerdo con lo estipulado en el "*Concepto técnico para gestionar los planes de manejo de tránsito (PMT) por obra*" de la SDM.

El Plan de manejo de Cierres y Alternativas de Desvío (PCAD) definirá el manejo que se deberá implementar sobre cierres, desvíos, intersecciones y la identificación de puntos críticos. Este PCAD permitirá que en la fase de construcción se definan los manejos de la señalización, semaforización existente en el área de influencia, así como las necesidades generales de señalización de obra y de semaforización provisional durante la ejecución de la obra para el manejo de los diferentes modos de transporte, movilización de equipos y maquinaria, manejo de áreas de carga y descarga.

En el caso del diseño de las condiciones de funcionamiento del tránsito vehicular, peatonal y de ciclistas del corredor del Proyecto y su área de influencia durante la etapa de construcción

(objetivo 3) se deberán seguir los requisitos establecidos en el Concepto técnico para gestionar los planes de manejo de tránsito (PMT) por obra de la SDM.

Evaluar escenarios teniendo en cuenta como mínimo:

- Variaciones en tiempos de viajes y demoras de los usuarios de la red vial en el área de influencia del proyecto tanto en transporte público como en transporte privado.
- Cantidades y costos
- Afectación predial (si aplica)
- Riesgos y seguridad vial
- Afectación de redes de servicios públicos (si aplica)
- Integración con la infraestructura existente y proyectada.
- Manejo de los modos no motorizados

Seleccionar y diseñar alternativas a implementar.

- Definición de metodología multicriterio y/o costo-beneficio que deberá incluir como mínimo los criterios y análisis determinados en el inciso anterior.
- Selección de alternativas
- Diseño y análisis de detalle de alternativas a implementar

Estimación de costos globales para la planeación e implementación de los PMT específicos.

- Gastos administrativos
- Toma de información de campo
- Modelación del tránsito
- Señalización por obra
- Semaforización por obra
- Adecuación de las vías de desvíos (calzadas vehiculares, espacio público, relocalización de redes, predios)
- Personal en campo
- Socialización y divulgación

5 RESULTADOS

En esta sección se describe el contenido mínimo del producto a entregar y el nivel de detalle que se requiere:

5.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe presentar, como parte del entregable dela “Debida Diligencia de la Información”, un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación

que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

El informe debe incluir la recopilación y los resultados de la revisión y análisis de los insumos existentes, como productos de prefactibilidad, factibilidad y/o estudios y diseños y/o obra y/o planos récord de proyectos desarrollados por la empresa Metro de Bogotá S.A., y/o de cualquier otra entidad. Dentro de los resultados obtenidos de la Debida Diligencia se debe indicar la validez de la información consultada, con la descripción y justificación clara de las razones técnicas que soportan la respuesta sobre qué información se va a utilizará durante la elaboración de los diseños de factibilidad y en qué medida cumple con lo requerido.

5.1.1 METODOLOGÍA

La metodología contiene la planeación y programación de la toma de información de movilidad requerida para la elaboración del Estudio de Movilidad y PCAD. De igual forma, contiene la propuesta metodológica para la calibración y construcción de modelos de mico simulación del tránsito y los modelos de planeación de transporte desde la perspectiva vehicular. Lo anterior deberá ser aprobado por la Secretaría Distrital de Movilidad.

5.2 FACTIBILIDAD

5.2.1 ESTUDIO DE MOVILIDAD

El Estudio de Movilidad presenta el análisis y diagnóstico de las condiciones actuales de la movilidad al interior de la zona de influencia del proyecto, identificando los puntos críticos que deben ser resueltos. De Igual manera, evalúa mejoras y medidas de solución a la movilidad bajo la situación con proyecto y escenarios futuros, detallando por cada actor vial el proyecto seleccionado como definitivo.
Deberá contener como mínimo información secundaria, información primaria, modelos de tránsito micro, modelos de transporte macro (enfoque vehicular), planos con el pre-diseño de señalización y semaforización, planos con el urbanismo y la geometría que se tenga a la fecha, los cuales deberán ser aprobados por la Secretaría Distrital de Movilidad.

5.2.2 PLAN DE CIERRES Y ALTERNATIVAS DE DESVÍO

El PCAD contiene las estrategias generales para controlar, minimizar y mitigar el impacto de las actividades de construcción de la PLMB sobre el tránsito en el área de influencia del proyecto. Se presentará la evaluación y definición de alternativas de cierres y desvíos para la adopción del manejo de tránsito general del proyecto. Adicionalmente, deberá contener un estimativo general de los costos para el diseño e implementación de los PMT específicos para las obras del Proyecto. Lo anterior deberá ser aprobado por la Secretaría Distrital de Movilidad.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 04

ESTUDIOS PREDIALES

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETO 3
2 INSUMOS NECESARIOS 3
3 ALCANCE 5
3.1 ETAPA DE DEBIDA DILIGENCIA....5
3.2 ETAPA DE FACTIBILIDAD 6
3.3 COMPONENTE TÉCNICO: LEVANTAMIENTO Y ENTREGA DE INFORMACIÓN 6
3.3.1 Memoria General del Proyecto 6
3.3.2 Fichas Técnicas Prediales 8
3.3.3 Concepto Técnico....10
3.4 COMPONENTE JURÍDICO 11
3.4.1 Recolección de la Documentación Jurídica....11
3.4.2 Estudio de títulos 11
3.5 COMPONENTE SOCIAL....12
3.5.1 Socialización técnica y afectación predial del proyecto....13
3.5.2 Concepto social 13
3.5.3 Base de datos de unidades sociales 13
3.6 DESARROLLO DE LA BASE DE DATOS 14
4 PRODUCTOS.... **¡Error! Marcador no definido.**
4.1 ETAPA DE DEBIDA DILIGENCIA....15
4.2 ETAPA DE FACTIBILIDAD TECNICA 16

ET 04 – Estudios Prediales

1 OBJETO

Establecer las pautas y lineamientos que deben ser tenidos en cuenta por parte del Contratista para la elaboración del componente predial del proyecto, a partir del análisis de sus aspectos técnico, jurídico, social, ambiental, financiero, administrativo y documental.

Dentro de este componente el Contratista debe realizar un análisis de la información espacial, catastral y definir y estructurar la base de datos para los estudios prediales incluyendo espacio público; el estudio jurídico de los predios identificados; el estudio socioeconómico de las unidades sociales ubicadas en los predios requeridos y el estudio para el cálculo preliminar de los costos prediales que deben ser incorporados al CAPEX del proyecto de la Línea 2 del Metro de Bogotá.

Se deben generar criterios que permitan evitar o en su defecto minimizar el número de predios y áreas requeridas para el proyecto. De igual forma, frente a problemáticas prediales identificadas, se deben generar recomendaciones con el fin de adelantar los procesos tendientes al saneamiento de situaciones socio - jurídicas que a futuro dilatarían el proceso de adquisición.

2 INSUMOS NECESARIOS

Para la realización de los estudios prediales y del componente social en la etapa de factibilidad el Contratista debe identificar y consultar como mínimo los siguientes insumos:

- Estudio de Prefactibilidad elaborado por la UT Egis Steer Metro de Bogotá.
- Base Gráfica de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD) última vigencia suministrada por la EMB.
- Base alfanumérica de la UAECD última vigencia con los datos físicos, jurídicos y económicos suministrada por la EMB.
- Base de datos de información del espacio público del Departamento Administrativo de Defensoría del Espacio Público - DADEP.
- Base de datos del Sistema Integrado de Información Catastral SIIC, de la UAECD.
- Base de datos del Sistema de Información SINUPOT de la Secretaría Distrital de Planeación.
- Base de Datos del Portal de Mapas de Bogotá de la UAECD.
- Línea de intervención suministrada por el componente de diseño urbano y geométrico vial.
- Identificación y georreferenciación de las áreas o zonas de cesión de la malla vial arterial exigidas por obligaciones urbanísticas.

- Consulta de segmentos CIV en la base de datos del SIGIDU del IDU, con el fin de detectar registros de programas de intervención, pólizas, contratos de obra adjudicados sobre las vías que pretende ejecutar y posibles afectaciones.
- Análisis urbanístico suministrado por el componente de diseño urbano con base en los planos urbanísticos y la norma aplicable, donde se identifiquen áreas o zonas de cesión de la malla vial arterial exigidas a los planes parciales y unidades de actuación urbanística u otros sistemas de gestión asociada.
- Información de proyectos ya ejecutados en los sectores intervenidos, con los datos de los predios identificados (avalúo, estado jurídico, unidades sociales, datos técnicos) y su estado de adquisición con las bases de datos existentes. Cuando la entrega de esta información sea a terceros, estará sujeta a no tener ningún tipo de reserva por Habeas Data.
- Información del estado de los proyectos con cargas urbanísticas, localizados en la zona de influencia de cada alternativa.
- Topografía del Proyecto
- Folios de Matrículas inmobiliarias
- Bases de datos con la información técnica, jurídica, social y de avalúos de proyectos localizados en zonas aferentes.
- Estado de la solicitud del suelo producto de cargas urbanística
- Normativa para la determinación de costos “zonas homogéneas geoeconómicas rurales y urbanas del IGAC”.
- Plan de ordenamiento Territorial.
- Planes de Manejo y Protección del Patrimonio (Ministerio de Cultura).
- Bienes de Interés Cultura de orden Distrital y Nacional.
- Identificación de predios como Estaciones de servicio, Servitecas, Talleres, o cualquier tipo de actividad económica que tenga un manejo ambiental particular
- Instrumentos de planeamiento vigentes y adoptados por SDP como planes parciales, planes de implantación, planes de regularización y manejo etc.
- Revisión de reservas de infraestructura vial y de servicios públicos

En general, se podrá hacer uso de toda la información disponible y aplicable en las bases de datos del IGAC, Catastro y demás fuentes de información existente.

La responsabilidad para la consecución de la información antes relacionada o cualquier otra disponible y necesaria para elaborar este componente del proyecto recae en el Contratista.

3 ALCANCE

3.1 ETAPA DE DEBIDA DILIGENCIA.

El Contratista debe, por su cuenta, investigar, recopilar, analizar, revisar, consultar y evaluar la información encontrada de todos los estudios previamente ejecutados y que se hayan realizado en la zona de influencia del corredor previsto, con el fin de verificar con la situación actual, comprobando en terreno, cuando sea necesario la concordancia de la información encontrada, especialmente cuando se considere que estos serán un insumo para el diagnóstico y/o elaboración de la información requerida según el alcance de esta especificación técnica.

La revisión de la información producto de estudios previamente ejecutados, busca que el Contratista conozca al detalle los insumos que existen, los evalúe y determine cuáles de ellos deben considerarse como determinante en la realización de su trabajo; es decir, cuáles siguen siendo válidos o pertinentes y cuáles es necesario actualizar teniendo en cuenta los parámetros que se han planteado en el proyecto.

Además, es preciso revisar las normas relacionadas con todos los instrumentos de planeación y normativos adoptados o en proceso de adopción, que se localicen en el área de influencia del proyecto que puedan ser determinantes para este trabajo. Por lo mismo, es preciso que el Contratista haga su propia investigación en las entidades competentes.

El Contratista debe presentar un informe de Debida Diligencia que incluya la relación detallada de información recopilada y revisada con el fin de validar o no la conveniencia de esta como insumo primario; la validez de la información debe estar sustentada adecuadamente. Para la información que no encontró disponible o debe ser revaluada, el Contratista presentará para aprobación del Interventor, Estructurador y la EMB, la metodología que utilizará para su elaboración o levantamiento, incluyendo el trabajo de campo.

El alcance de esta etapa comprende:

- Realizar la revisión, verificación y análisis de Información predial existente a partir del diagnóstico jurídico, social y económico realizado en el Distrito.
- Identificar las áreas de mayor complejidad para la adquisición predial; para ello se deben tener en cuenta, como mínimo, los siguientes criterios:
    - Clasificación del suelo
    - Destinación de los inmuebles
    - Restricciones urbanísticas
    - Existencia de instrumentos de planeamiento aprobados
    - Ocupación por asentamientos
    - Centros poblados o grupos poblacionales existentes
    - Predios con restricciones ambientales

- Infraestructura de servicios públicos
- Grado de consolidación de usos existentes
- Grado de consolidación de áreas ocupadas y construidas
- Existencia de títulos mineros
- Presencia de elementos ambientales estructurales
- Identificación de los títulos colectivos
- Identificación de los bienes de interés patrimonial y cultural, sus áreas de influencia y planes de manejo.
- Identificación del espacio público existente y su grado de intervención, entidad competente
- Predios fiscales
- PEMP aprobados

3.2 ETAPA DE FACTIBILIDAD

Esta etapa incluye el análisis desde varias perspectivas de análisis predial de acuerdo con las alternativas propuestas para el proyecto. El Contratista debe realizar como mínimo:

- Elaborar el estudio técnico, cartográfico y catastral de los predios que se requieran para el desarrollo del proyecto.
- Elaborar el estudio jurídico de los predios Con una tradición superior a 20 años
- Levantamiento de información del componente social asociado a la gestión predial, con el fin de que sirva de insumo para la elaboración del Plan de Reasentamiento (PR) y las metodologías que se deben adoptar en el trabajo de campo para este tipo de análisis.
- Elaboración de los levantamientos topográficos.
- Estimación de costos asociados a lucro cesante y daño emergente.
- Estimación de costos asociados a los reconocimientos económicos diferentes a los tasados en el daño emergente y en el lucro cesante
- Elaboración de los costos prediales para incorporar al CAPEX del proyecto.

A continuación de detalla cada uno de estos alcances.

3.3 COMPONENTE TÉCNICO: LEVANTAMIENTO Y ENTREGA DE INFORMACIÓN

3.3.1 Memoria General del Proyecto

El Contratista debe generar un documento de caracterización del área donde se localiza el proyecto; con el área de influencia considerada y los resultados del estudio deben diferenciarse espacial y alfanuméricamente conteniendo la siguiente información:

- Descripción del proyecto
  - Localización geográfica de la zona
  - Beneficio e impacto de las obras a los barrios

- Características geográficas y socioeconómicas de la zona de intervención
- Registro Fotográfico del área de intervención

- Destinación económica de la zona.
- Los tipos de suelo según la clasificación definida por el Distrito: urbano, suburbano, expansión, rural, de protección, zonas de manejo y preservación ambiental, zonas de ronda, alto riesgo, cuerpos de agua, zonas de cesión, áreas útiles y desarrollables, etc.
- Normatividad vigente.
  - Normatividad urbanística general de los sectores por los que se desarrolla el proyecto.
  - Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ), identificación de los barrios y el estrato del área de estudio. El Contratista debe anexar la(s) resolución(s) de aprobación del(los) desarrollo(s) urbanístico (s) y plano(s) urbanístico(s).
  - Establecer si el área de intervención cuenta con licencia de construcción, Plan Parcial u otro instrumento de Planificación y/o gestión del suelo. En caso afirmativo, se deben anexar los soportes correspondientes.
  - Ley 1682 de 2013 y las que la modifiquen o complementen.
  - Ley 1742 de 2014 y las que la modifiquen o complementen.
  - Ley 1882 de 2018 y las que la modifiquen o complementen
  - Resolución IGAC 898 de 2014 y las que la modifiquen o complementen.
- Metodología de trabajo para aprobación del Interventor, Estructurador y la EMB. En este aspecto podrán tomarse como referencia los apéndices 7 del invias y la ANI, para gestión predial de proyectos de infraestructura.
- Cuadro con información predios requeridos y costos de adquisición de los predios, incluyendo costos aproximados de terreno, construcciones, según tipo de negociación. Igualmente, cuando aplique, la cuantificación justificada de indemnizaciones, lucro cesante y daño emergente de acuerdo con lo regulado por el IGAC.
- Levantamientos topográficos e información si se requiere de actualización de cabida y linderos ante Catastro con base en la circular conjunta de la Superintendencia
- Estrategias para los casos donde la afectación predial sea sobre unidades de vivienda por debajo de los valores de VIS que permitan establecer los factores de compensación social dentro de los avalúos.
- Propuestas de alternativas para la negociación de predios (Compra total, parcial, servidumbres, mejoras, etc.)
- Recomendaciones puntuales de cada predio sobre posibilidades de enajenación voluntaria, entrega anticipada del inmueble y recomendaciones sobre los procesos de expropiación más expeditos para el proyecto (vía judicial o administrativa) derivada del análisis jurídico, social y económico
- Plano de declaratoria de utilidad pública (DUP, insumo para la resolución de acotamiento del corredor de obra. El plano de declaratoria de Utilidad Pública para la resolución de

acotamiento del corredor de obra es el que corresponde al plano de levantamiento topográfico o tira topográfica, el cual debe estar georreferenciado y será la base para la expedición del acto administrativo para la declaratoria de utilidad pública. El sistema de georreferenciación deberá ser previamente acordado (al inicio de este componente de la factibilidad técnica) con el Interventor, Estructurador, y la EMB.

El plano de Declaratoria de Utilidad Pública debe contener la siguiente información:

- Entorno: Puntos de referencia y sitios de interés (delimitación de zonas verdes, ríos, quebradas, humedales, instituciones, centros de interés, etc.) del sector de localización y colindantes al área requerida por la obra.
- Delimitación de las áreas del corredor del proyecto indicando las franjas de construcción y las áreas adicionales requeridas para la ejecución de la obra (tránsito, parqueo, patios de maniobra, entre otros), La delimitación de la DUP (Declaratoria de Utilidad Pública) debe ajustarse al nivel de predio, reduciendo el impacto predial y el desmejoramiento de estos; es decir, evitar en lo posible que el corredor de obra a traviese predios o genere áreas no construibles.
- El plano de declaratoria de utilidad pública debe ser entregado en “shape”” incluyendo los archivos editables “mxd” o “mpk”, cumpliendo los lineamientos establecidos por el Distrito.
- Delimitación de tipo de suelo: Zonas de Ronda (cuerpo de agua, ronda hidráulica, zona de manejo y preservación ambiental), urbanizable, desarrollo, espacio público, etc.
- Delimitación predial a nivel urbano (manzana y predio) y rural (predio y colindante)
- Nomenclatura Vial.
- Dentro del plano se debe incluir un cuadro descriptivo que identifique el predio requerido, nombre del propietario y/o poseedor, matricula inmobiliaria y chip catastral. Todo lo anterior en concordancia con la base de datos elaborada también por el Contratista.
- Dentro del plano se debe incluir el cuadro de coordenadas de referencias.
- Delimitación del corredor de obra, identificando punto por punto, definiendo el derecho de vía.

3.3.2 Fichas Técnicas Prediales

El Contratista elaborará la Ficha Técnica Predial, consistente en un plano (tamaño doble carta), incluyendo además la información del levantamiento topográfico, la información física, jurídica y catastral de cada predio afectado por el corredor del proyecto, un registro fotográfico del predio, el cual debe ser entregado en forma análoga y digita en formato que para el efecto se convenga.

El Contratista debe presentar para aprobación, antes de realizar las fichas, el formato o planilla que utilizará, para lo cual podrá proponer el uso de plantillas o formatos del IGAC o de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital.

El Contratista debe considerar para el diligenciamiento de las fichas prediales, entre otros, los siguientes aspectos:

- Se deben analizar tanto el área y linderos resultantes del levantamiento topográfico, los reportados en los títulos de adquisición (escritura pública y Folio de Matricula Inmobiliaria). Igualmente se deben armonizar las diferencias que se presentasen; siendo preferible el reporte en la ficha técnica predial el área y linderos jurídicos.

  Cuando se presenten diferencias imposibles de armonizar, los linderos y el área corresponderán a la existente en terreno, de acuerdo con el levantamiento topográfico realizado. A continuación, se relaciona el rango de tolerancia de diferencias en las áreas:

Zona	Área (Mts2)	% Tolerancia Aceptado	Recomendación
Urbana	0- 100	1.5	Ajustar a títulos
	100 - 300	2.0	Ajustar a títulos
	> 300	0	Protocolizar Plano del Levantamiento Topográfico
Rural	< 1.000	1.0	Ajustar a títulos
	>1.000 hasta 2.000	2.0	Ajustar a títulos
	>2.000	0	Protocolizar Plano del Levantamiento Topográfico

- La información que reporte la UAECD debe ser considerada como de referencia y en ningún caso se deben adoptar como las definitivas, salvo que coincidan con la jurídicas y topográficas.
- En aquellos casos en que se determine una afectación parcial o constitución de servidumbre, el Contratista debe indicar, en la ficha técnica predial, los linderos y coordenadas del predio de mayor extensión, los linderos y coordenadas del área parcial por adquirir o la servidumbre por constituir y los linderos y coordenadas del predio remanente.
- Cuando se requiera solicitar actualización y/o aclaración para corrección de áreas y linderos de inmuebles mediante la certificación de cabida y linderos ante la autoridad catastral, el Contratista debe tener en cuenta los lineamientos contenidos en la Circular Conjunta No. 011 del 2010 expedida por el IGAC y Superintendencia de Notariado y Registro- SNR y demás normas que complemente, modifiquen o sustituyan.
- Se debe analizar los linderos y áreas resultantes de las matrículas derivadas del folio de certificado de tradición y libertad del folio matriz, ya que se corre el riesgo que se realice el estudio predial sobre un folio de matrícula que no corresponde al requerido por el proyecto.
- La ficha predial debe elaborarse en una escala adecuada de tal manera que permita observar la totalidad de la información y debe presentarse en tamaño doble carta, salvo

aquellos casos que por la escala se requiera otro tamaño. Debe estar georreferenciada con la totalidad de los datos requeridos (técnicos y jurídicos).

- Cada Ficha debe codificarse con un número único y consecutivo de acuerdo con la ubicación del predio en el corredor del proyecto de tal forma que facilite su identificación. Debe incluir el número de identificación predial del respectivo municipio y el número único nacional, las coordenadas, linderos y área del predio de mayor extensión, al igual que las coordenadas, linderos, área requerida y del área remanente.

  La ficha debe reportar el tipo de adquisición, afectación (predio de mayor extensión, compra total, compra parcial, servidumbre, ocupación temporal, zona de ronda hidráulica, cuerpo de agua, zona de manejo y preservación ambiental). Debe incluir las áreas construidas por tipologías. Las coordenadas geográficas y el número de identificación del punto (mojón), deben coincidir con los puntos y numeración del plano general de Declaratoria de Utilidad Pública.
- El Contratista entregará, para cada predio, una ficha técnica predial en medio digital editable (“shape” y archivo “mxd”) y físico en la cual deben registrarse las firmas de quien elaboró, dibujó, aprobó, con el visto bueno del interventor.
- Las fichas prediales deben indicar:
  - Identificación predial
  - Identificación de los titulares inscritos en la base catastral con nombre, cédula, etc.
  - Los tipos de edificaciones: áreas cubiertas, patios, enramadas, cerramientos, zonas duras y otros (piscinas, canchas, etc.)
  - Áreas de terreno
  - Áreas de construcción
  - Área requerida para el proyecto
  - Área restante si corresponde a venta parcial
  - Plano de localización (georreferenciado)
  - Los tipos de negociación: Compra total, compra parcial (indicando y acotando las áreas afectadas y remanentes), compra de mejoras, constitución de servidumbres, ocupaciones temporales.

3.3.3 Concepto Técnico

Con la información obtenida en terreno el Contratista presentará, a través de un informe escrito, el concepto de cada predio que contenga el tipo de áreas afectadas y uso del inmueble, esto con el fin de registrar recomendaciones correspondientes en cada caso presentado; se debe anexar para tal fin el formato de captura de información en terreno, el cual contendrá el croquis del predio, registro fotográfico externo e interno del inmueble, descripción de la construcción. La información de campo se consolida en una ficha de campo.

En los casos que la recomendación se de en el sentido de realizar una compra parcial de un determinado predio, se debe justificar si el área remanente es factible de utilizar por parte del vendedor (arquitectónica y estructuralmente) o, por el contrario, debe adquirirse en su totalidad para evitar futuras reclamaciones.

3.4 COMPONENTE JURÍDICO

Previo al inicio de la investigación jurídica predial el Contratista debe contar con la aprobación de los insumos del componente técnico.

Este componente comprende:

3.4.1 Recolección de la Documentación Jurídica

El Contratista realizará la recopilación y entrega de la información jurídica de cada predio requerido y de los documentos que soporten el estudio de títulos a 25 años. La documentación mínima que debe ser entregada es la siguiente:

- Copia de las Escrituras Públicas o título traslaticio de dominio. (tradición de más de 20 años)
- Certificado de Tradición y Libertad del predio con vigencia no mayor de tres (3) meses
- Certificado de existencia y representación legal expedida por cámara y comercio (para predios cuya propiedad ostenta persona jurídica). Folio de matrícula inmobiliaria.
- Boletín catastral.
- Ficha técnica predial
- Persona Jurídica: Copia de Certificado de Existencia y Representación Legal, Certificado de la Personería Jurídica o fotocopia del documento que certifique la existencia y representación legal de la organización, expedido por la Entidad competente. (Vigencia no mayor a treinta (30) días)

Igualmente se debe entregar:

- Estudios de zonas homogéneas físicas y geoeconómicas existentes, planes de ordenamiento territorial, entre otros.

3.4.2 Estudio de títulos

Con la información obtenida el Contratista presentará un estudio de títulos de cada predio que contenga: nombre, identificación, tipo de persona, % de propiedad, identificación del inmueble (matrícula, cedula catastral, chip, dirección principal y secundarias, áreas de títulos, matricula, boletín y ficha predial, linderos, tradición, historia física del inmueble, gravámenes y limitaciones, análisis y recomendaciones jurídicas y documentos estudiados, el tipo de tenencia y situación jurídica actual de los predios afectados por el proyecto y registrar el área de terreno según de la

información catastral y el área por títulos; además las recomendaciones correspondientes en cada caso presentado.

El estudio de títulos debe hacerse a un mínimo de 20 años y dentro del estudio se debe hacer la recomendación de solicitar la certificación de cabida y linderos, en caso de que se encuentra diferencia de áreas entre el título adquisitivo de dominio, el boletín catastral y/o el folio de matrícula inmobiliaria.

En los casos en que existan derechos adquiridos dentro de un humedal se debe realizar un estudio de títulos con anterioridad al 15 de abril de 1887 para entrar a determinar lo siguiente:

- Teniendo en cuenta que el Código Civil Ley 57 de 1887 definió que todas las aguas que corren por los cauces naturales son bienes de la nación, de uso público, con la excepción de que las aguas que nacen y mueren dentro de una misma heredad pertenecen a los dueños de las riberas y sus sucesores, es desde esa fecha que se consideraron como bienes pertenecientes al estado; por lo tanto, es desde antes de la expedición de dicho ordenamiento que se podrían considerar que los predios que contengan un cuerpo de agua a la luz del artículo 677 del Código Civil no serían bienes de uso público sino de particulares. Por lo tanto, se podría realizar la adquisición del inmueble en su totalidad y, en ese caso, sería la entidad encargada del avalúo la que señalaría sí se requiere el valor a las correspondientes zonas que lo comprenden, pero se debe demostrar la propiedad con el correspondiente título de dominio con una fecha anterior a la expedición de la ley 57 de 1887.

3.5 COMPONENTE SOCIAL

Con el fin de no generar falsas expectativas a los propietarios el Contratista debe, en primer término, haber terminado los estudios del trazado de la línea férrea, la definición técnica de las obras complementarias, el patio taller, el Centro de Control de Operaciones y demás instalaciones técnicas del sistema, contando con las respectivas aprobaciones del Interventor, Estructurador y la EMB. Luego de ello podrá iniciar sus actividades asociadas al componente social); adicionalmente, debe contar, como mínimo, con los siguientes insumos:

- Base preliminar que contenga: número del predio, nombres y apellidos del propietario o propietarios, folio de matrícula inmobiliaria y dirección.
- Plano o tira topográfica que facilite su identificación predial (Plano aprobado por el componente técnico).

El componente social de la gestión predial debe estar articulado y trabajarse en concordancia, con las obligaciones y especificaciones del ET-14, en cuanto al levantamiento de información, la identificación de impactos, riesgos, línea base, gestión ambiental y social y el capítulo de participación social.

3.5.1 Socialización técnica y afectación predial del proyecto

El Contratista debe realizar la respectiva reunión de la socialización técnica general del proyecto y la explicación puntual de los predios directamente afectados en desarrollo de la ejecución de la obra; para ello debe contactar a los líderes de las diferentes organizaciones de base y realizará el proceso de convocatoria masiva, a toda la comunidad identificada en el área de influencia directa del proyecto, a través de carteleras, afiches o volantes informativos y demás obligaciones establecidas en la especificación técnica "Estudio de Impacto Ambiental y Social" particularmente en el capítulo de participación social. En este proceso el Contratista debe contar con el acompañamiento de profesionales sociales con experiencia en la materia.

El proceso de convocatoria debe ser avalada por el Interventor, Estructurador y la EMB y acorde con lo establecido en las obligaciones de la especificación técnica "Estudio de Impacto Ambiental y Social" capítulo "Participación Social"; como resultado de la misma, el Contratista debe entregar la ayuda de memoria de la reunión, listado de asistencia, acta de la reunión, copia de la presentación, registro fotográfico y control de asistencia y ser incluido en los documentos de participación social establecido en la especificación técnica antes indicada, como un capítulo específico.

Para aquellos predios construidos, en los cuales se identifique compra parcial y/o total, se debe realizar la convocatoria predio a predio, dejando constancia de la entrega de la misma.

En aquellos casos en donde el proyecto se desarrolle por tramos o componentes, se debe realizar una reunión de socialización por cada uno de ellos, garantizando que toda la comunidad tenga pleno conocimiento del proyecto y de su afectación predial.

3.5.2 Concepto social

Con la información levantada, el Contratista presentará un concepto social, el cual debe indicar las unidades sociales identificadas y su tenencia incluyendo si en el predio se desarrolla algún tipo de actividad económica, los principales impactos generados a razón del traslado y las recomendaciones generales con el fin de mitigar el impacto.

3.5.3 Base de datos de unidades sociales

El Contratista debe hacer entrega de una base de datos georreferenciada que contenga, como mínimo, la siguiente información:

- Número predial municipal y único nacional.
- Folio de la matrícula inmobiliaria
- Nombre de la unidad social
- Dirección
- Datos de contacto (teléfono, dirección de residencia)

- Tenencia
- Identificación de actividades económicas
- Tipo de unidad social
- Principal uso del predio
- Otros que se requieran, previamente acordados entre el Contratista, el Interventor, el Estructurador, y la EMB.

3.6 DESARROLLO DE LA BASE DE DATOS

El Contratista debe entregar la información técnica, jurídica y social en una base de datos especializada que contenga todos los predios requeridos, de modo que puedan generar información rápida y certeza.

Para la elaboración de la Base de Datos, el Contratista debe considerar, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Estructura lógica de las carpetas y organización de la información, garantizando la fácil consulta y manipulación de la información.
- Geodatabase estructurada del diagnóstico.
- Construcción del Catálogo de Objetos Geográficos, conforme a la NTC 5661 información geográfica método para catalogación de objetos geográficos. Los Objetos Geográficos deben ser validados por el DAPM y el Interventor.
- Construcción del Diccionario de Datos.
- Plantilla de Metadatos con el perfil mínimo establecido por la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales – ICDE y la IDESC.
- Documentos léame (Documentos donde se presente los aspectos técnicos para la elaboración del SIG).
- Archivos editables en formato ArcMap (ArcGis – “mdx”)

Esta información debe ser entregada en medio físico y magnético y contendrá, entre otros aspectos:

- Número del predio (que debe corresponder al número de la ficha técnica predial)
- Nomenclatura oficial del predio
- Nombre y teléfono del(los) propietario(s), poseedor(es)
- Número de cedula o NIT.
- Número de la matricula inmobiliaria
- Cedula catastral - código Chip
- Número de la escritura pública o título traslaticio de dominio.
- Fecha de la escritura pública
- Notaría
- Área Total de Predio

- Área del Predio Según Levantamiento Topográfico
- Área del Predio Según Escritura Pública
- Área del Predio Según Catastro Distrital
- Área de Terreno Requerida por la obra según DUP- Declaratoria de Utilidad Pública
- Área del Terreno Sobrante
- Área del Predio Afectada por retiros a cuerpo de agua u oros - Área útil
- Área total de la construcción.
- Área de enramadas o anexos a la construcción (definiendo el tipo)
- Área zonas duras
- Metros lineales de cerramiento
- Otras áreas
- Tipo de Negociación: Compra total o parcial y servidumbre
- Tipo de tenencia: Propietario, Poseedor, Arrendatario, Subarrendatario, tenedor.
- Tipo de Unidad social: Hogar, económico, socioeconómico, rentista, sin uso.
- Usos del Predio: Residencial y/o Vivienda, comercio, Industrial, Institucional, Renta o arrendamiento, y demás actividades económicas.
- Costos por predio

4 RESULTADOS

El Contratista debe entregar la información recolectada, la que se produzca de los conceptos jurídicos y técnicos, y toda la documentación que hace parte del este componente predial (jurídica, técnica, social, informes generales, planos entre otros), en medio físico y magnético, consolidada en carpetas por predio.

La información comprende:

4.1 Debida Diligencia

Como resultado de esta etapa el Contratista debe presentar un informe detallado de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que se consoliden los principales hallazgos y conclusiones respecto de la aplicación que dicha información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente técnico, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

El informe de Debida diligencia debe incluir, como mínimo:

- Relación detallada de información recopilada y revisada con el fin de validar o no la conveniencia de esta como insumo primario.
- Metodología utilizada para la elaboración o levantamiento de la información elaborada por el Contratista, incluyendo el trabajo de campo.

4.2 Factibilidad

Se debe contar como mínimo con:

A. Información general del proyecto

La Información general del proyecto se debe comprender:

- La memoria técnica
- Planos (formato “mdx”)
    - Plano de declaratoria de utilidad pública con las firmas correspondientes
    - Planos de Secretaría Distrital de Planeación.
    - Plano catastral a nivel predio.
    - Planos del IGAC.
    - Plano de trazado en planta del proyecto con la información de los predios y el avaluó de cada predio mencionado en este plano y demás información.
- Censo poblacional
- Fichas prediales.
- Bases de datos (Información técnica, Jurídica y Social)
- Registro fotográfico general, complementario al incluido en las fichas prediales
- Normatividad urbanística general
- Valor total de la gestión socio predial, incluyendo avalúo comercial, daño emergente, lucro cesante, más los reconocimientos económicos basados en la resolución de reasentamiento de la EMB, para ser incorporado al CAPEX del proyecto.

B. Información de cada predio

La información de cada predio se debe entregar, en medio físico y digital, separando la información técnica, jurídica y social en el siguiente orden:

- Información Jurídica:
    - Copia de las escrituras públicas o título traslaticio de dominio.
    - Certificado de Tradición y Libertad del predio con vigencia no mayor a tres (3) meses.
    - Certificado de existencia y representación legal expedido por Cámara de Comercio con vigencia no mayor a tres (3) meses.
    - Boletín catastral.
    - Manzanas catastrales (nivel manzana y predio) y/o fichas prediales.
    - Representaciones legales (Según sea el caso).
    - Estudio de Títulos.
- Información Técnica:

- Ficha Técnica predial.
- Fotografías del predio.
- Concepto técnico.
- Costos (suelo, construcción, mejoras, lucro cesante, daño emergente, demoliciones, otros).

- Información Social:
  - Censos por predio (Censo de cada una de las unidades sociales identificadas).
  - Concepto social por predio.
  - Base de datos de Unidades Sociales.
  - Lineamientos sociales de levantamiento de información establecidos en la especificación Técnica “Estudio de Impacto Ambiental y Social”

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA 05

ET – 05 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL (EIAS)

Bogotá D.C., abril de 2021

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

CONTENIDO

1. OBJETIVOS 4
1.1. OBJETIVO GENERAL 4
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4
2. NORMATIVIDAD APLICABLE 7
3. ALCANCE 9
4. INSUMOS NECESARIOS 9
5. RESULTADOS 10
5.1. Debida Diligencia 10
5.2. Estudio de Impacto Ambiental y Social 11
5.2.1. Resumen Ejecutivo 11
5.2.2. Introducción 12
5.2.3. Descripción del proyecto 13
5.2.4. Marco Legal e Institucional 20
5.2.5. Línea Base 21
5.2.6. Zonificación Ambiental y Social 66
5.2.7. Demanda, Uso, Aprovechamiento Y/O Afectación De Recursos Naturales 68
5.2.8. Impactos Y Riesgos Ambientales Y Sociales 74
5.2.9. Plan De Manejo Ambiental Y Social 80
5.2.10. Plan De Monitoreo y Seguimiento (PMS) 89
5.2.11. Sistema de Gestión de Seguridad y salud en el trabajo (SG-SST) 90
5.2.12. Plan de Gestión de Riesgo de Desastres 91
5.3. Participación Social 91
5.3.1. Documento de recomendaciones ciudadanas frente al proyecto 95
5.3.2. Documento de percepción ciudadana sobre el proyecto 97
5.3.3. Programas de Gestión Social 98
5.3.4. Consolidado de gestión social 112
5.3.5. Reportes periódicos de gestión social 113
5.4. Pliegos Para La Etapa De Construcción y su Presupuesto (Contratista–Interventoría) 114

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

5.5. Cronograma De Ejecución 114
5.6. Presupuesto 115
5.7. Conclusiones 116
5.8. Anexos 116

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

El objeto del presente documento consiste en definir las especificaciones y requerimientos que el Contratista tendrá que cumplir en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la Línea 2 del Metro de Bogotá.

Para el Estudio de Impacto Ambiental y Social, el Contratista deberá identificar, definir y evaluar los riesgos e impactos ambientales y sociales adversos potencialmente significativos de las áreas de influencia del proyecto de construcción y operación de la Línea 2 del Metro de Bogotá, de las estaciones, instalaciones conexas, patio y taller y determinar las medidas de manejo ambiental, social y de seguridad y salud en el trabajo a implementar en el proyecto

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se espera que el Contratista con la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social para la Línea 2 del Metro de Bogotá y su infraestructura asociada, alcance como mínimo pero sin limitarse:

- Recopilar y obtener información que permita describir las condiciones de los componentes físico, biótico y socioeconómico en el área de influencia del proyecto., en donde se construirá y operará la Línea 2.
- Realizar el Estudio de Impacto Ambiental y Social con base en información primaria y secundaria, además de contar con las técnicas y métodos necesarios, que ayuden a hacer del estudio un verdadero instrumento de toma de decisiones.
- Describir y caracterizar los componentes físico, biótico y socioeconómico en el área de influencia donde se pretende realizar el proyecto,
- Realizar la zonificación ambiental y de manejo ambiental donde se identifiquen las áreas sensibles de manejo especial, ambiental y social que deban ser manejadas especialmente durante el desarrollo del proyecto.
- Identificar y evaluar los impactos que pueda producir el proyecto, efectuando la caracterización de cada uno.
- Coordinar internamente la información de diseño y especificaciones técnicas necesarias para desarrollar los componentes ambiental, social y de Seguridad y Salud en el Trabajo, tal como: demanda de recursos, volúmenes generados de residuos, , RCD, diseño de sistemas de tratamientos de aguas, volúmenes de vertimientos, demanda de agua, manejo integral de residuos; entre otros que sean necesarios para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Identificar y evaluar los riesgos de desastre ambientales y sociales que se puedan producir durante el desarrollo de la construcción y operación de la Línea 2.
- Evaluar los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos generados por la ejecución del Proyecto, contemplando su relación con el desarrollo de otros proyectos ubicados en las áreas de influencia del desarrollo de la Línea 2. Formular el Plan de Manejo Ambiental y Social (PMAS) que contenga las medidas de prevención, control, corrección, compensación y mitigación de los efectos negativos generados por la construcción y operación del proyecto.
- Diseñar los programas de seguimiento y monitoreo ambiental y social que permitan evaluar la pertinencia, eficiencia y eficacia del Plan de Manejo Ambiental y Social para las etapas de construcción y operación del Proyecto.
- Elaborar el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo para la etapa de construcción del proyecto.
- Diseñar el plan de emergencias y contingencias sobre la base de la identificación y evaluación de los riesgos naturales y antrópicos vinculados a la construcción del proyecto.
- Diseñar el cronograma de actividades ambientales, sociales y de seguridad y salud en el trabajo, así como el presupuesto que incurrirá con motivo de la ejecución del Plan de Manejo Ambiental y Social, y que estará a cargo del Contratista donde se identifique, como mínimo, el período de recolección de información, procesamiento, análisis y elaboración de todos y cada uno de los documentos solicitados. Indicará así mismo la entrega de los informes y soportes requeridos por la Interventoría, y la Empresa Metro.
- Realizar los monitoreos de calidad ambiental y analizar los resultados comparándolos con la normatividad vigente, con el fin de verificar el cumplimiento de las normas. Así mismo, mediante modelos definir los escenarios y estimación de la contaminación para predecir las condiciones e impactos que se tendrán en el área de influencia del proyecto durante la etapa de construcción y operación.
- Realizar los estudios necesarios para obtener la demanda de recursos naturales renovables y no renovables.
- Entregar a la Interventoría los documentos y requisitos necesarios para la obtención de los permisos y autorizaciones ambientales y de seguridad y salud en el trabajo, para que realice su revisión y aprobación, y posteriormente entrega a la Empresa Metro de Bogotá, para que efectúe el trámite ante las Entidades correspondientes.
- Realizar el programa de arqueología preventiva hasta la formulación de un Plan de Manejo Arqueológico para aprobación del ICANH en el área de influencia directa del proyecto que permita definir sus medidas de manejo. Este programa y plan debe estar incluido en el capítulo del Plan de Manejo Ambiental y Social- Programas del Medio Socioeconómico.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Identificar por medio de las entidades competentes los Bienes de Interés Cultural, dentro del polígono del área de influencia, actos administrativos correspondientes y la delimitación de los sectores de interés cultural.
- Identificar, describir y cuantificar las zonas verdes y blandas susceptibles de afectación por el desarrollo del proyecto y realizar el balance de endurecimiento de zonas verdes, acorde con lo establecido en la normatividad vigente.
- Realizar el inventario forestal y establecer los tratamientos silviculturales recomendados según el estado fitosanitario de cada individuo y/o la afectación por el desarrollo del proyecto.
- Realizar las estimaciones de las compensaciones ambientales que se deriven por la demanda de recursos naturales.
- Adelantar el proceso de participación mediante el análisis e identificación de los actores sociales, terceros interesados y la planificación de su participación; con una divulgación, diseminación de información constante especialmente a las Comunidades Afectadas, llevando a cabo consultas y procesos de participación con enfoque diferencial y de género.
- Identificar por medio de las entidades competentes, la presencia de grupos étnicos en el área de influencia del proyecto con el fin de definir la necesidad de consulta previa.
- Incluir la participación de las comunidades afectadas, desarrollando procesos de información, discusión y concertación -si es el caso- de los impactos generados por el proyecto y medidas propuestas. Los resultados de este proceso se consignarán en las respectivas actas, que permitan certificar el trabajo realizado con las comunidades e identificar los puntos en donde la participación de la ciudadanía generó ajustes o complementos al Plan de Manejo Ambiental y Social.
- Realizar un análisis del proyecto para determinar posibles riesgos e impactos de género y población vulnerable que puedan verse afectadas. Si se detectan posibles riesgos e impactos de esa índole, el Contratista deberá incorporar en el diseño del proyecto medidas para evitar, minimizar o mitigar los impactos negativos identificados.
- Definir herramientas y metodología de recolección de información con la comunidad y actores relevantes del área de influencia.
- Evaluar los riesgos e impactos de los Derechos Humanos que se puedan presentar durante las etapas del proyecto
- Definir un mecanismo de recepción y manejo de preguntas, quejas, reclamos y solicitudes con sus respectivos formatos acorde a los lineamientos establecidos por la interventoría y la EMB.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Dado que el componente de género e inclusión social debe ser transversal a todos los programas y l proyecto, es necesario que cada uno de los programas de manejo social y los que se creen adicionales, incorporen medidas que, como condición mínima, no profundicen las desigualdades de género y otras desigualdades, y que procuren contribuir mejorar la calidad de vida de los grupos vulnerables, entre estos, mujeres, personas en situación de discapacidad y comunidades étnicas.

- Definir y caracterizar el área de influencia del proyecto, incluyendo las dimensiones geográficas, demográficas, espacial, cultural, político administrativo, económico y población sujeta de reasentamiento.

- Proponer un plan de comunicaciones aprobado por la Interventoría y la EMB que partiendo de la caracterización social se oriente a establecer canales de comunicación con las comunidades vecinas.

- Preparar los contenidos informativos dirigidos a las comunidades vecinas de acuerdo con los lineamientos de la interventoría y la EMB.

- Llevar a cabo reuniones con grupos ciudadanos que permitan el flujo sistematizado de información en las dos direcciones.

- Conformar con la comunidad vecina comités ciudadanos con el fin de llevar a cabo un trabajo de recolección de información y control social del mismo.

- Recopilar, sistematizar y georreferenciar para el equipo técnico, recomendaciones urbanísticas que surjan de los Comités Ciudadanos, susceptibles a ser incorporadas en la etapa de estudios y diseños, especialmente recomendaciones de seguridad, accesibilidad y movilidad peatonal durante obra, y generación de espacios públicos de compensación social, orientados a mejorar la cantidad y calidad de tales espacios, y en particular a evitar remanentes y “culatas” que se conviertan en focos de deterioro urbano.

- Llevar a cabo los dos momentos de consulta requeridos, en donde se socialicen los avances en la estructuración del Proyecto, el alcance de los términos de referencia del EIAS, así como el alcance de las actividades contratadas, los tiempos, la línea de atención, la estructura general de los términos de referencia, el alcance del estudio; así mismo la identificación de impactos y recepción de propuestas para su manejo y mitigación, con la participación de la comunidad del área de influencia del proyecto, la zona donde se establecerá el patio taller, representantes de las alcaldías locales, banca multilateral, academia, organizaciones, ONG, entre otros.

- Preparar un Plan de Gestión Social para su ejecución durante la obra.

2. NORMATIVIDAD APLICABLE

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

El proyecto consiste en desarrollar estudios que estén alineados con los términos de referencia aplicados a los estudios de impacto ambiental y social para un proyecto de inversión del tipo del proyecto Línea 2, en el marco normativo nacional, y su alcance ambiental y social correspondiente. Además de la aplicación de las salvaguardias, políticas, guías y estándares de los organismos financiadores que apliquen.

El Estudio de Impacto Ambiental y Social se debe elaborar teniendo en cuenta como referencia la normatividad ambiental y social aplicable a proyectos de similares condiciones, de seguridad y salud en el trabajo vigente, así como los componentes de la gestión ambiental, social y de seguridad y salud en el trabajo que maneja el IDU como parte de sus proyectos de infraestructura.

Para los análisis sociales, el Contratista debe tener en cuenta la normatividad de acuerdo con la reglamentación vigente:

- Resolución 4999 del 6 de julio de 2015: Por la cual se adopta la Política de Gestión Social y Servicio a la Ciudadanía, la cual se materializa a través de la implementación de los siguientes documentos: (i) Guía de Gestión Social para el Desarrollo Urbano Sostenible, dirigida a funcionarios, contratistas e interventores; (ii) la Cartilla de Participación Ciudadana y Control Social “Construyendo ciudad” que orienta a los ciudadanos en el derecho a la participación y el control social y (iii) Manual para la Atención a la Ciudadanía dirigido a los funcionarios, servidores y contratistas del Instituto de Desarrollo Urbano. Cartilla de participación ciudadana y control social “Construyendo Ciudad” y el manual de atención a la ciudadanía.
- Ley 1757 de 2015: Por la cual se dictan disposiciones en materia de promoción y protección del derecho a la participación democrática.
- Ley 1474 de 2011: Por la cual se dictan normas orientadas a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción y la efectividad del control de la gestión pública.
- Ley 850 de 2003: Por medio de la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas.
- Decreto 371 de 2010: Por el cual se establecen lineamientos para preservar y fortalecer la transparencia y para la prevención de la corrupción en las Entidades y Organismos del Distrito Capital.
- Guía de Movilidad Reducida IDU y guía práctica de la movilidad urbana.
- Ley 134 de 1994: Mecanismos de participación ciudadana.
- Resolución 747 de 1998: Topes máximos para sueldos y demás gastos que se pueden pagar por contratos.
- Decreto 190 de 2014: Plan de Ordenamiento Territorial para Bogotá.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Acuerdo 79 de 2003: Código de Policía de Bogotá D.C.
- Acuerdo No. 645 de 2016: Por el cual se adopta el plan de desarrollo, económico, social, ambiental y de obras públicas para Bogotá 2016-2020; Bogotá Mejor para Todos.
- Decreto 197 de 2014: Por medio del cual se adopta la Política Pública Distrital de Servicio a la Ciudadanía en la ciudad de Bogotá D.C.
- **Decreto 329 de 2006:** Por el cual se modifican los factores y parámetros para el reconocimiento del componente económico del Plan de Gestión Social establecidos en el artículo 6° del Decreto 296 de 2003.
- **Leyes 9ª de 1989 y Ley 388 de 1997:** Garantizar que la utilización del suelo por parte de sus propietarios se ajuste a la función social de la propiedad y permita hacer efectivos los derechos constitucionales a la vivienda y a los servicios públicos domiciliarios, y velar por la creación y la defensa del espacio público, así como la protección del medio ambiente y la prevención de desastres".
- **Ley de infraestructura 1682 de 2013 y Ley 1742 IGAC de 2014, Ley 1563 de 2012:** Regulan y actualizan lo concerniente, entre otros asuntos, a la adquisición de predios para obras de infraestructura.

De igual manera para los análisis sociales, el Contratista debe tener en cuenta la guía de Gestión Social para el Desarrollo Urbano Sostenible del Instituto de Desarrollo Urbano.

3. ALCANCE

El Contratista presentará las diferentes metodologías, completas y detalladas utilizadas para la realización del Estudio de Impacto Ambiental y Social elaborado con base en información primaria, obtenida a partir de los diferentes métodos y técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio, incluyendo los procedimientos y métodos de recolección, procesamiento y análisis de la información, así como las fechas durante las cuales se ejecutan los estudios de cada uno de los componentes de la línea base (cronograma de actividades del EIAS), incluyendo la elaboración del Plan de Gestión de Riesgos de Desastre y el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Lo anterior, será complementado con la información secundaria requerida, según sea el caso.

4. INSUMOS NECESARIOS

Para el diseño avanzado a nivel de factibilidad del Estudio Impacto Ambiental y Social, se deberán tener en cuenta entre otros los siguientes documentos:

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Productos de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá.
- Documento Estudio Impacto Ambiental y Social de la Ingeniería Básica avanzada de la Primera Línea del Metro de Bogotá – Tramo 1.
- Referencias y bibliografía de Estudios de Impacto Ambiental y Social de otros sistemas ferroviarios nacionales e internacionales en estructuración a nivel de factibilidad, en construcción y/ en operación.
- Documentos que se produzcan durante la ejecución de la misma Contratista y que complementen la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social,
- Salvaguardas, políticas, estándares y guías de los organismos financiadores, en caso de aplicar.

En cualquier caso, estos documentos serán considerados como referencia, no limitándose a los estudios y diseños a realizar. La gestión de la información o insumos es responsabilidad del Contratista.

5. RESULTADOS

Los resultados del Estudio de Impacto Ambiental y Social corresponden a la Debida Diligencia (Numeral 5.1). Para la Factibilidad, los resultados corresponden a los Numerales 5.2 a 5.8, los cuales se listan a continuación:

- Estudio de Impacto Ambiental y Social
- Participación social
- Pliegos Para La Etapa De Construcción y su Presupuesto (Contratista– Interventoría)
- Cronograma de ejecución
- Presupuesto
- Conclusiones
- Anexos

5.1. Debida Diligencia

El Contratista debe, por su cuenta, investigar, recopilar, analizar, revisar, consultar y evaluar la información encontrada de todos los estudios previos que se han realizado en el área de influencia del proyecto, con el fin de verificar con la situación actual.

La revisión de la información producto de estudios previos busca que el Contratista conozca al detalle los insumos que existen, los evalúe y determine cuáles de ellos debe considerar como determinante en sus análisis; es decir, cuales siguen siendo válidos o pertinentes y cuales es necesario actualizar teniendo en cuenta los parámetros que se han planteado en el proyecto.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

Además, es preciso revisar las normas relacionadas con todos los instrumentos de planeación y normativos adoptados o en proceso de adopción, que se localicen en el área de influencia del proyecto que puedan ser determinantes para el análisis de este. Por lo mismo, es preciso que el Contratista haga su propia investigación en las entidades competentes.

Dentro de la "Debida diligencia de la información", se debe presentar un informe en el que consolide los principales hallazgos de la recopilación y análisis de la información existente.

5.2. Estudio de Impacto Ambiental y Social

El Contratista deberá incluir en el Estudio de Impacto Ambiental y Social como mínimo la siguiente estructura e información:

5.2.1. Resumen Ejecutivo

El Contratista deberá presentar un Resumen Ejecutivo del Estudio de Impacto Ambiental y Social, el cual debe contener una síntesis del Proyecto, las características relevantes del área de influencia, las obras y actividades a ejecutar durante el Proyecto, el método de evaluación ambiental y social seleccionado, la jerarquización y cuantificación de los impactos ambientales y sociales significativos, la zonificación ambiental y de manejo, y de las necesidades de aprovechamiento de recursos con sus características principales y los espacios de participación desarrollados. Asimismo, especificar el cronograma de implementación del Proyecto y del Plan de Manejo Ambiental y Social. En este sentido, el Resumen Ejecutivo debe contener como mínimo:

- Introducción
- Objetivo general y específicos.
- Información del Proyecto (antecedentes, justificación y descripción del Proyecto).
- Síntesis del Proyecto en donde se establecen las características relevantes de las actividades a ejecutar durante el Proyecto.
- Permisos y/o autorizaciones requeridas en el Proyecto.
- Localización, extensión y características principales de las áreas de influencia por componentes.
- Línea base (aspectos relacionados con la caracterización el medio biótico, abiótico y socioeconómico).
- Demanda y necesidades de uso y/o aprovechamiento de recursos naturales renovables y no renovables.
- Impactos y riesgos ambientales y sociales (análisis de impactos acumulativos, pasivos ambientales, y beneficios de los impactos ambientales y sociales).

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Método de evaluación ambiental y social de impactos utilizado para la jerarquización cuantificación de los impactos ambientales y sociales.
- Principales impactos y riesgos identificados.
- Plan de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Zonificación de manejo ambiental.
- Breve reseña del Plan de Manejo Ambiental y Social – PMAS.
- Cronograma general estimado de ejecución del Proyecto. Cronograma general estimado de ejecución del PMAS concordante con la ejecución del Proyecto.
- Resultados de la participación ciudadana.
- Listado de las salvaguardas, políticas, estándares y guías ambientales y sociales de las Entidades Multilaterales o Entidades Financiadoras, en caso de aplicar
- Actividades a seguir para el desmantelamiento y abandono de instalaciones temporales.
- Consultas y socializaciones con las partes interesadas.
- Conclusiones

Este Resumen ejecutivo deberá presentarse en idioma español e inglés.

5.2.2. Introducción

Indicar los aspectos relacionados con el tipo de proyecto, localización, justificación, y etapas de construcción y operación. Especificar los mecanismos, procedimientos y métodos de recolección, procesamiento y análisis de la información, grado de incertidumbre de la misma, así como las fechas durante las cuales se llevaron a cabo los estudios de cada uno de los componentes. De manera resumida, hacer una descripción general del contenido de cada uno de los capítulos que contenga el estudio y de los profesionales participantes.

5.2.2.1. Objetivo

Definir los objetivos generales y específicos referentes al Estudio de Impacto Ambiental y Social del proyecto.

5.2.2.2. Antecedentes

Presentar los aspectos relevantes del proyecto hasta la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social con énfasis en: justificación, estudios e investigaciones previas, trámites anteriores ante autoridades competentes, en el área de influencia del proyecto y otros aspectos que se consideren pertinentes.

5.2.2.3. Metodología del Estudio de Impacto Ambiental y Social

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

El Contratista presentará las diferentes metodologías, completas y detalladas utilizadas para la realización del Estudio de Impacto Ambiental y Social elaborado con base en información primaria, obtenida a partir de los diferentes métodos y técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio, incluyendo los procedimientos y métodos de recolección , procesamiento y análisis de la información , así como las fechas durante las cuales se ejecutan los estudios de cada uno de los componentes de línea base.
Asimismo, el Contratista deberá incluir un resumen de la elaboración del Plan de Gestión de Riesgos de Desastres y el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de acuerdo con la Ley Aplicable.

5.2.2.4. Personal que elabora el Estudio de Impacto Ambiental y Social

El Contratista deberá incluir la información del equipo de profesionales que participó en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social, especificando la profesión y el rol desempeñado.

5.2.3. Descripción del proyecto

El Contratista deberá incluir en este capítulo como mínimo la siguiente información:

5.2.3.1. Localización

Especificar de manera esquemática, la localización del Proyecto. Se debe localizar el Proyecto en un plano georreferenciado en coordenadas planas (magna sirgas origen Bogotá D.C.) a escala 1:10.000. Que permita la adecuada lectura de la información, cumpliendo con los estándares de cartografía base del IGAC e IDECA, así como con los catálogos de objetos.

El mapa de localización debe incluir, entre otros, la delimitación del área prevista a intervenir con el desarrollo del Proyecto, así como sus obras e instalaciones temporales y los siguientes aspectos de información básica: i) Curvas de nivel, ii) Hidrografía y iii) Accidentes geográficos.

5.2.3.2. Características del proyecto

El Contratista deberá especificar las características técnicas del proyecto para la Línea 2 para la construcción y operación a partir de los diseños de ingeniería básica avanzada.

Se deberá describir, calcular, dimensionar, diseñar y ubicar en planos o mapas (planta, perfil y cortes típicos), las siguientes actividades para las etapas de construcción y operación del proyecto:

5.2.3.3. Infraestructura existente

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- El tipo de vías, líneas férreas e infraestructura.
- Estado actual de las vías e infraestructura que va a ser utilizada o modificada por el Proyecto.
- Clasificación de las vías de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Transporte.
- Descripción de las vías existentes que serán utilizadas por el Proyecto, incluir las secciones típicas de acuerdo con la vía.
- La información sobre la infraestructura existente debe presentarse en planos a escala 1:25.000 o más detallada.

5.2.3.3.1. **Etapas y Fases (actividades a ejecutar) del Proyecto**

El Contratista deberá incluir la descripción de cada una de las Fases bajo las cuales se desarrollará el Proyecto, incluyendo las actividades previas y de construcción, así como las actividades de salvamento, desmantelamiento, restauración, cierre y clausura y/o terminación de todas las acciones, usos del espacio, actividades e infraestructura temporal y permanente relacionados y asociados con el desarrollo del Proyecto.

El Contratista deberá incluir el cronograma de ejecución del Proyecto.

5.2.3.4. Diseño del Proyecto

El Contratista deberá presentar las características técnicas del Proyecto para cada una de las Fases, incluyendo los Diseños a nivel de factibilidad de cada una de las obras de infraestructura que hacen parte del Proyecto, acorde con lo siguiente:

5.2.3.4.1. **Trazado y características geométricas del Proyecto**

- Trazado y características geométricas
    - Derecho de vía.
    - Diagrama de masas (material de relleno y excavación).
    - Volumen estimado de remoción de la vegetación y descapote.
    - Volumen estimado de cortes y rellenos.
    - Velocidad de diseño del Proyecto.
    - Presentación de las secciones transversales de cada uno de los perfiles a lo largo del Proyecto.

- Superestructura:
    - Regulación de los elementos y componentes de la superestructura de línea.
    - Factores que influyen en el dimensionamiento de la sección transversal de línea.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Criterios de diseño para el dimensionamiento de la superestructura de línea.
- Composición de la sección transversal.
- Criterios de dimensionamiento de la sección transversal y la superestructura de línea.

- Infraestructura de transporte del Proyecto:
  - Puentes.
  - Intersecciones a nivel o desnivel.
  - Obras urbanas (espacio público, paisajismo, entre otros).
  - Cruces con otras obras lineales.
  - Cruces de cuerpos de agua.
  - Obras en zonas no urbanas o fuera del perímetro urbano.
  - Demás tipos de infraestructura que conforman el Proyecto.

- Infraestructura de drenaje:
  - Infraestructura de drenaje.
  - Cruces de corrientes de aguas superficiales.
  - Necesidades de desvíos y canalizaciones de cauces: provisionales y definitivos.
  - Interceptación de aguas subterráneas: provisionales y definitivas.

- Infraestructura de geotecnia:
  - Taludes previstos en cortes y terraplenes.
  - Obras de geotecnia y/o estabilidad de taludes.
  - Para los tramos en túneles se deben especificar las técnicas constructivas y los equipos a utilizar; así mismo se deben detallar los procesos de emportalamiento, métodos de excavación, tipo de soporte (primario y final), manejo de aguas de infiltración, manejo de aguas industriales, necesidad y tipo de revestimiento e impermeabilización, entre otros
  - Infraestructura de ventilación de túneles y estaciones

5.2.3.4.2. **Alimentación de energía eléctrica**

- Planos en planta con la localización de las subestaciones eléctricas.
- Descripción de las obras de infraestructura asociadas.
- Fuentes alternativas de generación de energía.
- Infraestructura preexistente y su relación con las obras a ejecutar.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Sistemas y fuentes de generación de energía para las Subestaciones.
- Demanda de potencia y nivel o niveles de tensión a instalar.
- Cálculo del campo electromagnético y su impacto en la operación.
- Protección contra descargas atmosféricas y corrientes parásitas.

5.2.3.4.3. **Infraestructura asociada al Proyecto:**

- Campamentos permanentes y transitorios, Patio(s) de Prefabricado(s) (en caso de ser necesario), sitios de acopio y almacenamiento de materiales y cualquier tipo de infraestructura relacionada con el Proyecto.
    - Incluir cuantificación de los movimientos de tierra y redes de drenaje.
    - Áreas de acopio de residuos.
    - Sitios de acopio y almacenamiento de materiales:
    - Sitio de acopio y almacenamiento de combustibles y en caso de requerirse, de almacenamiento de aceites lubricantes.
    - Localización de sitios para acopio y almacenamiento de materiales.
    - Ubicación de sitios para disposición de material sobrante dentro de los campamentos.
    - Otro tipo de infraestructura: Identificación, descripción y localización.

5.2.3.4.4. **Fuentes materiales y plantas de procesos:**

- Localización de posibles fuentes de materiales.
- Localización de posibles plantas de procesos (asfalto, concreto, trituradoras, entre otras).

5.2.3.4.5. **Infraestructuras y servicios interceptados:**

- Redes eléctricas.
- Redes de gas.
- Redes de alcantarillado y acueducto.
- Redes de tecnologías de la información y la comunicación.
- Vías urbanas.
- Demás infraestructura y redes interceptadas.

5.2.3.4.6. **Infraestructura necesaria para el Patio – Taller**

- Localización del Patio Taller, presentar un plano a nivel de factibilidad y descripción de las áreas donde se desarrollarán las diferentes actividades (accesos, áreas de mantenimiento mayor y menor, edificio administrativo, zonas de manejo de

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

residuos sólidos (convencionales y peligrosos), zona de almacenamiento de sustancias químicas, vía de pruebas, entre otros).
- Áreas de mantenimiento, almacenamiento y manejo de lubricantes y aceites.
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Sistemas de almacenamiento y distribución de combustibles.
- Demás infraestructura necesaria para el patio-taller.

5.2.3.4.7. **Centro de Control de Operaciones (CCO)**
- Descripción detallada del diseño del CCO.

5.2.3.4.8. **Estaciones Metro**
- Tipología de estaciones de metro, incluyendo un plano de vista frontal de cada una.
- Descripción del diseño de las estaciones.
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Áreas para el manejo integral de residuos convencionales y peligrosos.
- Sistemas de almacenamiento y distribución de combustibles.
- Intervención de sitios, infraestructura de interés e importancia (bienes de interés cultural).
- Demás infraestructura necesaria para las estaciones.

5.2.3.4.9. **Urbanismo**
- Descripción del urbanismo a implementar en el Proyecto.
- Manejo de áreas remanentes.
- Mobiliario urbano.
- Espacio público
- Diseño paisajístico.
- Ciclorutas, ciclo parqueadero.
- Demás aspectos de urbanismos desarrollados para la PLMB.

5.2.3.4.10. **Infraestructura vial asociada al Proyecto:**
- Descripción de vías alternas, desvíos locales.
- Manejo y circulación de vehículos de carga.
- Manejo de maquinaria y equipos de la obra.
- Plan de Manejo de Tráfico.

5.2.3.4.11. **Material rodante, equipos y sistema metroferroviarios:**
- Descripción del material rodante, equipos y sistemas metroferroviarios a implementar.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

5.2.3.5. Proceso constructivo del Proyecto

Describir detalladamente el proceso constructivo definido en los Estudios y Diseños a nivel de Factibilidad del Proyecto incluyendo la siguiente información:

- Descripción del proceso constructivo detallado de la obra, analizando cada una de las actividades constructivas (construcción de pilas, construcción de capiteles, montaje del viaducto, fabricación y transporte de dovelas, suministro y montaje de superestructura, construcción de las estaciones metros, soldaduras, construcción de puentes vehiculares, entre otras).
- Listado de maquinaria a utilizar en el Proyecto.
- Localización de las estaciones y patios y talleres y de toda la infraestructura asociada a estos.
- Movimiento de tierras: volúmenes de material de excavación, volúmenes para terraplenes, áreas de relleno y de préstamo. Presentar un balance de masas. Volúmenes de suelo orgánico que se requiere remover (descapote).
- Estimativo de mano de obra durante la construcción y durante la operación.
- Requerimiento de demolición de viviendas u obras de infraestructura: localización, volúmenes y características.
- Tipo y volúmenes de materiales requeridos en la construcción.
- Equipos y maquinaria a utilizar en el proceso constructivo.
- Demanda de recursos ambientales (agua, suelo, vegetación, entre otros).
- Estimación de los caudales de aguas residuales que se generarían, tipo y volúmenes de residuos sólidos, volúmenes de escombros, inventario de drenajes y estructura de control que se requeriría construir.
- Programa de desvíos de tránsito vehicular y peatonal con rutas y horarios definidos.

5.2.3.6. Manejo de volúmenes de material de construcción

Para la ejecución del proyecto y de acuerdo con los diseños de factibilidad, se deberá presentar el listado y la estimación de los volúmenes de insumos que se relacionan a continuación:

- Materiales de construcción:
  - Materiales pétreos (explotados en minas y canteras usados como agregados en la fabricación de concretos, pavimentos, obras de tierra, residuos de construcción y demolición y otros productos).
  - Acero de refuerzo y acero de postensado.
  - Materiales y productos como combustibles, aceites, grasas, disolventes, entre otros. Presentar las respectivas Hojas de Seguridad para Materiales - MSDS y especificar el manejo de los insumos sobrantes.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Insumos procesados como concreto hidráulico, concreto asfáltico, prefabricado y triturados, entre otros.
- Explosivos: En el evento en que exista la necesidad de demolición y/o voladuras, se deben indicar las memorias de perforación y voladura que incluya por lo menos tipo y clase de explosivo y accesorios, potencia, diseño de malla de perforación, proyecciones de fragmentación, sismicidad, tipo de almacenamiento y transporte, ubicación de polvorines. Establecer el tipo de voladura que se empleará y una estimación de las vibraciones que se prevén.
- Balance de masas de los materiales de excavación y de relleno: se debe especificar
- La cantidad de material a reutilizar en el proyecto.

5.2.3.7. Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición (RCD)

Cuando se requiera realizar el manejo, transporte y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición, se debe dar cumplimiento a lo dispuesto en la en la normatividad de vigente, e incluir como mínimo lo siguiente para cada sitio de disposición:

- Relación de los volúmenes estimados de material a disponer en cada uno de los sitios identificados, indicando su procedencia de acuerdo con cada tramo del proyecto y determinación de la ruta a seguir por los vehículos que transportarán el material.
- Localización georreferenciada y mapas topográficos con planimetría y altimetría de los sitios potenciales para la ubicación de los sitios de disposición final de material sobrante o residuos de construcción y demolición del proyecto.
    - Análisis de factores de seguridad y riesgo de desplazamiento ante cargas externas.
    - Identificación de las viviendas y los cuerpos de agua existentes en el área propuesta de adecuación final de los sitios.
    - Parámetros de diseño a nivel de factibilidad y planos a escala 1:5.000 o más detallada, en donde se relacionen, entre otras, las obras de infraestructura necesarias para la adecuación del área (drenajes y subdrenajes, estructuras de confinamiento y contención y taludes, entre otros).
    - Planta y perfiles de la conformación final contemplada.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Identificación de los usos finales de cada uno de los sitios propuestos.

- Localización de los centros de tratamiento y/o aprovechamiento seleccionados para la reutilización de RCD autorizados por la Autoridad Ambiental.
- Estimación de los volúmenes de RCD (demoliciones y excavaciones).

5.2.3.8. Residuos peligrosos y no peligrosos

- Residuos peligrosos y no peligrosos:

Con base en las características del proyecto se debe presentar la siguiente información:

- Clasificación de los residuos sólidos (aprovechables, especiales, de construcción y demolición, ordinarios, peligrosos, entre otros., de acuerdo con lo establecido en la normatividad aplicable.
- Estimación de los volúmenes de residuos peligrosos y no peligrosos a generarse en desarrollo del Proyecto.
- Diseño de las áreas de almacenamiento para los diferentes tipos de residuos, acorde con lo establecido en la normatividad aplicable. Se deberá incluir plano de diseño definitivo de estas áreas por cada estación y en el patio taller.

5.2.3.9. Aspectos de diseño para la mitigación e impactos ambientales y sociales

El Contratista deberá incluir la descripción de todos los aspectos, infraestructura, criterios técnicos, especificaciones técnicas incluidos para mitigar desde los Estudios y Diseños (arquitectura bioclimática, aprovechamiento de agua, eficiencia energética, mitigación de ruido y vibraciones, ventilación e iluminación natural, entre otros) los impactos y riesgos ambientales y sociales que se generen por la construcción y operación del Proyecto.

5.2.4. Marco Legal e Institucional

El Contratista deberá incluir dentro de este capítulo como mínimo lo siguiente:

- Descripción de todos los requisitos legales ambientales, sociales y de seguridad y salud en el trabajo que están directamente relacionados con el Proyecto en todos los niveles (nacional, departamental, distrital). Esto debe incluir lo siguiente:

  - Lista/descripción de legislación aplicable al Proyecto por las áreas ambiental, social y de seguridad y salud en el trabajo.
  - Lista (en formato de tabla con orden cronológico) de todos los permisos y requisitos ambientales, sociales, gestión de riesgos, y de seguridad y salud en el trabajo

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

relacionadas con el Proyecto y las Autoridades Ambientales y Autoridades Gubernamentales con quienes se debe adelantar el trámite.

- Descripción de las salvaguardas, políticas, estándares y guías que se deben cumplir ante las Entidades Multilaterales (en caso de aplicar)
- Descripción del marco institucional que es directamente relevante al Proyecto. Esto debe incluir la (s) Autoridad(es) Gubernamental(es) y Ambiental (es) pertinente(s) a nivel distrital, departamental y nacional, y la descripción de sus principales funciones y roles para el desarrollo de la construcción y operación de la Línea 2.

- Descripción del proceso de consulta del Estudio de Impacto Ambiental y Social en el marco de las salvaguardias, políticas, estándares y guías ambientales y sociales de las Entidades Multilaterales que apliques según la fuente de financiación.

5.2.5. Línea Base

El Contratista deberá determinar la línea base ambiental y social en las áreas de influencia del Proyecto y deberá recolectar la información primaria y secundaria necesaria. Este capítulo deberá contener como mínimo lo siguiente:

5.2.5.1. Áreas de influencia del Proyecto

El Contratista debe delimitar y definir las áreas de influencia del Proyecto con base en una identificación de los impactos y riesgos que puedan generarse durante el Proyecto. En la determinación de las áreas de influencia se deben diferenciar los escenarios de construcción y operación e incluirse toda la infraestructura asociada al Proyecto. Las áreas de influencia se deben caracterizar y delimitar para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, que como mínimo deberá contener lo siguiente:

- Medio abiótico comprende los componentes geológicos, geomorfológico, suelos, fisiográfico, hidrológico, hidrogeológico, geotécnico y atmosférico, entre otros necesario para la caracterización del área de influencia.
- Medio biótico comprende los componentes flora, fauna terrestre y acuática, entre otros necesario para la caracterización del área de influencia.
- Medio socioeconómico consta de las dimensiones demográfica, espacial, económica, cultural, arqueológica (línea base, prospección), política-organizativa necesarias para la caracterización del área de influencia y población reasentar.
  El área de influencia social delimita el ámbito geográfico en el cual se efectuará el estudio. Sirve de base para identificar las características sociales pre- existentes.
  El criterio fundamental para identificar el área de influencia del proyecto será reflejar los componentes sociales que pueden ser involucrados en las actividades que se desarrollan antes de la obra y durante su ejecución.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Tendencias de desarrollo: Ciudad región, proyectos de desarrollo y planeados en el área del proyecto y planes parciales

El Contratista debe presentar la metodología empleada para la definición de las áreas de influencia del Proyecto, soportada con esquemas, diagramas de flujo, planos y demás información necesaria para su delimitación y definición.

5.2.5.1.1. **Área de influencia directa (AID)**

El Contratista deberá definir el área de influencia directa del Proyecto teniendo en cuenta los impactos generados por las actividades de construcción, operación y mantenimiento; en relación con la localización del Proyecto y su infraestructura asociada.

El área de influencia directa del proyecto es aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación; está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada. Debe incluir por lo menos el trazado del viaducto, áreas de campamento, prefabricación, zonas de cargue y descargue, patio taller, vías de desviación, etc.

Esta área puede variar según el tipo de impacto y el elemento del ambiente que se esté afectando; por tal razón, se debe delimitar las áreas de influencia de tipo abiótico, biótico y socioeconómico. La caracterización del AID debe ofrecer una visión detallada de los medios y basarse fundamentalmente en información primaria.

5.2.5.1.2. **Área de influencia indirecta (AII)**

El Contratista deberá definir el área de influencia indirecta del Proyecto teniendo en cuenta los impactos que trascienden el espacio físico del Proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa al área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan tales impactos.

Esta área puede variar según el tipo de impacto y el elemento del ambiente que se esté afectando; por tal razón, se debe delimitar las áreas de influencia de tipo abiótico, biótico y socioeconómico. La caracterización del AII debe ser detallada de los medios y basarse fundamentalmente en información primaria y secundaria.

El Contratista deberá identificar, sintetizar y describir brevemente la localidad especifica que será cruzada por el proyecto, las unidades de planeamiento zonal y su estado de reglamentación, condiciones de legalidad y regularización de los barrios, estrato, usos, equipamientos: comunitarios, sociales, comerciales, culturales; condiciones de seguridad, demografía, entre otros.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

5.2.5.2. Caracterización Medio abiótico

5.2.5.2.1. Componente Geosférico

5.2.5.2.2. Geología

El Contratista con base en estudios en las áreas de influencia del Proyecto, debe detallar, describir y analizar las unidades litológicas y rasgos estructurales e identificar y localizar las amenazas naturales. Presentar la información en mapas a escala 1:10.000 para el área de influencia indirecta y a escala 1:5.000 para el área de influencia directa.

5.2.5.2.3. Geomorfología

El Contratista con base en estudios debe detallar, describir y analizar las unidades geomorfológicas haciendo énfasis en la morfogénesis y la morfodinámica. Presentar la información en mapas a escala 1:10.000 para el área de influencia indirecta y a escala 1:5.000 para el área de influencia directa.

5.2.5.2.4. Paisaje

El Contratista para el componente de paisaje fisiográfico y/o geomorfológico debe incluir la siguiente información:

- Unidades de paisaje (escala 1:2.000) y su interacción con el Proyecto.
- Descripción del Proyecto dentro del componente paisajístico de la zona.

Para el componente de percepción del paisaje se debe incluir la siguiente información:

- Análisis de la visibilidad y calidad paisajística.
- Sitios de interés paisajístico.
- Percepción de las comunidades como referente de su entorno físico en términos culturales.
- Evaluación de la vegetación existente, en su papel ambiental urbano y su importancia en la imagen del sector o la ciudad, en función con los microclimas o nichos ecológicos identificados a lo largo del proyecto.

El Contratista deberá elaborar una evaluación de la afectación al paisaje que se pueda generar por la ejecución del proyecto, y propuestas de posibles soluciones para minimizar el impacto ambiental al paisaje.

Las unidades de paisaje (escala 1:2.000) se pueden establecer a través de sensores remotos como imágenes de satélite, radar o fotografías aéreas, entre otra información de utilidad.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

5.2.5.2.5. **Suelos**

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Identificar el uso actual y potencial del suelo y su relación con el Proyecto acorde con el Plan de Ordenamiento Territorial – POT.

- Se deberá presentar mapas a escala de 1:10.000 para el área de influencia directa, que permitan apreciar las características de los suelos y relacionar las actividades del Proyecto con los cambios en el uso del suelo.

- Se deberá evaluar la vulnerabilidad a la contaminación de los suelos por las actividades del Proyecto (combustibles, materiales residuales, derrames sustancias tóxicas, entre otros).

- Se requiere verificar los usos históricos del suelo en los predios que serán intervenidos durante las obras mediante el estudio detallado de los cambios de uso de suelo para determinar potencial de contaminación de cada predio (análisis multitemporal de fotografías aéreas, información catastral, etc.), a partir de esta información, realizar un análisis sobre la posibilidad de identificar pasivos ambientales en dichos predios asociados con contaminación del suelo y el agua subterránea por actividades industriales que se hayan llevado a cabo en estos lugares.

5.2.5.2.6. **Componente Hidrosférico**

5.2.5.2.7. **Hidrología**

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Identificar los sistemas hídricos naturales y/o artificiales superficiales y subterráneos e identificar sus patrones de drenaje y flujo. Identificar el régimen hidrológico y de caudales característicos de las principales corrientes que se encuentran en el área de influencia.

- Se debe obtener información sobre los Sistemas lénticos y lóticos identificados, así como las cuencas hidrográficas existentes dentro del área de influencia del componente, incluyendo zonas de recarga, las cuales deben estar localizadas en mapas a escala 1:10.000.

- Para el área de influencia directa, se debe identificar el tipo y distribución de las redes de drenaje. Así como describir y localizar la red hidrográfica e identificar la dinámica fluvial de las fuentes que pueden ser afectadas por el Proyecto, nivel freático, zonas de recarga y las alteraciones del régimen natural.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Se debe determinar el régimen hidrológico y los caudales máximos, medios y mínimos mensuales multianuales de las fuentes a intervenir. Presentar la información en mapas a escala 1:10.000 para el área de influencia indirecta y a escala 1:5.000 para el área de influencia directa.

- En ausencia de información oficial de series históricas de caudales, se pueden implementar metodologías de estimativos indirectos mediante técnicas de regionalización, correlaciones hidrológicas, relaciones área-precipitación-caudal, modelos de simulación hidrológica alimentados con datos espaciales, hidroclimatológicos y de uso y cobertura del suelo, entre otros.

- Estos métodos se deben implementar en aquellos cuerpos de agua en los que se proyecte intervención directa. Se debe justificar detalladamente la selección de la metodología, sus ventajas y sus limitaciones de acuerdo con la cuenca bajo estudio. Los modelos de simulación hidrológica deben estar debidamente calibrados y validados.

- Para este análisis hidrológico, se debe tener en cuenta que la cantidad de información estadística empleada (series de caudal, precipitación, evaporación, entre otras), debe tener por lo menos diez (10) años de registro consecutivo. Se debe realizar siempre el tratamiento preliminar de la información utilizada para la estimación y/o análisis de caudales, es decir, se deben hacer los análisis de consistencia, homogeneidad, llenado y extensión de los datos estadísticos utilizados.

- La información debe provenir de estaciones hidrometeorológicas que cuenten con protocolos de calidad de la misma, acordes con las directrices establecidas por IDEAM.

5.2.5.2.8. **Calidad del agua**

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Para las fuentes de agua superficiales y subterráneas que puedan ser afectados por el Proyecto se debe realizar la caracterización del recurso, para los parámetros físicos: Temperatura, Conductividad eléctrica, sólidos disueltos, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, turbiedad, hidrocarburos, pH y caudal; y para los parámetros químicos: Oxígeno disuelto, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Tensoactivos (SAAM) y aceites y grasas, metales.

- Se deben considerar los dos (2) períodos climáticos (época seca y época de lluvias).

- Se debe realizar el cálculo del Índice de Langelier y de la Capacidad Buffer (Tampón) el cuerpo de agua a fin de implementar las medidas de gestión ambiental respectivas.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Se debe estimar el Índice de Calidad del Agua - ICA y el Índice de Alteración del Potencial de la Calidad del Agua - IACAL para las corrientes correspondientes a las Subzonas Hidrográficas (de acuerdo con la clasificación establecida por el IDEAM para la ordenación y manejo de las cuencas). Se deben incluir en el análisis los afluentes principales y los que tengan concesiones que sean de uso para consumo humano y doméstico, agrícola, pecuario y/o recreativo, si aplica.

- Los sitios de muestreo deben georreferenciarse y justificar su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal. Servirán de base para establecer el seguimiento del recurso hídrico durante el Proyecto. El Contratista debe presentar los métodos, técnicas, periodicidad de los muestreos y el análisis de la calidad del agua.

- El Contratista deberá contar con un protocolo para la ejecución del muestreo de calidad de agua, el cual debe incluir como mínimo:

    - Metodología detallada para toma de muestras.
    - Metodología para procesamiento de datos.
    - Programa de trabajo.
    - Selección precisa de sitios.
    - Calibración de equipos antes, durante y después del monitoreo.
    - Forma de presentación de datos.
    - Metodología de análisis de resultados.

- Los resultados del monitoreo deben presentarse como un informe anexo en donde se incluya como mínimo:

    - Objetivos (general y específicos).
    - Criterios para selección de puntos de monitoreo.
    - Descripción de las condiciones climáticas predominantes durante el tiempo de los muestreos y su incidencia en los resultados.
    - Metodología empleada para la toma de muestras.
    - Cadena de custodia de las muestras.
    - Metodología empleada en el laboratorio para el análisis de la muestra.
    - Resultados obtenidos.
    - Comparación con la norma y análisis de resultados.
    - Anexos que se deben presentar como mínimo: registro fotográfico, registros de campo, certificados de calibraciones de los equipos (en campo y de fábrica), planos a escala 1:500 y georeferenciando los sitios donde se tomaron las muestras.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Una vez el protocolo sea aprobado por la interventoría se puede ejecutar el muestreo de calidad de agua. La ejecución de los monitoreos se deberá realizar bajo los protocolos y técnicas de muestreo avaladas por el IDEAM. Los laboratorios donde se analicen las muestras deben estar acreditados por esa misma entidad y deberán contar con el certificado vigente el cual deberá estar anexo a los informes de los monitoreos.

5.2.5.2.9. **Usos del agua**

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Realizar el inventario y cuantificación de los usos del agua de las fuentes superficiales y subterráneas a intervenir por el proyecto.

- Determinar los posibles conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y usos del agua, teniendo en cuenta el análisis de frecuencias de caudales mínimos para diferentes períodos de retorno haciendo especial énfasis en los períodos de estío o verano.

- Se deben identificar los usos actuales y proyectados de los cuerpos de agua (suministro de agua para consumo humano, riego agrícola, recreación, entre otros), que se pueden ver afectados por las actividades del Proyecto (vertimiento, captación y ocupación de cauces), para lo cual se deben tener en cuenta los usos definidos por los Planes de Ordenación y Manejo de Cuentas Hidrográficas (POMCA), y las metas y objetivos de calidad establecidos por la Autoridad Ambiental para la corriente, en caso de que existan dichos instrumentos.

5.2.5.2.10. **Hidrogeología**

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Para el área de influencia indirecta, cuando por las condiciones geológicas del área, el Contratista identifique unidades hidrogeológicas, debe presentar la siguiente información: identificación del tipo de acuífero y las zonas de recarga y descarga y, direcciones de flujo. La información debe ser presentada en mapas a escala 1:5.000 para el área de influencia indirecta y a escala 1:2.000 para el área de influencia directa.

- Para el área de influencia del componente hidrogeológico, donde por las actividades constructivas se pueda llegar a modificar los acuíferos presentes, se debe suministrar la siguiente información:

    - Análisis de información existente hidrogeológica, hidrológica, geofísica (informes de prospección geofísica incluyendo la georreferenciación de los sondeos eléctricos

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

verticales (SEV) u otros métodos geofísicos que se hayan realizado en el área, perfiles geoeléctricos y correlación de las unidades litológicas), geoquímica y caracterización de las aguas subterráneas, cartografía existente del área, identificando en todos los casos la fuente de información.

- Determinación o estimación de la dirección del flujo del agua subterránea y posibles conexiones hidráulicas entre acuíferos y cuerpos de agua superficiales, con especial énfasis en el Complejo Ramsar de Humedales Urbanos de Bogotá
- Identificación de las zonas de recarga y descarga naturales de los acuíferos.
- Realizar el Inventario, georreferenciación y nivelación de los puntos de agua subterránea que incluya pozos, aljibes y manantiales, indicando uso y número estimado de usuarios, identificando la unidad geológica captada y los caudales de explotación.
- Establecer las unidades hidrogeológicas que intervendrá el Proyecto. Igualmente, se deben identificar aquellas unidades que tengan conexión hidráulica con fuentes de agua superficiales, con especial énfasis en el Complejo Ramsar de Humedales Urbanos de Bogotá

- Evaluar la vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por las actividades del Proyecto (combustibles, materiales residuales, derrames sustancias tóxicas, entre otros).
- Identificar las fallas que atraviesa el Proyecto según su diseño, dimensiones y profundidad, evaluando la porosidad y su influencia en la recarga del acuífero, formulando las alternativas constructivas que garanticen la conectividad hídrica entre los cerros orientales y el rio Bogotá, así como la de todos los cuerpos hídricos (superficiales y subterráneos) de la ciudad.
- Elaborar un modelo hidrogeológico conceptual con base en el análisis e integración de la información anterior, deberá definirse un modelo hidrogeológico conceptual de los acuíferos presentes en el área, que incluya los siguientes aspectos: Delimitación de las zonas de recarga, tránsito y descarga, direcciones de flujo, conexiones hidráulicas entre las diferentes unidades acuíferas y con las fuentes superficiales, definición de zonas con potencial de aprovechamiento. La caracterización hidrogeológica de las unidades presentes deberá realizarse conforme a la Leyenda Hidrogeológica Internacional, o las convenciones adoptadas por el Servicio Geológico Colombiano (SGC).
- Cuantificar la capacidad portante del suelo en zonas de especial interés por el descenso de los niveles estáticos de agua subterránea para evitar la posible subsidencia del área.
- Elaborar estudios
- Elaborar un modelo numérico tridimensional del flujo de las aguas subterráneas para los sectores identificados como críticos o sensibles por la posible afectación a los acuíferos y riesgo de desestabilización a los pozos y humedales existentes en el

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

área de influencia. Se debe emplear el software adecuado para las características específicas de los sectores identificados sustentando su selección. Este modelo deberá representar el modelo hidrogeológico conceptual antes definido y deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Correcta definición del área de interés para modelar.
- Definición de fronteras hidráulicas apropiadas.
- Datos de entrada del modelo (niveles históricos, parámetros hidráulicos de las diferentes capas a modelar, direcciones de flujo, conexiones hidráulicas).
- Correcta discretización horizontal y vertical del área de interés y definición apropiada del número de capas matemáticas.
- Correcta realización de las etapas de montaje, calibración, validación, creación de escenarios para predicción.

- El modelo numérico validado, deberá permitir la simulación del comportamiento del recurso hídrico subterráneo en donde se determine la posición actual del nivel piezométrico (estado estacionario) y como puede variar este nivel con el desarrollo del proyecto (construcción del túnel) en diferentes escenarios en el tiempo y avance del mismo (estados transitorios).
- Evaluar los impactos generados en las concesiones de aguas subterráneas y el establecimiento de pozos de monitoreo con la inclusión de niveles piezométricos por la construcción, operación y mantenimiento del Proyecto y las medidas necesarias para su manejo.
- Identificar, cuantificar y formular medidas de manejo que garanticen el flujo hídrico en las zonas con presencia de pozos saltantes y describir el manejo de nuevos afloramientos en las formaciones geológicas que constituyen acuíferos durante el Proyecto.
- La información debe localizar puntos de agua, tipo de acuífero, dirección de flujo del agua subterránea y zonas de recarga y descarga.

- El Contratista deberá contar con un protocolo para la ejecución de muestreos en zonas específicas de intervención que puedan afectar los acuíferos, que contengan como mínimo, la caracterización del recurso para los siguientes parámetros: coliformes totales y fecales, aceites y grasas, hidrocarburos, pH, temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos, sólidos suspendidos totales, Oxígeno disuelto, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Nitrógeno Total, Fósforo Total y caudal. El protocolo debe incluir como mínimo:

  - Metodología detallada para la exploración.
  - Metodología para procesamiento de datos.
  - Programa de trabajo.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Selección de los sitios de muestreo.
- Calibración de equipos antes, durante y después del monitoreo.
- Forma de presentación de datos.
- Metodología del análisis de resultados.

- Los resultados de la exploración deben presentarse en un informe en donde se incluya como mínimo:

  - Objetivos (generales y específicos).
  - Metodología.
  - Criterios para selección de puntos.
  - Descripción de las condiciones climáticas predominantes durante el tiempo de los muestreos y su incidencia en los resultados.
  - Resultados obtenidos
  - Comparación con la norma
  - Análisis de resultados.
  - Anexos que se deben presentar como mínimo: registro fotográfico, registros de campo, certificados de calibraciones de los equipos (en campo y de fábrica), planos a escala adecuada y georeferenciando los sitios donde se tomaron las muestras.

- Una vez el protocolo sea aprobado por la interventoría, se puede ejecutar el muestreo de calidad de agua. La ejecución de los muestreos deberá ser realizada bajo los protocolos y técnicas de muestreo avaladas por el IDEAM. Los laboratorios donde se analicen las muestras deben estar acreditados por la misma entidad y el certificado vigente el cual deberá estar anexo a los informes de los monitoreos.

5.2.5.2.11. **Geotecnia**

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Se debe realizar la zonificación y cartografía geotécnica con base en la información geológica, edafológica, geomorfológica, hidrogeológica, hidrológica, meteorológica y de amenaza sísmica.

- La información se debe presentar en mapas a escala 1:10.000. En todo caso para procesos de inestabilidad relevantes, se debe utilizar una escala más detallada de 1:5.000 a través de la cual se permita la adecuada lectura de la información.

- Se debe realizar la descripción geotécnica a lo largo del Proyecto. Se debe evaluar la presencia de depósitos sin consolidación o coberturas de suelos, cuyo comportamiento

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

geotécnico sea importante en la estabilidad de las laderas y taludes. Dicha descripción debe ser ilustrada en un mapa a escala 1:10.000.

- Se debe presentar la metodología utilizada para realizar la caracterización geotécnica, incluyendo las conclusiones obtenidas a partir de los análisis geotécnicos realizados como parte de la línea base del Proyecto.

5.2.5.3. Componente Atmósfera

5.2.5.3.1. Meteorología

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- El Contratista debe identificar, zonificar y describir las condiciones meteorológicas medias y extremas mensuales multianuales del área, con base en la información de las estaciones meteorológicas del IDEAM existentes en la ciudad y representativas en las áreas de influencia, analizando como mínimo 3 años de meteorología del área.

- Los parámetros básicos de análisis son los siguientes:

    - Temperatura superficial promedio, temperatura máxima diaria registrada, temperatura mínima diaria registrada.
    - Presión atmosférica promedio mensual.
    - Precipitación: media diaria, mensual y anual; y su distribución en el espacio.
    - Humedad relativa: media, máxima y mínima mensual.
    - Viento: dirección, velocidad y frecuencias en que se presentan. Elaborar y evaluar la rosa de los vientos.
    - Radiación solar.
    - Nubosidad.
    - Evaporación.

- Se deberá realizar un análisis que incorpore los datos de cada parámetro y sus respectivas unidades. Para el caso de los vientos debe incluir aspectos de dirección, velocidad y frecuencias con las que se presentan, elaborando la rosa de los vientos diurna y nocturna, así como una tabla de variabilidad en la velocidad de éstos, la cual tiene como finalidad indicar el comportamiento de los vientos en una jornada de veinticuatro (24) horas para un periodo específico (mensual y anual).

5.2.5.3.2. Identificación de fuentes de emisiones

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Identificación y georreferenciación de las fuentes de emisiones atmosféricas identificadas en el área de influencia del componente atmosférico: fijas (dispersas, de área y/o puntuales), y las fuentes móviles con sus respectivos aforos.

- Los potenciales receptores (viviendas e infraestructura social, económica, educativa, cultural, recreativa y de salud, entre otros), en el área de influencia del componente atmosférico.

5.2.5.3.3. **Calidad de aire**

El Contratista deberá adelantar e incluir como mínimo lo siguiente:

- Para establecer la concentración de contaminantes atmosféricos se debe tomar como referencia el mapa de calidad de aire de la ciudad, la caracterización de la calidad de aire y las actividades existentes por donde atravesará el Proyecto y su infraestructura asociada.

- El Contratista deberá establecer los puntos de ubicación de los equipos de monitoreo, acorde con las características del Proyecto.

- Realizar un monitoreo de calidad de aire en por lo menos en treinta (30) puntos para realizar la evaluación de la calidad del aire y el comportamiento de los gases contaminantes en el área de influencia del Proyecto, considerando los siguientes parámetros:

    - Material Particulado PM10
    - Material Particulado PM2.5
    - Dióxido de Azufre (SO2)
    - Dióxido de Nitrógeno (NO2)
    - Monóxido de Carbono (CO)
    - Hidrocarburos Totales (HTP)
    - Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC´s)
    - Ozono (O3)

- Los sitios de muestreo deben georreferenciarse y justificar su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal, servirán de base para establecer el seguimiento del recurso atmosférico durante el Proyecto. El Contratista debe presentar los métodos, técnicas, tiempo de muestreo, realizando el análisis de la contaminación atmosférica a partir de la correlación de la información.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Identificar y elaborar la cartografía con la ubicación de los receptores sensibles y áreas críticas del área de influencia del Proyecto ((viviendas e infraestructura social, económica, educativa, cultural, recreativa y de salud, entre otros).

- El personal que realice el monitoreo y análisis de información debe ser profesional capacitado en procesos de medición de calidad de aire, operación de instrumentos de medición y análisis de la información.

- Deberá cumplir con los criterios específicos para ejecución de muestreos de calidad del aire se encuentran establecidos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire, establecido por la normatividad vigente.

- El Contratista deberá contar con un aforo vehicular para identificar las fuentes móviles y tipo de vehículos que transitan por las vías que se encuentran en el área de influencia del Proyecto.

- El Contratista debe presentar a la interventoría para su aprobación, un protocolo para la ejecución del muestreo. El Contratista deberá contar con un protocolo para la ejecución del muestreo. El protocolo debe incluir como mínimo:

    - Metodología detallada para toma de muestras.
    - Metodología para procesamiento de datos.
    - Programa de trabajo.
    - Selección precisa de los sitios de monitoreo.
    - Calibración de equipos antes, durante y después del monitoreo.
    - Forma de presentación de datos.
    - Metodología de análisis de resultados.

- Una vez el protocolo sea aprobado por la interventoría se puede ejecutar el muestreo de calidad de aire. La ejecución de los monitoreos deberá ser realizada bajo los protocolos y técnicas de muestreo avaladas por el IDEAM y/o Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

- El proceso de captura de información debe estar de acuerdo con lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire tomando datos durante un período mínimo de dos (2) meses de medición continua.

- El monitoreo deberá ser realizado por un laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) para la actividad de toma de

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

muestras, medición y análisis de laboratorio. La certificación de la acreditación deberá ir anexa a los informes de los monitoreos.

- Acorde con los resultados, se deberá analizar y determinar el cumplimiento normativo por medio de la comparación de las concentraciones de los gases contaminantes producto del monitoreo con los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad vigente de calidad del aire. Adicionalmente, se deberá realizar el análisis de los datos atípicos que se registren durante el monitoreo.

- El Contratista deberá realizar la representación y simulación de la concentración y dispersión de los gases contaminantes a partir de un modelo de dispersión de contaminantes que incluya los parámetros y variables necesarias para establecer este comportamiento en el área de influencia del Proyecto.

- El Contratista deberá presentar un informe de resultados, el cual deberá contener como mínimo la siguiente información:

    - Fecha de la medición, hora de inicio y de finalización.
    - Ubicación geográfica de estaciones de monitoreo y entorno.
    - Criterios para selección de puntos de monitoreo.
    - Resumen ficha técnica de las estaciones de monitoreo.
    - Tecnologías de medición de las estaciones de monitoreo.
    - Contaminante evaluado.
    - Tecnologías de monitoreo utilizadas
    - Tipo de instrumentación utilizado.
    - Equipo de medición utilizado, incluyendo números de serie.
    - Datos de calibración, ajuste del instrumento de medida y fecha de vencimiento del certificado de calibración.
    - Procedimiento y método de medición utilizado.
    - Condiciones predominantes.
    - Condiciones atmosféricas.
    - Cadena de custodia de las muestras.
    - Resultados numéricos y comparación con la normatividad aplicada.
    - Descripción de los tiempos de medición, intervalos de tiempos de medición y de referencia, detalles del muestreo utilizado.
    - Reporte de memoria y descripción del cálculo empleado (incertidumbre, ajustes, entre otros).
    - Descripción detallada de los resultados.
    - Mapa detallado que muestre la posición de las fuentes de emisión, objetos relevantes y puntos de observación y medición.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Copia de los certificados de calibración electrónica de los equipos de medición.
- Bitácoras y formatos de campo de los muestreos.
- Análisis, resultados consolidados y estadísticos, y demás información necesaria de todas las actividades realizadas durante el periodo de monitoreo.
- Demas información y sin limitarse a la establecida en el protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

- Asimismo, los informes deberán contener dentro de su análisis de la información capturada:

  - Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de PM_{10}
  - Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de $PM_{2.5}$
  - Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de SO2
  - Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de NO2
  - Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de CO
  - Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de Hidrocarburos Totales (HTP).
  - Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC´s).
  - Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de Ozono (O3).

- Se debe realizar el modelo de dispersión de contaminantes, que permita identificar el comportamiento de los contaminantes para los siguientes escenarios:

  - Primer escenario: línea base, sin Proyecto.
  - Segundo escenario: línea base, con Proyecto etapa de construcción Tercer escenario: línea base, con Proyecto etapa de operación y mantenimiento.

- La modelación deberá considerar cada una de las actividades involucradas en cada uno de los escenarios a analizar, asimismo deberá justificar técnicamente la elección del software, teniendo en cuenta las limitaciones e incertidumbres de éste.

- Cada modelo de dispersión debe contar con un procedimiento y análisis detallado de la siguiente información:

  - Datos de entrada y salida (anexar los archivos de entrada y salida).
  - Procedimiento y/o metodología utilizada.
  - Criterios de selección,
  - Validación de la información de entrada.
  - Información adicional necesaria y requerida acorde a las características del Proyecto.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Estimación del aporte de la fuente para todos los parámetros solicitados en el monitoreo de calidad del aire.

- El Contratista, deberá realizar los mapas de dispersión para cada uno de los contaminantes donde incluya las isopletas a una escala 1:10.000 con un detalle donde se puedan identificar los receptores y puntos críticos en el AID del Proyecto.

- Establecer la línea base de calidad del aire en el área de influencia.

5.2.5.3.4. **Ruido**

El Contratista deberá adelantar las siguientes actividades:

5.2.5.4. Línea Base de Ruido

Condiciones generales:

- El monitoreo deberá realizarse en el área de influencia y a lo largo del trazado proyectado para el Proyecto.

- Se deberá realizar la identificación y definición de los receptores sensibles (directos e indirectos por efecto acumulativo) ubicados en toda el área de influencia del Proyecto.

- Se deberá realizar un censo de receptores susceptibles a afectación por la puesta en marcha del Proyecto.

- Se deberá definir la Línea Base de referencia en materia de ruido a partir de una técnica combinada entre monitorización de niveles de ruido actuales (Valoración Discreta) y métodos de predicción sonora que permitan conocer la distribución de los niveles de ruido en toda el área de influencia del Proyecto.

- El monitoreo deberá ser realizado por un laboratorio acreditado por el IDEAM, con acreditación para realizar mediciones de ruido y entregará el soporte de la acreditación.

- Se deberá contar con los protocolos y bitácoras para la toma y análisis de la información.

- El personal que realice el monitoreo y análisis de información deberá ser profesional capacitado en procesos de medición de ruido, operación de instrumentos de medición y análisis de la información.

Inventario de edificaciones y tráfico rodado:

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- El Contratista deberá realizar el inventario de edificaciones en el área de influencia del Proyecto que como mínimo incluya la siguiente información:

  - Codificación para la identificación de cada edificación.
  - Uso de la edificación (residencial, comercial, industrial, bibliotecas, zona de hospitales, colegios, hogares geriátricos, universidades, institucionales, parques, entre otros)
  - Estado de la edificación.
  - Coordenadas geográficas (Magna Sirgas Bogotá 100.000:100.000).
  - Distancia hasta el eje del Proyecto.
  - Valores máximos permisibles de ruido ambiental de acuerdo con la Resolución 0627 de 2006 para Día/Noche.
  - Y demás variables o parámetros necesarios para la elaboración del inventario.

- El Contratista deberá realizar un inventario de la malla vial (arterial, intermedia, local), y aforos que incluya como mínimo la siguiente información:

  - Identificador numérico.
  - Nombre de la vía (ubicación).
  - Número de carriles, sentido (Ancho Calzada).
  - N.º vehículos (volumen vehicular), IMD (número promedio de vehículos que circulan diariamente), etc. considerados para el periodo día.
  - N.º vehículos (volumen), IMD (número promedio de vehículos que circulan diariamente), etc. considerados para el periodo noche.
  - % Vehículos pesados durante el periodo día. Promedio Anual.
  - %Vehículos pesados durante el periodo noche. Promedio Anual.
  - Velocidad máxima de circulación de los vehículos ligeros en ese tramo.
  - Velocidad máxima de circulación de vehículos pesados en ese tramo.
  - Tipo de vía (concreto, asfalto).
  - Y demás variables o parámetros necesarios para las especificaciones del tráfico rodado actual.

Características de los instrumentos de medición:

- Las mediciones de presión sonora se realizarán acorde con lo establecido en el artículo 18 de la Resolución 0627 de 2006 y la ISO 1996-2 de 2017.
- Los instrumentos de medición deben cumplir las especificaciones de sonómetros Tipo 1 o mínimo Tipo 2 y los sonómetros integradores promediadores deben ser clase P.
- Cada equipo de medida debe estar dotado de un pistófono o calibrador, una pantalla antiviento con certificado de apantallamiento para la incertidumbre y un trípode para su montaje.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Los instrumentos (sonómetro, calibrador, etc.) deben contar con los certificados de calibración requeridos vigentes de acuerdo con la frecuencia establecida para el control y aseguramiento de la calidad de los resultados.
- Se deben tener en cuenta las indicaciones del fabricante para el uso de los equipos en cuanto a intervalos de medida, tiempos de calentamiento, influencia de la humedad, influencia de los campos magnéticos y electrostáticos, vibraciones y toda aquella información adicional que asegure el correcto uso del equipo.

Identificación de los puntos de monitoreo:

La determinación de los puntos de monitoreo deberá tener en cuenta, y sin limitarse los siguientes aspectos:

- El Contratista debe presentar a la interventoría para su aprobación, un protocolo para la ejecución del muestreo. Una vez el protocolo sea aprobado por la interventoría se puede ejecutar el muestreo de ruido.

- El Contratista deberá establecer los puntos de ubicación de los equipos de monitoreo.

- A partir de la estratificación por sectores que se encuentra en la Resolución 0627 de 2006 o aquella que la modifique o sustituya, se deberán identificar y zonificar los sectores existentes en el Proyecto y hacer una relación de esta identificación**.**

- El Contratista realizará una identificación, discriminación y definición de las zonas o edificaciones que cuenten con receptores sensibles, las cuales se incluirán dentro del monitoreo. Deberá identificar los receptores sensibles (directos e indirectos por efecto acumulativo) ubicados en toda el área de influencia del Proyecto. Se deberá tener en cuenta el uso del suelo (viviendas residenciales, hospitales, colegios, universidades, hogares geriátricos, bibliotecas, entre otros), identificando potenciales afectados.

- Para la determinación de las áreas donde se deben hacer las mediciones, es necesario tener en cuenta el artículo 17 de la Resolución 0627 de 2006, con el fin de cubrir todos los sectores y subsectores en ella establecidos.

- Se deberán establecer puntos de medición acorde con las características, zonificación de los sectores y posibles afectados (personas) que puedan ser susceptibles a daños por la puesta en marcha del Proyecto.

- Para la determinación del número de puntos y de los tiempos de medición el Contratista deberá incluir jornadas en horarios de mayor (hora pico) y menor (hora valle) tráfico e incluir jornadas 24horas/7días.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Para lo anterior, el Contratista elaborará un procedimiento, que incluya, pero sin limitarse lo siguiente:

  - Determinación y justificación de las áreas donde se deben hacer las mediciones, teniendo en cuenta todos los sectores y subsectores existentes en el área de influencia del Proyecto.
  - Identificación de los puntos en donde se realizarán las mediciones que abarquen el área de influencia del Proyecto.
  - Distancias máximas para la ubicación de los puntos de medición.
  - Metodología detallada para toma de muestras.
  - Jornadas y número de horas diurnas y nocturnas durante las cuales se efectúa la toma de mediciones, teniendo en cuenta las características de la zona y la representatividad de la información que se debe tener.
  - Horarios de medición.
  - Número de días por semana y el número de semanas por mes durante las cuales se efectúan las mediciones.
  - Procedimiento del aseguramiento metrológico y calibración de los equipos antes, durante y después del monitoreo.
  - Programa de trabajo.
  - Demás actividades por desarrollar simultáneamente con la realización de las mediciones.

Monitoreo de ruido:

- El levantamiento de la línea base debe realizarse con el fin de hacer validación del modelo de ruido, con toma de datos en campo (bitácoras, formatos, protocolos, actas, fotografías, etc.) y capas de información digital SIG (.shp) con base cartográfica del IDECA, que contengan datos sobre los parámetros descritos a continuación incluyendo como mínimo, pero sin limitarse lo siguiente:

- Medición de niveles sonoros ambientales. Se deberá seguir la metodología planteada en la normativa:

  - Resolución 0627 de 2006. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
  - ISO 1996-2 de 2017 Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise.

- Las mediciones se desarrollarán durante horarios diurno y nocturno, teniendo en cuenta los horarios estipulados en el Artículo 2 de la Resolución 0627 de 2006:

  - Diurno: de las 7:01 a las 21:00 horas.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Nocturno: de las 21:01 a las 7:00 horas.

- Se deberá realizar una identificación de fuentes de ruido actuales en el área de influencia del Proyecto, que incluya la siguiente información:

  - Nombre y naturaleza de cada fuente de ruido identificado.
  - Tipo (Industrial/Comercial/Servicio/Otro).
  - Descripción del emisor.
  - Horarios de funcionamiento.
  - Y demás variables o parámetros necesarios para la caracterización.

- Los parámetros que se deberán tener en cuenta dentro del monitoreo como mínimo son:
  - Identificación del punto de medición.
  - Localización con coordenadas geográficas (Magna Sirgas Bogotá 100.000:100.000).
  - Ld: Nivel medido en periodo día en dBA .
  - Ln: Nivel medido en periodo noche en dBA.
  - Altura de medición.
  - Registro fotográfico del punto de medición.
  - Valores meteorológicos registrados durante el monitoreo.
  - Uso de suelo
  - Valores límites de aplicación.
  - Superación del estándar permisible diurno
  - Superación del estándar permisible nocturno.
  - Nivel de presión sonora continúo equivalente ponderado A, LAeq,T y ponderado lento (S).
  - Ruido Residual
  - Nivel percentil L_5
  - Nivel percentil L_{10}
  - Nivel percentil L_{50}
  - Nivel percentil L_{90}
  - Nivel percentil L_{95}
  - Nivel Impulsivo
  - Clima de ruido
  - Y demás variables, parámetros u otras ponderaciones necesarias para las mediciones acústicas.

- Se deben verificar las condiciones meteorológicas. Las mediciones deben efectuarse en tiempo seco; no debe haber lluvias, lloviznas, truenos o caída de granizo y, los pavimentos y la superficie sobre la que se efectúen las mediciones deben estar secos; la velocidad del viento no debe ser superior a tres metros por segundo (3 m/s).

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

Resultados del monitoreo y modelaciones de la línea base:

- Se deberá desarrollar un modelo de ruido para representar la línea base, acorde con las fuentes de generación de ruido identificadas.

- Así mismo se deberá desarrollar un modelo acústico en 3D que represente todo el Proyecto.

- Se deberá analizar y determinar el cumplimiento normativo por medio de la comparación de los resultados de cada punto de monitoreo con los límites máximos permisibles establecidos en la tabla No. 2 del artículo 17 de la Resolución 0627 de 2006 o aquella que la modifique o sustituya. Adicionalmente, se deberá realizar el análisis de los datos atípicos que se registren durante el monitoreo.

- El Contratista deberá realizar una representación de la distribución de niveles sonoros en mapas estratégicos a partir de un modelo de predicción de ruido que incluya los parámetros y variables necesarias para establecer el comportamiento de los niveles acústicos en el área de influencia del Proyecto. La elección del software (CadnaA, SoundPLAN, LimA, entre otros), utilizado para el modelo deberá justificarse técnicamente teniendo en cuenta las limitaciones e incertidumbres de los mismos y se utilizará la última versión. En este punto se deberá definir lo siguiente:

    - Mapa de curvas isófonas en periodo DIA/NOCHE en altura acorde con los parámetros normativos y características del Proyecto..
    - Mapa de curvas isófonas en periodo DIA/NOCHE en situación operacional.
    - Detalles relevantes de topografía, edificios, instalaciones de tráfico, usos del suelo, etc.
    - Y demás variables o parámetros necesarios para el modelo de predicción.

- Se deberá elaborar mapas estratégicos de ruido horizontales y verticales disociando cada fuente de impacto ambiental (tráfico rodado, fuentes fijas, tráfico aéreo) y así mismo la suma de todas las fuentes, que permita conocer y predecir la distribución y propagación de los niveles de ruido en toda el área de influencia del Proyecto.

- Los mapas estratégicos de ruido deberán indicar las zonas que superen el valor límite normativo, el número de personas afectadas en una zona dada y el número de viviendas, centros educativos y hospitales.

- Se deberá realizar análisis de las fuentes que más aportan niveles de ruido, zonas de mayor aporte de ruido y horas de mayor aporte de ruido.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- A partir de los mapas totales se debe establecer y analizar el porcentaje de población afectada por ruido.

- Se deberá proporcionar la cartografía necesaria para presentar los resultados del monitoreo y del análisis de la información, la cual debe ser compatible con Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá - IDECA.

- Los informes técnicos deberán incluir el análisis, resultados consolidados y estadísticos, conclusiones y demás información necesaria de todas las actividades realizadas durante el periodo de monitoreo. Los informes deberán contener como mínimo la siguiente información:

    - Fecha de la medición, hora de inicio y de finalización.
    - Ubicación de la medición
    - Tipo de instrumentación utilizada.
    - Equipo de medición utilizado, incluyendo números de serie.
    - Datos de calibración, ajuste del instrumento de medida y fecha de vencimiento del certificado de calibración del pistófono.
    - Procedimiento y método de medición utilizado.
    - En caso de no ser posible la medición del ruido residual, mencionar las razones por las cuales no fue posible apagar la fuente.
    - Condiciones predominantes.
    - Condiciones atmosféricas (dirección y velocidad del viento, precipitación, temperatura, presión atmosférica, humedad).
    - Procedimiento para la medición de la velocidad del viento.
    - Descripción de las condiciones que influyen en los resultados por punto de medición: acabados de la superficie, geometría, barreras y métodos de control existentes, entre otros.
    - Resultados numéricos y comparación con la normatividad aplicada.
    - Descripción de los tiempos de medición, intervalos de tiempos de medición y de referencia, detalles del muestreo utilizado.
    - Variabilidad de la(s) fuente(s).
    - Descripción de las fuentes de sonido existentes, datos cualitativos.
    - Reporte de memoria y descripción del cálculo empleado (incertidumbre, ajustes, aporte de ruido, entre otros).
    - Descripción detallada de los resultados.
    - Plano detallado que muestre la posición de las fuentes de sonido, objetos relevantes y puntos de observación y medición.
    - Descripción clara de la altura y distancia horizontal de las mediciones, de tal manera que permitan la repetibilidad de las mismas en el futuro.
    - Registro fotográfico.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Planos georreferenciados de los sitios donde se tomaron las muestras y otros parámetros.
- Copia de los certificados de calibración electrónica de los equipos de medición.
- Copia del certificado de acreditación ante el IDEAM.
- Bitácoras y formatos de campo de los muestreos.
- Y demás información necesaria para el informe.

5.2.5.4.1. **Predicción de ruido para el escenario de la Construcción**

- El Contratista deberá realizar una estimación del nivel de emisión sonora de diferentes fuentes de ruido identificados en el área de influencia del Proyecto y producto de las actividades de la construcción y operación y mantenimiento. Dichos valores serán incorporados en un modelo de predicción acústico que permita anticipar la necesidad de medidas de prevención, control, corrección y mitigación y deberá incluir, pero sin limitarse los siguientes puntos:

    - Definición del escenario bajo estudio: considerando que la etapa de construcción implica el uso de diferentes tipos de maquinaria (retroexcavadoras, compactadoras, carrotanques, buldóceres, grúas, retrocargadores, volquetas, piloteadoras, entre otros), se deberán estudiar todas las fuentes de ruido de la construcción que se puedan considerar como más desfavorables (debiendo justificar el criterio empleado).

    - Representación de la distribución de niveles sonoros a partir de un modelo de predicción de ruido que incluya como mínimo los parámetros y variables necesarias para la construcción, con el software seleccionado en la línea base, relacionadas a continuación:

        - Mapa de curvas isófonas en periodo día/noche en altura acorde con los parámetros normativos y características del Proyecto, sin considerar aporte de línea base.
        - Mapa de curvas isófonas en periodo día/noche en altura acorde con los parámetros normativos y características del Proyecto, Considerando aporte de línea base. Los patrones de tráfico rodado respecto al escenario de la línea base deben ser considerados.
        - Demás variables o parámetros necesarios para el modelo de predicción.

    - Así mismo se deberá desarrollar un modelo acústico en 3D que represente los resultados a lo largo del Proyecto.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Análisis del cumplimiento normativo a lo largo del trazado del Proyecto acorde con los sectores establecidos en la Resolución 0627 de 2006 o aquella que la modifique o sustituya. Esta información servirá para completar el inventario de edificaciones sensibles con resultados de la simulación dia/noche.

- Comparación de los valores de ruido esperados respecto a los reportados en la línea base.

- Propuesta de medidas para prevenir, controlar, corregir y mitigar los niveles de ruido

    - Se deberá mostrar para cada uno de los receptores estudiados, la predicción del índice o los índices que resulten de aplicación según la Resolución 0627 de 2006, y se elaborará un plan de medidas de protección acústica para prevenir, controlar, corregir y mitigar los niveles de ruido en modelo de predicción sonora para ser implementado en los puntos sensibles que superen los límites establecidos en la Resolución 0627 de 2006.

    - Las medidas deberán incluirse dentro de la ficha de manejo de ruido que hace parte del Plan de Manejo Ambiental y Social.

- El Concesionario deberá entregar un informe técnico que deberá incluir como mínimo lo siguiente:

    - Mapas estratégicos y curvas isófonas.
    - Descripción de la predicción de fuentes de emisión de ruido.
    - Descripción del software utilizado para el modelo con la justificación técnica de su elección, las limitaciones e incertidumbres.
    - Plan de medidas de protección acústica para ser implementado en los puntos más sensibles.
    - Resultados numéricos y comparación con la normatividad aplicada.
    - Reporte de memoria y descripción del cálculo empleado (incertidumbre, ajustes, aporte de ruido, entre otros).
    - Descripción detallada de los resultados.
    - Y demás información necesaria para el informe.
    -

5.2.5.4.2. **Predicción de ruido para el escenario de la Operación y Mantenimiento**

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

El Contratista deberá realizar una estimación del nivel de emisión sonora de diferentes fuentes de ruido identificados en el área de influencia del Proyecto y producto de las actividades de la Etapa de Operación y Mantenimiento del Proyecto. Dichos valores serán incorporados en un modelo de predicción acústico que permita anticipar la necesidad de medidas de prevención, control, corrección y mitigación y deberá incluir, pero sin limitarse los siguientes puntos:

- Definición de fuentes de ruido asociados a la Etapa de Operación y Mantenimiento:

- Para la Etapa de Operación y Mantenimiento del Proyecto se deberán definir los siguientes parámetros:

    - Frecuencia de trenes día/noche.
    - Número de vagones.
    - Tipo de vía.
    - Tipo de tren.
    - Velocidad Máxima.
    - Modelación de ruido en la plataforma u otras áreas del Proyecto.
    - Implementación del modelo de predicción sonora.
    - % Frenado / distancia de frenado y aceleración en curvas, estaciones, entre otros.
    - Patio-taller (vías dentro del patio-taller).
    - Perfilamiento de vías.
    - Y demás variables o parámetros necesarios.

- Representación de la distribución de niveles sonoros a partir de modelo de predicción de ruido que incluya los parámetros y variables necesarias para esta la Operación y Mantenimiento, con el software seleccionado en la línea base: En este punto se deberá definir lo siguiente:

    - Mapa de curvas isófonas en periodo día/noche en altura acorde con los parámetros normativos y características del Proyecto, sin considerar aporte de línea base.
    - Mapa de curvas isófonas en periodo día/noche en altura acorde con los parámetros normativos y características del Proyecto, considerando aporte de línea base. Los patrones de tráfico rodado respecto al escenario de la línea base deben ser considerados.
    - Y demás variables o parámetros necesarios.

- Así mismo se deberá desarrollar un modelo acústico en 3D que represente los resultados a largo de todo el Proyecto.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Análisis del cumplimiento normativo a lo largo del trazado del Proyecto acorde con los sectores establecidos en la Resolución 0627 de 2006 o aquella que la modifique o sustituya. Esta información servirá para completar el inventario de edificaciones sensibles con resultados de la simulación día/noche.

- Comparativa de los valores de ruido esperados respecto a los reportados en la línea base.

- Propuesta de medidas para prevenir, controlar, corregir y mitigar los niveles de ruido
  - Se deberá mostrar para cada uno de los receptores estudiados, la predicción del índice o los índices que resulten de aplicación según la Resolución 0627 de 2006, y se elaborará un plan de medidas de protección acústica para prevenir, controlar, corregir y mitigar los niveles de ruido en modelo de predicción sonora para ser implementado en los puntos sensibles que superen los límites establecidos en la Resolución 0627 de 2006.

  - Las medidas deberán incluirse dentro de la ficha de manejo de ruido que hace parte del Plan de Manejo Ambiental y Social.

- El Contratista deberá entregar un informe técnico que deberá incluir como mínimo lo siguiente:

  - Mapas estratégicos y curvas isófonas.
  - Descripción de la predicción de fuentes de emisión de ruido.
  - Descripción del software utilizado para el modelo con la justificación técnica de su elección, las limitaciones e incertidumbres.
  - Plan de medidas de protección acústica para ser implementado en los puntos más sensibles.
  - Resultados numéricos y comparación con la normatividad aplicada.
  - Reporte de memoria y descripción del cálculo empleado (incertidumbre, ajustes, aporte de ruido, entre otros).
  - Descripción detallada de los resultados.
  - Y demás información necesaria para el informe.

5.2.5.4.3. **Vibración y ruido estructural**

- El Contratista deberá realizar un estudio vibraciones y ruidos estructurales que incluya, como mínimo:

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

5.2.5.4.4. **Línea Base de vibraciones y ruidos estructurales**

- Elaboración de un censo con posibles receptores sensibles tanto personas, como edificaciones para el estudio. Este censo deberá estar compuesto por receptores especialmente sensibles (hospitales, colegios, hogares geriátricos, universidades, edificios con aparatos considerados muy sensibles a las vibraciones y ruidos estructurales, estudios de grabación, salas de conciertos, teatros, entre otros) y receptores de sensibilidad representativa de un grupo de edificios.

- Identificación y definición de los receptores sensibles (directos e indirectos por efecto acumulativo) ubicados en toda el área de influencia del Proyecto.

- Identificación y definición de fuentes significativas de vibración y ruido estructural ubicadas en toda el área de influencia del Proyecto.

- Definición de la línea base de referencia en materia de vibraciones y ruidos estructurales a partir de una técnica combinada entre monitorización de niveles de vibraciones y ruidos estructurales actuales y métodos de predicción de vibraciones que permitan conocer la distribución de los niveles de vibraciones y ruidos estructurales en toda el área de influencia del Proyecto.

- Los instrumentos deben contar con los certificados de calibración vigentes de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

- Se deberá implementar una metodología de monitoreo y procesamiento de los datos acorde con las características del Proyecto, que permita conocer la distribución de los niveles de vibraciones y ruidos estructurales en toda el área de influencia directa del Proyecto. El Contratista deberá tener en cuenta para la selección de la metodología a utilizar, aquellas establecidas a nivel internacional y nacional para proyectos metro ferroviarios.

- El Contratista deberá presentar a la interventoría la justificación sobre e la selección de la metodología seleccionada,

- Se deben tener en cuenta las indicaciones del fabricante para el uso de los equipos en cuanto a intervalos de medida, tiempos de calentamiento, influencia de la humedad, influencia de los campos magnéticos y electrostáticos, vibraciones y toda aquella información adicional que asegure el correcto uso del equipo.

- Se deberá establecer los puntos de ubicación de los equipos de monitoreo, teniendo en cuenta los receptores sensibles identificados y las fuentes importantes de vibración

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

identificadas. Así mismo, los puntos estarán acorde con las características y zonificación de los sectores teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

  - Mediciones en áreas residenciales retiradas de áreas de tráfico o vías principales para caracterizar vibraciones.
  - Mediciones a lo largo de las principales vías para caracterizar vibraciones altas.
  - Mediciones en áreas sensibles con actividades o fuentes que generen vibración.
  - Mediciones en cualquier fuente importante de vibración existente.

- Para la determinación del número de puntos y de los tiempos de medición el Contratista deberá elaborar un procedimiento que incluya, pero sin limitarse lo siguiente:
  - Determinación y justificación de las áreas donde se deben hacer las mediciones, teniendo en toda el área de influencia del Proyecto.
  - Identificación de los puntos en donde se realizarán las mediciones que abarquen el área de influencia del Proyecto.
  - Distancias máximas para la ubicación de los puntos de medición.
  - Número de horas diurnas y nocturnas durante las cuales se efectúa la toma de mediciones.
  - Horarios de medición.
  - Número de días por semana y el número de semanas por mes durante las cuales se efectúan las mediciones.
  - Otras actividades a desarrollar simultáneamente, con la realización de las mediciones.
- El Contratista deberá caracterizar los niveles aceleración en el espectro en frecuencias de interés (1Hz a 100Hz), para los diferentes componentes de movimiento, con el propósito de determinar en términos de unidades de aceleración y velocidad de las vibraciones sobre las viviendas en condiciones actuales dentro del área de influencia del Proyecto.

- El Contratista deberá aplicar los lineamientos para la posición de los equipos de medición establecidos en las siguientes normas, según aplique:

  - La norma ISO 4866 (2010) para las medidas realizadas en pie de los edificios (vibraciones de estructuras).
  - La norma ISO/TS 14837-31:2017. Mechanical vibration - Ground-borne noise and vibration arising from rail systems - Part 31: Guideline on field measurements for the evaluation of human exposure in buildings. para las medidas realizadas dentro de los edificios.

- Las mediciones y su duración se desarrollarán teniendo en cuenta la influencia de las fuentes existentes (menor o mayor influencia) y como referencia en el horario que operaría el Proyecto y que permitan identificar la influencia de los agentes de vibración (mayor o menor influencia) a las edificaciones y/o personas. Se deberán definir, como mínimo y sin limitarse, los siguientes puntos:

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Identificación del punto de medición.
- Coordenadas geográficas.
- Nivel de velocidad de vibración
- Nivel máximo de RMS
- Nivel pico
- Cálculo de la aceleración máxima de registros de aceleración.
- Cálculo de espectro de Fourier de cada uno de los registros de aceleración con el fin de determinar la frecuencia predominante del registro de aceleración.
- Registro fotográfico del punto de medición.
- Uso de suelo.
- Y demás variables o parámetros necesarios para las campañas de mediciones de vibraciones.

- Deberá realizarse una Identificación de fuentes de vibración (tráfico, procesos industriales, construcciones, entre otros) actuales en la zona de estudio. Se deberá definir las siguientes condiciones para las fuentes de origen, ubicadas en el área de influencia del Proyecto:

    - Nombre y naturaleza de cada foco de vibración identificado.
    - Distancias de impacto.
    - Descripción del emisor.
    - Tiempos de operación día/noche.
    - Y demás variables o parámetros necesarios para la identificación.

- Inventario de edificaciones sensibles en el área de influencia directa del Proyecto. Como mínimo se deberá incluir la siguiente información:

    - Codificación para la identificación de cada edificación
    - Tipo de construcción, altura, cimentación, uso de la edificación (residencial, comercial, industrial, bibliotecas, zona de hospitales, colegios, hogares geriátricos, universidades, parques, estudios de grabación, teatros, salas de conciertos, entre otros).
    - Estado de la edificación.
    - Coordenadas geográficas.
    - Altura de las edificaciones.
    - Número de pisos de la edificación
    - Distancia hasta el eje del Proyecto
    - Y demás variables o parámetros necesarios para la elaboración del inventario.

- El Contratista deberá realizar un inventario de la malla vial (arterial, intermedia, local) y aforos que incluya como mínimo la siguiente información:
    - Identificador numérico
    - Nombre de la vía (ubicación).

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Número de carriles, sentido (ancho calzada).
- N.º vehículos (volumen vehicular), IMD (número promedio de vehículos que circulan diariamente), etc. considerados para el periodo día.
- N.º vehículos (volumen), IMD (número promedio de vehículos que circulan diariamente), etc. considerados para el periodo noche.
- % Vehículos pesados durante el periodo día. Promedio Anual
- % Vehículos pesados durante el periodo noche. Promedio Anual
- Velocidad máxima de circulación de los vehículos ligeros en ese tramo.
- Velocidad máxima de circulación de pesados en ese tramo.
- Tipo de vía (concreto, asfalto).
- Y demás variables o parámetros necesarios para las especificaciones del tráfico rodado actual.

- El Contratista deberá elaborar un protocolo para la ejecución del monitoreo. El protocolo debe incluir como mínimo y sin limitarse:
  - Metodología detallada para toma de muestras.
  - Metodología para el procesamiento de los datos.
  - Programa de trabajo.
  - Descripción y justificación de la selección de los puntos de monitoreo.
  - Procedimiento del aseguramiento metrológico y calibración de los equipos antes, durante y después del monitoreo.

- El Contratista debe presentar a la interventoría para su aprobación, el protocolo para la ejecución del muestreo. Una vez el protocolo sea aprobado por la interventoría se puede ejecutar el muestreo de vibraciones
- Representación de la distribución de los niveles vibratorios que permita identificar zonas críticas en el área de influencia del Proyecto. El software utilizado para el modelo y representación gráfica de las vibraciones deberá justificarse técnicamente teniendo en cuenta las limitaciones e incertidumbres de los mismos y se utilizará la última versión.

- A partir de los resultados de las mediciones, se debe establecer las zonas que presentan niveles de vibración cercanas o por encima del rango de la percepción humana.

- Se deberá proporcionar la cartografía necesaria para presentar los resultados del monitoreo y del análisis de la información.

- Los informes técnicos deberán incluir el análisis, resultados consolidados y estadísticos, conclusiones y demás información necesaria de todas las actividades realizadas durante el periodo de monitoreo y del método de predicción. Los informes deberán contener como mínimo la siguiente información:
  - Fecha de la medición, hora de inicio y de finalización.
  - Ubicación de la medición

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Normas utilizadas.
- Tipo de instrumentación utilizado.
- Equipo de medición utilizado, incluyendo números de serie.
- Datos de calibración, ajuste del instrumento de medida y fecha de vencimiento.
- Criterios para selección de puntos de monitoreo.
- Procedimiento de medición utilizado. Descripción detallada de la metodología.
- Condiciones predominantes.
- Descripción de las condiciones que influyen en los resultados: acabados de la superficie, geometría, barreras, entre otros.
- Resultados numéricos y comparación con la normatividad aplicada.
- Descripción de los tiempos de medición, intervalos de tiempos de medición y de referencia, detalles del muestreo utilizado.
- Variabilidad de la(s) fuente(s).
- Descripción de las fuentes de vibración existentes, datos cualitativos.
- Inventario de sitios sensibles a las vibraciones.
- Reporte de memoria y descripción del cálculo empleado (incertidumbre, ajustes, entre otros).
- Descripción detallada y resultados de la metodología de predicción desarrollada.
- Descripción detallada y análisis de los resultados.
- Plano detallado que muestre la posición de las fuentes de vibración, objetos relevantes y puntos de observación y medición.
- En el respectivo informe de resultados hacer la descripción clara de las distancias de las mediciones congruentes con la metodología aplicada, de tal manera que permitan la repetibilidad de las mismas en el futuro.
- Planos georeferenciados de los sitios donde se tomaron las mediciones.
- Copia de los certificados de calibración de los equipos de medición.
- Bitácoras y formatos de campo.
- Registro fotográfico.

5.2.5.4.5. **Modelo de predicción de vibraciones y ruidos estructurales**

- Desarrollo de un modelo predictivo de vibraciones y ruidos estructurales para representar la línea base (información levantada antes de cualquier actividad o intervención de obra del Proyecto), la Construcción y la Operación y Mantenimiento del proyecto.

- Los resultados del modelo será la base para la definición de las medidas para la prevención, control, mitigación, corrección de las vibraciones y ruidos estructurales.

5.2.5.4.6. **Predicción de vibraciones y ruidos estructurales para el escenario de construcción**

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- El Contratista deberá evaluar y cuantificar el impacto de las vibraciones y ruidos estructurales del Proyecto durante la construcción a partir de la situación más desfavorable, incluyendo un análisis del efecto acumulativo respecto a la línea base.

5.2.5.4.7. **Predicción de vibraciones y ruidos estructurales para el escenario de Operación y Mantenimiento.**

- El Contratista deberá simular los niveles de velocidad vibratoria y ruido estructural transmitidos por el suelo en los receptores sensibles.
- El Contratista deberá elaborar la propuesta de implementación de las medidas para prevenir, controlar, corregir, mitigar los niveles de vibraciones y ruidos estructurales.

5.2.5.5. Caracterización de Medio biótico

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Suministrar la información relacionada con las características cualitativas y cuantitativas de los diferentes ecosistemas presentes en el área de influencia del Proyecto de los componentes del medio biótico, determinando su funcionalidad, estructura y sensibilidad, como un referente del estado inicial previo a la ejecución del Proyecto. Para tal efecto, la información debe ser procesada y analizada en forma integral.

- Para la caracterización del medio biótico se deben tener en cuenta los aspectos metodológicos establecidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales , acogida mediante Resolución 1503 de 201 O, o aquella que la modifique, sustituya o derogue, en el permiso de estudio que sea otorgado por la autoridad ambiental competente y en los demás requerimientos establecidos mediante el Decreto 3016 de 27 de diciembre de 2013 "por el cual se reglamenta el Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambienta/es", o el que lo modifique, sustituya o derogue y contar con los permisos de estudio de recolección de especímenes de especies para la elaboración de estudios ambientales con base en lo indicado en la Ley Aplicable.

Nota: no se pueden utilizar métodos químicos o de envenenamiento para realizar los muestreos o monitoreos de fauna (incluyendo fauna íctica), así como tampoco se permite el uso de trampas para captura que sean en esencia letales (trampas de golpe para micromamíferos, entre otros).

5.2.5.6. Estructura Ecológica Principal (EEP) – áreas sensibles

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Revisión Estructura ecológica principal y su reglamentación en el POT.
- Identificación de traslapes con elementos de la Estructura Ecológica Principal (área de traslape con cuerpos de agua lóticos y lénticos en los corredores ecológicos de ronda hídrica (cauce, Ronda hidráulica y Zonas de Manejo de Protección Ambiental –ZMPA) y/o con otros elementos de la EEP)
- Revisión de la zonificación ambiental y de manejo (zonas con exclusión ambiental, zonas de intervención con restricción ambiental y zonas sin restricción ambiental).
- Identificación de áreas sensibles como parques, áreas de reserva forestal, áreas protegidas, corredores biológicos, ecosistemas, senderos ecológicos, humedales, entre otros.
- Identificación de otras Autoridades Ambientales que tengan injerencias en zonas fuera del perímetro urbano, que estén proyectadas para el trazado.
- Verificación de zonas recreativas o espacio público que sean sujetas a determinantes ambientales o criterios ambientales establecidos por las autoridades gubernamentales.
- Identificación de cuerpos de agua, y en caso de existencia establecer los trámites para su intervención en caso de ser necesario. Es importante tener en cuenta corredores de ronda y Zonas de Manejo y Preservación Ambiental (ZMPA).
- Zonas protegidas declaradas internacionalmente.
- Identificación de las prohibiciones y restricciones para áreas identificadas y el análisis del proceso que se debe adelantar para viabilizar la intervención.

En este sentido, el Contratista debe realizar una identificación, evaluación y análisis de la interferencia del proyecto y de su infraestructura asociada con la EEP y áreas sensibles. Debe elaborar planos en donde se presente la relación entre el proyecto y su infraestructura asociada con la Estructura Ecológica Principal y áreas sensibles

Se deben establecer las medidas de prevención, control, mitigación y compensación de impactos ambientales negativos por la interferencia entre el proyecto y su infraestructura asociada con la Estructura Ecológica Principal y áreas sensibles.

5.2.5.7. Vegetación

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Debe realizar el inventario forestal del 100% de los individuos vegetales que se encuentran en el área de influencia directa del Proyecto (incluye planos, memoria técnica y formatos SDA) y que presenten interferencia con el mismo. El Contratista debe presentar el inventario forestal ante la interventoría para su aprobación. Los formatos de inventario a diligenciar son los exigidos por la autoridad ambiental competente.

- Debe realizar el registro al Sistema de Información para la Gestión del Arbolado Urbano de Bogotá D.C (SIGAU) de cada uno de los árboles inventariados que no cuenten con esta codificación.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Efectuará una estimación de la importancia ambiental, cultural y patrimonial de los individuos vegetales identificados.

- Identificar y especificar en el inventario forestal las especies en veda.

- Presentar los planos (escala 1:500) donde se presente la ubicación de las diferentes especies consideradas en el inventario forestal y la respectiva marcación hecha en campo, en el plano se ubicará el Proyecto de manera tal que se puedan determinar las especies afectadas directamente por la construcción. Dentro del soporte del inventario debe especificarse cuales individuos vegetales se encuentran en espacios públicos y cuáles en predios privados y su ubicación exacta por medio de georreferenciación (formato shp).

- Se debe identificar, describir, cuantificar y georreferenciar las zonas verdes y blandas susceptibles de afectación por el Proyecto de acuerdo con la normatividad aplicable, con el propósito de determinar la afectación y estimar las medidas de compensación de acuerdo con la normatividad vigente. El Contratista deberá entregar la siguiente información:

    - Plano a escala 1:500 del inventario de áreas verdes existentes en el área de intervención en formato .dwg y .shp.
    - Plano a escala 1:500 de las zonas previstas a endurecer y las zonas verdes a generar en formato .dwg y .shp.
    - Balance de zonas verdes que se tienen previstas a endurecer y las zonas verdes a generar en m2.
    - Memoria Técnica
    - Y demás especificaciones técnicas que solicite el Jardín Botánico de Bogotá y la Secretaría Distrital de Ambiente

- Debe presentar diligenciados los formularios, fichas o formatos que la Autoridad competente requiera, así como la información y/o documentación que sea necesaria para la posterior la obtención de los permisos y/o autorizaciones.

5.2.5.8. Fauna

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Identificar y tipificar las especies faunísticas de la zona del Proyecto, realizando la descripción de sus principales características y densidades. Debe describir sus principales relaciones con el ambiente, haciendo énfasis en aquellos grupos que puedan ser vulnerables frente a la construcción, operación y mantenimiento del Proyecto.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- En caso de encontrar especies endémicas, de interés comercial y/o cultural, amenazadas, en peligro crítico, o no clasificadas, se debe profundizar en los siguientes aspectos: densidad de la especie y diversidad relativa, estado poblacional, migración y corredores de movimiento y áreas de importancia para cría, reproducción y alimentación. Este análisis deberá incluir la bibliografía base para la identificación de especies endémicas de acuerdo con la normatividad Aplicable; áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación, y zonas de paso de especies migratorias, de interés comercial y/o cultural, amenazadas, en peligro crítico, o no clasificadas.

- Se deberá realizar un análisis de los grupos faunísticos a lo largo del corredor de la Línea 2 con el fin de establecer corredores de movimiento y áreas de importancia de cría, especies en peligro de extinción y estado de la población. Para el área del Patio Taller se deberá realizar un muestreo para hacer identificación de los grupos faunísticos presente en dicha área, se deberá tener en cuenta lo solicitado para el corredor de la Línea 2. En todo caso se deberá contar con el permiso de recolección de especímenes de especies de la diversidad biológica para fines de investigación científica no comercial.

- Igualmente, se deberá contemplar “la guía para el manejo ambiental” de la Secretaría Distrital de Ambiente (2001), donde se señala el manejo de la avifauna en los tratamientos silviculturales del D.C. Y la Guía metodológica para el manejo de la avifauna asociada a áreas de intervención en proyectos de infraestructura urbana (2009).

- Proyectar las acciones de mitigación de acuerdo a los diferentes grupos faunísticos encontrados, como el traslado, rescate, reubicación y relocalización de nidos (aves), juveniles, entre otros.

5.2.5.9. Caracterización Medio socioeconómico

La caracterización del medio socioeconómico debe hacerse con base en información cuantitativa y cualitativa, y su análisis debe permitir dimensionar los impactos que el proyecto pueda ocasionar en cada uno de sus componentes. Asimismo, la información de caracterización del medio socioeconómico debe permitir un análisis de la integralidad de sus condiciones y características, guardando coherencia para cada uno de sus componentes.

Para el levantamiento de información de caracterización socioeconómica del área de influencia indirecta, se deben emplear fuentes secundarias actualizadas, debidamente acreditadas, como aquellas procedentes de instituciones gubernamentales y de otras instituciones de reconocida idoneidad, así como información consignada en estudios regionales y locales recientes; en caso de que se requiera y de ser posible, debe levantarse información primaria del área.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

Para el levantamiento de información de caracterización socioeconómica del área de influencia directa se debe acudir primordialmente a fuentes de información primaria. Los métodos, herramientas y técnicas de recopilación de información deben estar debidamente referenciados y soportados dentro del estudio.

La caracterización socioeconómica del área de influencia debe incluir los componentes principales, como mínimo:

- Análisis del proyecto en relación con las Políticas Distritales y Nacionales
- Diagnóstico medio socioeconómico
- Identificación de la población a reasentar debido a la adquisición predial para el desarrollo del proyecto.
- Identificación, evaluación y Plan de Manejo de Impactos.

Este documento deberá estar articulado con todo el documento de Estudio de Impacto Ambiental y Social de los estudios del proyecto.
El diagnóstico se debe construir basado en información cuantitativa y cualitativa, de manera que su análisis facilite dimensionar los impactos. El **Contratista** debe desarrollar el proceso de caracterización para cada uno de los Tramos del proyecto a partir de la definición del área de influencia directa e indirecta, teniendo en cuenta lineamientos de participación, dimensión demográfica, dimensión espacial, dimensión económica, dimensión cultural, dimensión político-administrativo, tendencias del desarrollo, arqueología e información sobre la población a reasentar, establecidos para el Estudio de Impacto Ambiental y Social del proyecto.

Las herramientas para la recopilación de información primaria con la comunidad deben ser evaluadas y aprobadas tanto por la interventoría, y la **Empresa Metro**.

La caracterización del medio socioeconómico debe cumplir con los siguientes objetivos:

- Identificar los impactos sociales, económicos, y culturales positivos y/o negativos que se puedan generar con ocasión del proyecto, y en la población del área de influencia directa e indirecta.
- Identificar los actores institucionales, académicos, ambientales y sociales que se deben tener en cuenta en las posteriores etapas del proyecto.
- Realizar la caracterización socio territorial, teniendo en cuenta las características sociales inherentes a la población ubicada en la zona del proyecto, estableciendo el área de influencia tanto directa como indirecta.
- Diseñar lineamientos y estrategias sociales para la resolución de conflictos o tensiones sociales detectadas en el mapa de actores de la caracterización.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Identificar organizaciones y liderazgos cívicos, sociales y comunitarios para construir espacios de participación, comités zonales y promoción del control social.

A continuación, se hace la descripción de cada uno de los capítulos que contiene el diagnóstico del medio socioeconómico:

Dimensión Socioeconómica (demográfica, espacial, cultural, económica)

El **Contratista** debe describir la comunidad asentada en las Áreas de Influencia del Proyecto (directa e indirecta), caracterizando tanto los hogares como las Unidades Económicas.

Dimensión político administrativa

El **Contratista** debe describir el panorama general sobre la organización y presencia institucional y comunitaria que se relacionaría con el proyecto, haciendo un análisis de los aspectos sociopolíticos, proyectos y programas encaminados a mitigar las necesidades de la comunidad, el nivel de organización comunitaria y la capacidad de liderazgo de las comunidades.

Tendencias del desarrollo

El **Contratista** debe describir las tendencias y visiones de futuro de acuerdo con los diferentes instrumentos de planificación como el Plan de Desarrollo Distrital vigente, Planes Locales de Desarrollo, entre otros mencionando los planes, programas y proyectos que puedan llegar a articularse al plan de manejo de impactos.

Teniendo en cuenta que en este momento se encuentra en formulación el nuevo Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad, el Contratista deberá reunirse con la Secretaria Distrital de Planeación, con el propósito de conocer la visión de la ciudad a lo largo del corredor e incorporar las tendencias que se tendrán para este importante proyecto.

5.2.5.9.1. Dimensión Demográfica

Área de Influencia Indirecta (AII)

El Contratista deberá desarrollar un análisis donde se describa:

- Hechos históricos de la ocupación del territorio por parte de las poblaciones humanas (antecedentes e hitos importantes con relación a su asentamiento y expansión) que den cuenta de aspectos económicos, sociales, ambientales, urbanísticos y de movilidad
- Proyección de la población
- Tasa de natalidad y mortalidad.
- Composición por edad y sexo
- Migración

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Movilidad espacial actual y tendencial, así como los factores que influyen en dicho fenómeno.
- Estructura de la población por edad y sexo, distribución y densidad.
- Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas - NBI de la población.

Área de Influencia Directa (AID)

El Contratista deberá identificar por zona:

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

5.2.5.9.2. **Dimensión Espacial**

Área de Influencia Indirecta (AII)

El Contratista deberá identificar:

- Ocupación del suelo y ordenamiento territorial, áreas protegidas, uso del suelo, identificación de predios residenciales y comerciales
- Se debe analizar la calidad y cobertura de los servicios públicos y sociales del área de influencia indirecta del Proyecto. Se debe hacer una síntesis de los servicios públicos y sociales, incluyendo su calidad y cobertura, en tanto se relacionen con el Proyecto.
- Servicios sociales - Infraestructura educativa y de salud (identificación), población en régimen de excepción y población no asegurada, afiliación por empresas prestadoras de salud, equipamientos, establecimientos educativos, distribución de colegios, porcentaje de matrículas por grado.
- Infraestructura recreativa y deportiva (identificación).
- Tipo y déficit de vivienda
- Infraestructura de transporte vial, ferroviario (identificación)
- Identificar el estado de las vías.
- Acceso a los servicios sociales.
- Uso de las vías.
- Modos de servicio de transporte (formal / informal) y condiciones de movilidad (viajes en día hábil y tiempo promedio de viaje desagregado por sexo).
- Medios de comunicación: radio, prensa, internet, televisión y emisoras comunitarias.

Área de Influencia Directa (AID)

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

El Contratista deberá identificar por zona:

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

Georreferenciación de equipamientos sociales y dotacionales

Se reflejarán en los planos 1:1.000 a todo color con sus respectivas convenciones, con las siguientes capas de información:

- Área de influencia social directa: Localidad, Unidades de Planeamiento Zonal (número y nombre).
- Área de influencia social indirecta: barrios aferentes al proyecto, equipamientos.
- Localización del proyecto.
- Georreferenciación y sistematización de las propuestas comunitarias susceptibles de ser incorporadas previa evaluación interdisciplinar del Contratista, para los diseños urbanísticos del proyecto.

5.2.5.9.3. **Dimensión Cultural**

Área de Influencia Indirecta (AII)

El Contratista deberá identificar:

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Patrimonio cultural inmaterial: prácticas sociales, tipos de patrimonio y tradiciones estéticas. Evolución urbana
- Bienes muebles e inmuebles declarados de interés cultural que se encuentren dentro del AII.
- Sitios y sectores de importancia cultural.
- Espacios de tránsito y desplazamiento.
- Áreas de uso cultural para la recreación y el esparcimiento, otros de importancia cultural.
- Impacto de los lineamientos de la política de cultura ciudadana en el AII.

Área de Influencia Directa (AID)

El Contratista deberá identificar por zona:

- Patrimonio cultural inmaterial: prácticas sociales y tradiciones estéticas.
- Bienes muebles e inmuebles declarados de interés cultural que se encuentren dentro del AID, indicando el acto administrativo mediante el cual fueron declarados, así como sus respectivos Planes Especiales de Manejo y Protección en caso de que existan. Se deberá entregar un plano con la georreferenciación y localización a escala 1:5.000 que incluya la delimitación del bien identificado.
- Sitios de importancia cultural. Se deberá entregar un plano con la georreferenciación y localización a escala 1:5.000.
- Espacios de tránsito y desplazamiento.
- Áreas de uso cultural para la recreación y el esparcimiento, otros de importancia cultural.
- Recomendaciones normativas para manejo de Bienes muebles e inmuebles declarados de interés cultural
- Diagnóstico de la cultura ciudadana
- Presencia de comunidades étnicas, para esto, el Contratista solicitará al Ministerio del Interior la certificación de presencia de comunidades étnicas.

5.2.5.9.4. **Dimensión Política-Organizativa**

Área de Influencia Indirecta (AII)

El Contratista deberá identificar:

- Las instituciones públicas existentes en el AII.
- Las organizaciones privadas (gremios, entre otros), sociales y comunitarias tales como asociaciones, corporaciones, JAC, JAL, cooperativas, veedurías, entre otros presentes o que

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

han tenido incidencia relevante en el AII de los componentes del medio socioeconómico, precisando:

- Tiempo de permanencia en la zona.
- Temas de interés o trabajo.
- Programas o proyectos ejecutados o en ejecución.
- Población beneficiaria.

- Las instancias y mecanismos de participación de la población, así como las instituciones y organizaciones del AII de los componentes del medio socioeconómico.
- Proyectos estructurales de intervención social desarrollados en el AII.

Área de Influencia Directa (AID)

El Contratista deberá identificar por zona:

- Comités zonales creados para el seguimiento y control social del Proyecto de la Línea 2.
- Las instituciones públicas existentes en el AID
- Las organizaciones privadas (gremios, entre otros), sociales y comunitarias tales como asociaciones, corporaciones, JAC, JAL, cooperativas, veedurías ciudadanas, ONG, entre otros presentes o que han tenido incidencia relevante en el AID de los componentes del medio socioeconómico, precisando:

  - Tiempo de permanencia en la zona.
  - Temas de interés o trabajo.
  - Programas o proyectos ejecutados o en ejecución.
  - Población beneficiaria.

- Las instancias y mecanismos de participación de la población, así como las instituciones y organizaciones del AID de los componentes del medio socioeconómico.
- Proyectos estructurales de intervención social desarrollados en el AID.

5.2.5.9.5. **Dimensión Económica**

Área de Influencia Indirecta (AII)

El Contratista deberá identificar:

- Procesos productivos y tecnológicos.
- Caracterización del mercado laboral actual y diagnóstico de oferta laboral.
- Polos de desarrollo que interactúan con el AII.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Características del mercado laboral actual en cuanto al tipo de mano de obra que se encuentra en el área y la forma de condición laboral donde se incluya empleo formal, empleo informal, desempleo y subempleo, porcentajes de distribución en las principales actividades económicas, población económicamente activa, subempleo y condiciones de empleo inadecuado, variación de crecimiento PEA y PET, indicadores de ocupación informal y seguridad social, ramas de actividad de los ocupantes informales.
- Actividades económicas relacionadas con el turismo y/o la recreación, que se desarrollan en el AII, así como los agentes económicos que intervienen en las mismas, insumos, infraestructura, dinámica y demás elementos que las constituyen.
- Programas y proyectos productivos privados, públicos y/o comunitarios existentes, cuyas características sean de importancia para el desarrollo del Proyecto.
- Infraestructura relacionada con las actividades económicas existentes (centros nucleados de influencia para comercialización).
- Valor del suelo, variación del avalúo catastral

Área de Influencia Directa (AID)

El Contratista deberá identificar por zona:

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

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Comercial (sectores comerciales, centros comerciales, empresas de transportes, etc.).
- Organizaciones sociales y comunitarias (J.A.C., Propiedad horizontal, ONG´s, Organizaciones Culturales, Asociaciones de Vecinos, etc).
- Otros que se encuentren e identifiquen durante los estudios.

Esta información deberá organizarse en bases de datos dinámicas que faciliten su utilización, teniendo como mínimo las siguientes variables:

- Ubicación geográfica: localidad, área de influencia (directa – indirecta), UPZ (número y nombre), barrio, dirección.
- Tipo de equipamiento (educativo, cultural, salud, seguridad, culto, recreativo, bienestar social), nombre del equipamiento.
- Sector (privado – público), datos generales: teléfono, correo electrónico, nombre del Representante Legal.
- Escala (barrial, vecinal, local)
- Para el caso de las organizaciones sociales deberá determinarse el número de afiliados.
- Tipo de influencia sobre el territorio, posición, interés e influencia (alta-media-baja). Esta información debe ser analizada de cara a la entrega de un mapa de actores y entregada en una cartografía que solape el trazado junto con la ubicación del actor, de manera que se genere un documento de recomendaciones de manejo con estos actores para la fase de construcción del proyecto y/o permita la identificación de posibles alianzas estratégicas que se puedan dar para garantizar la vinculación de estos en el desarrollo, construcción y mantenimiento del proyecto.

5.2.5.9.6. **Tendencias de Desarrollo**

El Contratista deberá identificar:

- Proyectos en etapa de desarrollo y en etapa de planeación que generen impacto de tipo acumulativo en el Proyecto de la PLMB – FASE II.
- Proyectos estratégicos del Comité de Integración Territorial para el desarrollo regional 2030 Bogotá, ciudad región.
- Identificación de los planes parciales de segundo nivel según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) que hacen parte del área de influencia del Proyecto, así como los nodos que tengan relación con el proyecto, Plan de Desarrollo, Planes Locales de Desarrollo y demás programas, planes y proyectos que puedan articularse con el plan de manejo ambiental y social.
- Proyectos que cursan actualmente trámite en la Secretaría Distrital de Planeación (tales como Planes Parciales, Planes de Regularización y Manejo, Planes de Implantación, etc.)

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Información relativa al POT (Planes maestros, Planes zonales, Operaciones estratégicas, UPZ, entre otros.)
- Información en formato cartográfico de la ubicación de las licencias urbanísticas de proyectos aprobados en el área de influencia directa, las áreas de cesión pública que se han generado, según los requerimientos de las secciones tipo definidas en el POT vigente, en los parámetros operacionales para el proyecto, y los demás requerimientos funcionales para peatones y biciusuarios, con prioridad sobre el tráfico mixto o público, las ciclorrutas y el espacio público de la vía.
- Vías del corredor Metro. Perfiles a nivel de esquema básico.
- Vías locales aferentes a las estaciones: Perfiles tipo a nivel de esquema básico, con configuraciones variadas que respondan a las diferentes condiciones urbanas.
- Tramos típicos de espacio público: Ejemplos de andenes, separadores, ciclorutas y calzadas.
- Lineamientos para intersecciones viales: Especificaciones de cruces seguros para tráfico mixto, transporte público, bicicletas y peatones.
- Lineamientos para el diseño y el posicionamiento del mobiliario urbano.
- Tabla de materiales y colores.

5.2.5.9.7. **Caracterización del Área de Influencia Estaciones**

Para cada una de las áreas de influencia de las estaciones, el Contratista deberá identificar:

- Intersecciones viales
- Barrios del AID
- UPZ del AID
- Localidad(es) en donde se ubica la estación
- Zona comercial y tipo del AID
- Tipo de construcciones y usos
- Entidades u organizaciones sociales del AID
- Zonas de interés, patrimonio, BIC, etc. Del AID
- Áreas de uso cultural del AID
- Zonas de recreación, educación y salud del AID
- Ocupantes del espacio público del AID (migrantes / nacionales)

5.2.5.9.8. **Caracterización de los Ocupantes del espacio Público**

El Contratista deberá identificar:

- Identificación, georreferenciación, caracterización (género, grupo etario, nivel educativo, grupo poblacional, caracterización de vivienda actual, vendedores con Registro Individual

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

de Vendedores (RIVI), opciones fuera del espacio público, ingresos, índice de vulnerabilidad) y registro de vendedores informales que ocupan el espacio público en los puntos de intervención del área de influencia, productos preparados, productos empacados, relación de productos, relación de productos con tipificación. Información que se debe solicitar al IPES tanto para AII como para AID

- Vendedores informales y usuarios de las alternativas comerciales del IPES
- Usuario IPES y vendedores informales con afectación directa
- Descripción de las áreas ocupadas y su relación con el proyecto (la relación directa con las estaciones y la relación directa con las alternativas económicas del IPES)
- Características socioeconómicas y los ejes viales donde hay mayor concentración de los vendedores asociados a su actividad de influencia (a lo largo del trazado).
- Migración

5.2.5.9.9. **Programa de Arqueología Preventiva**

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- El Contratista debe adelantar el programa de arqueología preventiva de acuerdo con el procedimiento establecido por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) el cual comprende los siguientes pasos:

    a) Registro.
    b) Diagnóstico y prospección.
    c) Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico.
    d) Implementación del Plan de Manejo Arqueológico.
    e) Arqueología pública.

El Contratista debe anexar copias de los certificados del ICANH, donde se demuestre la realización de los tres primeros pasos, conforme con lo establecido en los términos de referencia correspondientes emitidos por el ICANH y las normas que regulen la materia al momento de la entrega de este programa.

Así mismo, el Contratista debe hacer especial énfasis en la localización correspondiente a la excavación para las estaciones y de las estructuras que se requieran.

Se debe anexar constancia de entrega al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), del programa de arqueología preventiva conforme a lo establecido al Decreto 138 de 2019 o aquel que lo modifique, sustituya o derogue.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

5.2.5.9.10. **Información sobre población a reasentar**

Si como consecuencia del desarrollo del proyecto se requieren procesos de traslado involuntario de población, se debe identificar la población sujeta de reasentamiento con el fin de que la EMB pueda desarrollar un Plan de Reasentamiento que garantice las mismas y/o mejores condiciones socioeconómicas, para lo cual el Contratista debe, por lo menos:

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

5.2.6. Zonificación Ambiental y Social

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Con base en la información de la caracterización ambiental y social de las áreas de influencia y la normatividad vigente, se debe efectuar un análisis integral de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, con el fin de realizar la zonificación ambiental y social, a partir de la sensibilidad ambiental y social del área, en su condición sin Proyecto, considerando los componentes y dimensiones que podrían ser objeto de una posible afectación.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- La determinación de la sensibilidad ambiental y social se hace a partir de la evaluación de los elementos identificados en la caracterización, para lo cual se deben tener en cuenta, entre otras, las siguientes unidades:

    - Áreas de especial importancia ecológica, tales como, Estructura Ecológica Principal, sistemas de áreas protegidas del Distrito Capital, parques urbanos, corredores ecológicos, área de manejo especial del Río Bogotá, zona de reservas de la sociedad civil, áreas naturales protegidas, áreas de utilización por grupos étnicos, distritos de manejo integrado, ecosistemas sensibles, rondas hidrográficas, corredores biológicos, presencia de zonas con especies endémicas, amenazadas (en peligro, en peligro crítico y vulnerables) de acuerdo con la normatividad vigente, áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación, y zonas de paso de especies migratorias.
    - Áreas de recuperación ambiental tales como áreas erosionadas, de conflicto por uso del suelo o contaminadas.
    - Áreas de riesgo tales como áreas susceptibles a deslizamientos e inundaciones.
    - Áreas de producción económica tales como ganaderas, agrícolas, mineras, entre otras.
    - Áreas de importancia social tales como asentamientos humanos, de infraestructura física y social, y de importancia histórica y cultural.

- Se deben elaborar y presentar mapas de zonificación para cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico), donde se identifiquen y definan las áreas o unidades con diferentes grados de sensibilidad ambiental y social. Asimismo, se deberá sobreponer los mapas de zonificación (abiótico, biótico y socioeconómico), para obtener la zonificación final del Proyecto.

- Se debe utilizar un Sistema de Información Geográfica para realizar el cruce o superposición de la información de los mapas de cada medio para obtener la zonificación ambiental y social final de las áreas de influencia, donde se sintetizan espacialmente las condiciones ambientales y sociales actuales más relevantes.

- Se debe describir detalladamente la metodología para obtener la zonificación ambiental y social, indicando:
    - Los componentes relevantes a tener en cuenta en la zonificación ambiental y social por cada medio, con la respectiva justificación técnica para su selección.
    - Los criterios establecidos para la ponderación y calificación cualitativa y cuantitativa de la sensibilidad ambiental y social de cada componente y dimensión dentro de la zonificación ambiental y social.
    - El procedimiento para realizar la agrupación y ponderación de las unidades con diferentes grados de sensibilidad ambiental y social definida para cada medio al

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

superponer los mapas de cada uno de ellos (abiótico, biótico y socioeconómico) y de esta forma obtener la zonificación ambiental y social final.
- El análisis de los resultados obtenidos en el procedimiento anterior.
- Las áreas obtenidas por cada categoría de sensibilidad ambiental y social, tanto para los mapas intermedios, como para la zonificación ambiental y social final, y su porcentaje de participación en relación con las áreas de influencia del Proyecto.

- Tanto la zonificación ambiental y social de cada medio como la zonificación ambiental y social final deben cartografiarse a escala 1:5.000, acorde con la sensibilidad ambiental y social de la temática tratada.

- La zonificación ambiental y social final para el área de influencia directa debe ser el insumo básico para realizar la zonificación de manejo correspondiente.

5.2.7. Demanda, Uso, Aprovechamiento Y/O Afectación De Recursos Naturales

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Presentar una detallada caracterización de los recursos naturales que demandará el Proyecto y que serán utilizados, aprovechados o afectados durante el mismo, incluyendo los que requieran o no permisos, concesiones o autorizaciones.

- Lo pertinente a los permisos, concesiones y autorizaciones para aprovechamiento de los recursos naturales,

- De acuerdo con la Ley 373 de 1997, “Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico” y la Política de Producción más Limpia y Consumo Sostenible, se deben presentar programas de ahorro y uso eficiente del agua y para el uso eficiente de la energía.

5.2.7.1. Aguas superficiales

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:
- Cuando se requiera la captación de aguas superficiales (si aplica), presentar como mínimo la siguiente información:

    - Caudal de agua solicitado expresado en litros por segundo, así como el estimativo del consumo de agua requerido para el Proyecto, expresado en las mismas unidades, discriminando el tipo de uso (doméstico, no doméstico).
    - Caudal ambiental expresado en litros por segundo, estimado de acuerdo con la metodología del Estudio Nacional del Agua 2014 y los Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua o sus versiones más

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

actualizadas. La estimación del caudal ambiental por este método debe hacerse a nivel mensual.

- Identificación de la fuente o sitio de captación, indicando los siguientes datos:

  - Nombre de la fuente a utilizar de acuerdo con las clasificaciones establecidas en el Registro Único de Recurso Hídrico.
  - Localización georreferenciada del punto o tramo homogéneo de captación propuesto.
  - Predio en donde se ubica la fuente o a través del cual se accede directamente a ésta (nombre del predio, propietario y localización).

- Análisis de los conflictos actuales y potenciales sobre la disponibilidad y usos del recurso hídrico, teniendo en cuenta el análisis hidrológico de caudales mínimos; así como el inventario y cuantificación aguas abajo de la captación hasta el límite del área de influencia del componente hidrológico, de los usos y usuarios registrados y no registrados ante la Autoridad Ambiental competente (analizando los volúmenes y caudales captados), de acuerdo con la caracterización del recurso hídrico superficial presentado en la línea base ambiental para el componente hidrológico (oferta hídrica total, oferta hídrica disponible y caudal ambiental).

- Análisis del Índice de Uso de Agua - IUA, el Índice de Vulnerabilidad Hídrica - IVH y el Índice de Retención y Regulación Hídrica - IRH, según la metodología prevista en el Estudio Nacional del Agua más reciente.

- Diseño de la infraestructura y sistemas de captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes y distribución.

- Volumen de agua requerido para cada actividad.

- Usos y volúmenes aguas abajo de la captación.

- Adquisición de predios o la constitución de servidumbres.

- Si la concesión de agua incluye el uso para consumo humano y doméstico, se debe dar cumplimiento de la normatividad vigente.

- Calidad del agua de los cuerpos de agua según lo establecido en la sección 5.5.2.2.2. Calidad del agua.

5.2.7.2. Aguas subterráneas

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Cuando se requiera la captación de aguas subterráneas, presentar como mínimo la siguiente información:

    - Identificar y caracterizar las unidades hidrogeológicas presentes incluyendo la información relacionada con el espesor, litología, características hidráulicas, niveles piezométricos, estimación de la dirección de flujo e identificación de zonas de recarga, tránsito y descarga.
    - Realizar el inventario de los puntos de agua subterránea, que incluya pozos, aljibes y manantiales, cada punto debe presentar como mínimo la identificación, georreferenciación, nivel piezométrico, profundidad, unidad acuífera captada, caudales y tiempos de explotación, usos y, número de usuarios, anexando el Formulario Único Nacional de Inventario de Aguas Subterráneas diligenciado para cada punto de aguas subterráneas.

- Con base en la caracterización hidrogeológica, para la exploración de aguas subterráneas se debe presentar:

    - Localización georreferenciada del predio o predios en donde se proyecta realizar la exploración, indicando la propiedad de los mismos (propios, ajenos o baldíos).
    - Inventario de puntos de agua subterránea del área donde se proyecta realizar la exploración diligenciando el Formulario Único Nacional para Inventario de Puntos de Agua Subterránea.
    - Estudio geofísico empleado para determinar la localización del (de los) pozo(s) exploratorio(s), con la ubicación de los sondeos eléctricos verticales (u otros métodos geofísicos) y los perfiles geológico-geofísicos realizados. Se deben adjuntar los datos de campo.
    - Localización georreferenciada de los sitios propuestos para realizar la(s) perforación(es) exploratoria(s) en cartografía 1:10.000.
    - Descripción del sistema de perforación a emplear, especificaciones del equipo, características técnicas y diseño preliminar del pozo (profundidad, diámetro, ubicación tentativa de filtros y tubería ciega).
    - De acuerdo con la caracterización hidrogeológica del área que se presenta en la línea base abiótica (como el inventario de los puntos de agua subterránea), se debe realizar el análisis de los posibles conflictos por la disponibilidad y usos del recurso.
    - Caudal requerido.
    - Adquisición de predios o la constitución de servidumbres.

Para la concesión de las aguas subterráneas se debe presentar los resultados de la prueba de bombeo del pozo e informar sobre la infraestructura y sistemas de conducción, además se debe seguir el proceso de exploración y concesión de aguas subterráneas que se encuentra en la página Web de la SDA, en caso de requerirse.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

5.2.7.3. Vertimientos

Cuando se requiera la realización de vertimientos de aguas residuales, se debe describir el sistema de tratamiento (detalles, planos o figuras), puntos de descarga, caudal, características de flujo (continuo o intermitente), clase y calidad del vertimiento, además de lo siguiente:

- Caracterización de las actividades generadoras de las aguas residuales.
- Identificación y localización (georreferenciar) de los puntos de descarga.
- Caracterización del vertimiento: caudal máximo de descarga para cada una de las alternativas de vertimiento propuestas, duración, periodicidad (continuo o intermitente), clase de agua residual (domésticas y no domésticas), caracterización físico-química típica de referencia del agua que se pretende verter antes y después del tratamiento.
- Caudal ambiental expresado en litros por segundo, estimado de acuerdo con la metodología del Estudio Nacional del Agua 2014 y los Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua o sus versiones más actualizadas. La estimación del caudal ambiental por este método debe hacerse a nivel mensual.
- Descripción de la operación y del sistema de tratamiento (diseños tipo, esquemas y figuras), manejo y estructuras de entrega en los sitios de disposición final, que serán implementadas durante las diferentes las Etapas y Fases del Proyecto dando cumplimiento con lo establecido por la Autoridad Ambiental.
- Plan de Gestión del Manejo del Riesgo de Vertimientos acorde con la normatividad vigente, para el sistema de tratamiento de aguas residuales en situaciones de suspensión temporal, falla o mantenimiento rutinario, así como en caso de eventos no planeados, suspensiones temporales o fallas entre otros.

5.2.7.4. Ocupación de cauce

Cuando el proyecto requiera la intervención de cauces de cuerpos de aguas (naturales y artificiales), se debe:

- Identificar y georreferenciar de cada uno de los puntos que requiera intervención y ocupación de un cauce.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Identificar y caracterizar la dinámica fluvial de los posibles tramos o sectores a ser intervenidos.

- Describir las obras de las actividades a ejecutar, la temporalidad y los procedimientos constructivos.

5.2.7.5. Vegetación

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Identificar y georreferenciar el 100% de las coberturas vegetales a intervenir para la ejecución del Proyecto.

- Identificar y georreferenciar el 100% de los individuos arbóreos dentro del área de influencia del Proyecto.

- Información de campo con datos del inventario forestal realizado, incluyendo como mínimo los siguientes aspectos: Tipo de cobertura, superficie a aprovechar (ha), localización (coordenadas geográficas incluido su origen, número SIGAU[1]), individuos inventariados (nombre común y científico), clasificación taxonómica, Diámetro de la Altura del Pecho (DAP), área basal, altura comercial, altura total, volumen comercial, estado fitosanitario y observaciones, sumatorias de número de individuos inventariados, discriminando cada una de los tratamientos silviculturales (poda, tala, bloqueo y traslado, conservación, entre otros) y toda aquella información solicitada por la autoridad ambiental.

- Identificar y georreferenciar el 100% de las áreas verdes y blandas que serán afectadas por el Proyecto con base en la normatividad vigente.

5.2.7.6. Emisiones Atmosféricas

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Identificar las fuentes de emisión móviles y fijas que se generaran por la ejecución de las actividades del Proyecto.

- Entregar adicional al inventario de emisiones, la siguiente información:

[1] SIGAU: Sistema de Información para la Gestión del Arbolado Urbano de Bogotá. Este registro sólo se realizará para los individuos arbóreos que estén en jurisdicción de Bogotá.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Estimar la masa de descarga de los contaminantes atmosféricos previstos en los procesos y actividades, identificados como fuentes de emisión. Anexar sustento de los cálculos realizados y suposiciones realizadas, e identificar y valorar las variables utilizadas.
- Ubicación de las fuentes de emisión existentes y proyectadas en planos georreferenciados.
- Incluir el plan de contingencia de los sistemas de control de emisiones.

- Con base en la modelación de la línea base debe indicar cuáles son los aportes de contaminación producto de las actividades del Proyecto, en relación con las concentraciones de fondo y los aportes de las fuentes ajenas al Proyecto que tienen incidencia en el área de influencia del Proyecto. Determinar el impacto que tendrá las fuentes de emisión identificadas sobre el recurso atmosférico.

- Los resultados de la modelación deben ser presentados en planos georreferenciados a escala 1:2.000, donde se identifiquen claramente las fuentes de emisión (naturales y antrópicas), los receptores sensibles identificados y la dispersión de los contaminantes evaluados con la adición de la concentración de fondo del área de estudio. Adicionalmente, se deben presentar en tablas los aportes de los contaminantes a cada uno de los receptores sensibles teniendo y sin tener en cuenta las concentraciones de fondo. Los resultados deben permitir:

    - Identificar las zonas de mayor incremento en la presencia de contaminantes de interés para cada uno de los escenarios del Proyecto.
    - Valorar la magnitud del impacto ocasionado por esta actividad sobre las condiciones de la calidad del aire en poblaciones potencialmente afectadas con un 90% de confiabilidad, teniendo en cuenta la normatividad vigente.
    - Identificar el aporte de contaminantes que realiza cada fuente o grupos de fuentes sobre la calidad del aire.

5.2.7.7. Residuos sólidos

Con base en la caracterización del área de influencia, para el manejo integral de los residuos sólidos se debe presentar la siguiente información:

- Identificación y descripción de las actividades que generarán residuos convencionales, peligrosos y especiales en el desarrollo del Proyecto.

- Estimación de la generación de Residuos de Construcción y Demolición y materiales sobrantes de excavación indicando los volúmenes. Se hará especial énfasis en las

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

alternativas de disposición de este material, conforme sus características, volúmenes y composición, acorde a la normatividad vigente

- Estimación de la generación de los residuos convencionales, peligrosos y especiales indicando los volúmenes.
- Localización y georreferenciación de los sitios de disposición final.
- Manejo para transporte de escombros y sobrantes, incluye posibles rutas y horarios.
- Clasificación de los residuos domésticos, industriales y especiales, indicando los volúmenes.
- Técnicas para el tratamiento y aprovechamiento de escombros y de otros materiales de construcción, en tal sentido que durante la ejecución del proyecto se promueva el uso de los mismos ya sea dentro o fuera del proyecto.

5.2.7.8. Materiales de construcción

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Estimación de la cantidad de materiales pétreos, agregados pétreos a partir de material reciclado, mezclas asfálticas, concretos, prefabricados, ladrillos y productos de arcilla a utilizar en el desarrollo del Proyecto.
- Localización y georreferenciación de las fuentes de material.
- Autorización ambiental expedida por la autoridad ambiental competente a través de la cual se permita la explotación de los materiales.
- Autorización minera expedida por la autoridad minera competente a través de la cual se permita la explotación de los materiales.

5.2.8. Impactos Y Riesgos Ambientales Y Sociales

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Para la identificación y evaluación de impactos ambientales y sociales se debe partir de la caracterización de las áreas de influencia por componente y por dimensión, grupo de componentes y medio. Dicha caracterización expresa las condiciones generales de la zona sin los efectos del Proyecto y se constituye en la base para analizar cómo el Proyecto las

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

modificará. Lo anterior indica que se deben analizar dos escenarios, a saber: la determinación de impactos ambientales y sociales con y sin Proyecto.

- La evaluación debe considerar, especialmente, los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos generados por la ejecución del Proyecto, contemplando su relación con el desarrollo de otros proyectos ubicados en las áreas de influencia.

- Se deben detallar las metodologías de evaluación empleadas, los criterios de valoración y la escala espacial y temporal de la valoración. Dicha evaluación debe contar con sus respectivas categorías de manera que facilite la ponderación cualitativa y cuantitativa de los impactos. La metodología utilizada debe facilitar un análisis integrado, global, sistemático y multidisciplinario y la evaluación de impactos debe incluir una discusión sobre las relaciones causales.

- Los criterios a considerar para la evaluación cuantitativa y cualitativa pueden ser, entre otros: carácter, cobertura, magnitud, duración, reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad, tendencia, tipo y posibilidad de ocurrencia.

- En la evaluación ambiental y social se deben tener en cuenta e incorporar, en caso de ser pertinente, las percepciones y comentarios que resulten de los procesos participativos con las comunidades, organizaciones, gremios, academia y autoridades del área de influencia del componente, grupo de componentes o medio.

- Para valorar y jerarquizar los impactos, se deben tomar como referencia, según aplique, aquellos que genere la construcción y operación y mantenimiento del Proyecto sobre los diferentes medios y los límites permisibles de los contaminantes definidos en la normatividad vigente.

5.2.8.1. Identificación y evaluación de impactos sin proyecto

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- En el análisis de los impactos previos al Proyecto, se deben identificar las actividades que mayor incidencia han tenido en los cambios que han sufrido las áreas de influencia. Adicionalmente, se debe cualificar y cuantificar el estado actual de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico), y su sensibilidad ambiental y social, y realizar el análisis de tendencias, considerando la perspectiva del desarrollo regional y local, la dinámica económica, los planes gubernamentales, la preservación y manejo de los recursos naturales y las consecuencias que para los ecosistemas de la zona tienen las actividades antrópicas y naturales propias de la región.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Para lo anterior, se deben identificar las interacciones de las actividades que se desarrollan en la región, y calificar los impactos generados sobre los componentes, grupos de componentes o medios abiótico, biótico y socioeconómico.

- Se debe presentar la información relacionada con los conflictos ambientales y sociales existentes para cada uno de los medios, incluyendo los que se presentan por el uso de los recursos naturales (agua, suelo, vegetación, entre otros).

5.2.8.2. Identificación y evaluación de impactos con proyecto

- A partir de la evaluación ambiental y social para el escenario sin Proyecto, y de las calificaciones obtenidas para cada impacto, se deben identificar, describir y calificar los impactos a generar por el Proyecto sobre el entorno, como resultado de la interacción entre las actividades del mismo y los componentes y dimensiones de cada medio.

- Cuando existan incertidumbres acerca de la magnitud y/o alcance de algún impacto del Proyecto sobre el ambiente, se deben realizar y describir las predicciones para el escenario más crítico posible y que haya ocurrido históricamente en este tipo de actividades (sin tener en cuenta contingencias o eventos no planeados).

- Se debe presentar la información relacionada con los conflictos ambientales y sociales existentes que puedan potenciarse frente al desarrollo del Proyecto, para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, incluyendo los que se presentan por el uso de los recursos naturales (agua, suelo, forestal, entre otros).

- La identificación de impactos en el componente social y de reasentamiento, debe combinar técnicas cuantitativas y cualitativas que permitan identificarlos y describirlos, para cada Etapa del proyecto. Este aspecto debe incluir los resultados de la identificación de impactos con la población citada en los requerimientos del diagnóstico del medio socioeconómico, es decir tanto para la población a reasentar como la población que permanecerá durante y después de la obra.

- El Contratista debe incluir en el análisis, variables como enfoque de género, enfoque diferencial e inclusión social, que busque evitar las desigualdades de género y otras desigualdades, y que procuren contribuir mejorar la calidad de vida de los grupos vulnerables, entre estos, mujeres, personas en situación de discapacidad, población LGBTIQ+, niños, niñas, jóvenes, adolescentes, entre otros.

- El Contratista debe considerar dentro del análisis, el planteamiento de un marco interinstitucional que combine tanto la acción de la empresa Transmilenio S.A., IDU, Cámara

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

de Comercio de Bogotá y los propios comerciantes y empresarios, entre otros que apoyen las medidas de mitigación correspondientes.

- En el caso de la población a reasentar, el Contratista debe considerarse variables como la afectación parcial o total del inmueble, residencia en el inmueble, actividad económica en el inmueble afectado, o en el área afectada, o renta derivada del inmueble, traslado o cierre de industria, comercio o servicio que requiere liquidación de empleados, centros de educación y de integración social en la zona, centros de servicios de salud, entre otros

5.2.8.3. Riesgos ambientales y sociales

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Identificar, evaluar y analizar las condiciones de riesgo (actual y futuro) de las instalaciones, áreas y actividades que se desarrollen en las diferentes Etapas del Proyecto que pueden generar daños y pérdidas a su entorno.

- Valoración del riesgo y la identificación de eventos de riesgo en las Etapas de ejecución del Proyecto, definiendo la probabilidad de ocurrencia de la amenaza considerada y determinado los impactos, los cuales serán valorados según la afectación de los objetivos principales del Proyecto (tiempo, alcance calidad, daño ambiental, víctimas e imagen de la construcción y operación y mantenimiento de la PLMB – FASE II). Posteriormente, se deberá valorar la probabilidad-impacto de las amenazas identificadas.

- Identificar y valorar los riesgos asociados al cambio climático en cada una de las Etapas de ejecución del Proyecto.

- Identificar y valorar los riesgos asociado a la seguridad y salud de los trabajadores con base en lo dispuesto en la normatividad vigente.

5.2.8.4. Impactos acumulativos

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- A partir de la identificación de los impactos y riesgos ambientales y sociales generados por las diferentes actividades en las diferentes Etapas del Proyecto, se deberá realizar un análisis de impactos acumulativos a partir de las actividades de las Etapas del Proyecto, que pueden contribuir a la generación de impactos acumulativos en componentes ambientales y sociales valorados (VEC por sus siglas en inglés - Valued Environmental and Social Components) y establecer esta contribución frente a la contribución de actividades o Proyectos existentes

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

o futuros que también podrían presentar efectos negativos. Dentro del análisis se deberá incluir la siguiente información:

- Selección de los VEC:
  - Identificar y establecer los VEC.

- Límites espaciales y temporales:
  - Determinar el marco temporal del análisis.
  - Establecer el alcance geográfico del análisis.

- Análisis de otras actividades y factores externos:
  - Identificar si existen otras actividades pasadas, presentes o futuras que estén siendo planificadas dentro del área o período establecidos para el análisis.
  - Evaluar la posibilidad de qué factores naturales o presiones sociales externas (por ejemplo, eventos climáticos extremos, o un aumento en la necesidad de servicios básicos para abastecer la demanda ocasionada por el crecimiento de una población) puedan afectar la condición presente y futura de los VEC seleccionados.

- Línea de base y tendencia de los VEC:
  - Definir la condición de base del VEC.
  - Comprender su posible reacción al estrés, su resiliencia, capacidad de carga y/o su tiempo de recuperación.
  - Evaluar las tendencias de la condición o estado del VEC.

- Evaluación de impactos acumulativos sobre VEC:
  - Identificar los impactos y riesgos ambientales y sociales que potencialmente pueden afectar un VEC.
  - Evaluar los cambios en la condición del VEC que potencialmente pueden ser ocasionados por dichos impactos (por ejemplo, cambios en la viabilidad o sostenibilidad de un VEC).
  - Identificar todos los efectos aditivos, contrapuestos o sinérgicos, que potencialmente pueden afectar simultáneamente la condición de un VEC.

- Evaluar la importancia de los impactos acumulativos previstos
  - Determinar la magnitud y significancia de los impactos y riesgos en el contexto de las acciones pasadas, presentes y futuras.
  - Evaluar diferentes opciones y alternativas.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación
    - Usar la jerarquía de mitigación.
    - Diseñar estrategias que respondan de forma adecuada y efectiva a aquellos impactos acumulativos que pueden afectar significativamente el estado o condición final de los VEC seleccionados.
    - Proponer programas de mitigación y monitoreo.

5.2.8.5. Zonificación de manejo ambiental y social del proyecto

El Contratista debe incluir como mínimo lo siguiente:

- A partir de la zonificación ambiental y social y teniendo en cuenta la evaluación de impactos realizada se debe determinar la zonificación de manejo ambiental. El análisis de cada una de las unidades de manejo debe realizarse de manera cualitativa y cuantitativa, utilizando un software de análisis de información geográfica.

- La evaluación debe definir las restricciones de tipo abiótico, biótico y socioeconómico. Las unidades de manejo deben agruparse indicando la superficie (ha) de cada una de ellas y su porcentaje de participación con respecto al área total del Proyecto, en las siguientes áreas de manejo:

    - Áreas de Intervención: corresponde a áreas donde se puede ejecutar el Proyecto, con un manejo ambiental acorde a las actividades en las diferentes Etapas del mismo.
    - Áreas de intervención con restricciones: corresponde a áreas donde se deben tener en cuenta manejos especiales y restricciones propias acordes con las actividades en las diferentes Etapas del Proyecto y con la vulnerabilidad ambiental de la zona; se deben establecer grados, tipos de restricción y condiciones para la ejecución de las mismas. Estas áreas deben clasificarse según categoría de restricción (alta, media y baja), la cual determina las condiciones que se han de cumplir para la ejecución de actividades en las mismas.
    - Áreas de exclusión: corresponde a áreas que no pueden ser intervenidas por las actividades del Proyecto. Para definir estas áreas se deben considerar criterios de exclusión tales como vulnerabilidad y funcionalidad ambiental y restricciones impuestas legalmente al uso del territorio.

- Tanto la zonificación de manejo ambiental y social de cada medio (mapas intermedios), como la zonificación de manejo ambiental y social final (la suma de los mapas de cada medio), deben cartografiarse a escala 1:5.000 posible en función de la extensión del Proyecto y la sensibilidad ambiental y social del área.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

5.2.9. Plan De Manejo Ambiental Y Social

- El Contratista deberá formular todos los programas listados en este capítulo, incluyendo las acciones a desarrollar y medidas necesarias para para la prevención, control, corrección, mitigación, compensación en las etapas de construcción y operación y mantenimiento del Proyecto.

- El Contratista deberá formular todos los programas, acciones y medidas adicionales que sean necesarios para la prevención, control, corrección, mitigación, compensación, con base en la evaluación de los impactos y riesgos ambientales y sociales debidamente identificados que se causan por el desarrollo del Proyecto y/o requerimientos normativos.

- El Contratista en el desarrollo de los programas de manejo ambiental y social deberá considerar los instrumentos de seguimiento y control adoptados en la EMB para el desarrollo de los proyectos, como lo son:
    - Manual de Seguimiento y Control Ambiental y SST de la EMB.
    - Manual de Seguimiento y Control a la Gestión Social de la EMB.

- El Contratista deberá presentar los programas organizados y distribuidos acorde con cada componente y medio según las Etapas del Proyecto.

- El Contratista deberá presentar la totalidad de los programas de manejo ambiental y social incluyendo como mínimo el contenido especificado en la siguiente tabla:

Contenidos	Descripción
Actividades generadoras del impacto	Se desarrollará la explicación del programa propuesto indicando y acotando la siguiente información: – Alcance del programa propuesto – En los casos que aplique, se explica la normatividad o legislación nacional o internacional que soporta o fundamenta la formulación del programa
Impactos a manejar	Se cita el impacto o los impactos ambientales que se manejarán a través de la implementación del programa.
Objetivos Generales y Específicos	Se listan los principales objetivos acorde con las medidas de manejo a implementar.
Meta	Se discriminará la temporalidad de los objetivos propuestos indicando su alcance a corto, mediano y largo plazo. Dependiendo del programa propuesto se definirá los intervalos que contemplan esta temporalidad.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

Contenidos	Descripción
Etapa	Se indica las etapas de aplicación del programa las cuales se relacionan con: – Construcción – Operación y Mantenimiento.
Tipo de medida	Se indica el tipo de medida propuesta, las cuales se relacionan con: **Medidas de compensación:** Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos o mitigados. **Medidas de corrección:** Son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del ambiente afectadas por el proyecto, obra o actividad. **Medidas de mitigación:** Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el ambiente. **Medidas de prevención:** Son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el ambiente.
Acciones a desarrollar	Se describen detalladamente las medidas para la implementación del programa.
Lugar de aplicación	Se definen los sitios o zonas donde se deberá implementar el programa de manejo.
Indicadores de seguimiento y monitoreo (calificables y/o cuantificables)	Se identifican y formulan los indicadores que permitan hacer seguimiento al cumplimiento de las metas propuestas para cada objetivo, así como determinar la efectividad de cada programa.
Población beneficiada	Aplica para los programas del medio socioeconómico. Se identifica los grupos poblacionales a los cuales el programa mitigará los impactos.
Cronograma de ejecución.	Para cada programa se presentará un archivo en Excel en el que se indicará el cronograma de ejecución diferenciado por las Etapas del Proyecto: – Construcción – Operación y Mantenimiento.

- El Contratista deberá incluir la estructura de la organización operativa del Plan de Manejo Ambiental y Social con todos los actores que intervienen dentro del Proyecto.

- El Contratista deberá incluir el organigrama para Gestión Social, Ambiental, y de Seguridad y Salud en el Trabajo.

El Contratista como mínimo deberá incluir los siguientes programas de manejo ambiental y social:

5.2.9.1. Programas de manejo de gestión

5.2.9.1.1. Programa de cumplimiento de gestión social, ambiental y seguridad y salud en el trabajo (SST).

- El Contratista deberá enunciar todos los instrumentos para el cumplimiento de la Gestión Social, Ambiental, y de Seguridad y Salud en el Trabajo del Proyecto, entre ellos sin limitarse a:
    - Plan de Manejo Ambiental y Social-PMAS.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Plan de Monitoreo y Seguimiento-PMS.
- Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo-SG-SST
- Planes de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Plan de Manejo de Tráfico
- Salvaguardias, Políticas, Estándares y Guías ambientales y sociales de los organismos financiadores en caso de aplicar

5.2.9.1.2. Programa de supervisión y seguimiento a las Empresas de Servicios Públicos (ESP)

El Contratista debe incluir las medidas a realizar para la gestión, control y seguimiento a las actividades de traslado de redes que se realicen para el Proyecto.

5.2.9.2. Programas del Medio biótico.

5.2.9.2.1. Programa de manejo de fauna

El Contratista deberá formular las medidas para el manejo de los impactos y así como la protección de la fauna establecida en las áreas del proyecto.

5.2.9.2.2. Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística

El Contratista deberá formular las medidas para el manejo de la afectación paisajística y establecer las compensaciones que se deriven por dicha afectación.

5.2.9.2.3. Programa de manejo y remoción de cobertura vegetal y descapote

El Contratista deberá establecer las medidas para el manejo técnico y ambiental sobre la cobertura vegetal no leñosa y el descapote de zonas verdes.

El Contratista deberá indicar las compensaciones derivadas del endurecimiento de las zonas verdes acorde con lo establecido en la normatividad vigente.

5.2.9.2.4. Programa de manejo silvicultural

El Contratista deberá establecer las medidas para el manejo ambiental sobre los individuos arbóreos presentes en el AID del Proyecto. Asimismo, indicar los tratamientos silviculturales de cada individuo inventariado y las compensaciones que se deriven de los tratamientos.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

El Contratista deberá tener en cuenta los lineamientos establecidos por los organismos financiadores en sus salvaguardas, políticas, estándares y guías para las nuevas especies propuestas con las que se realizaran las compensaciones arbóreas.

5.2.9.2.5. Programa de manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje

El Contratista deberá establecer las medidas de manejo adecuadas para mitigar las modificaciones hechas al paisaje causadas por alteración de coberturas vegetales y la presencia de elementos transitorios y permanentes propios de las actividades constructivas del proyecto.

El Contratista deberá incluir los programas de manejo biótico adicionales que sean necesarios para la prevención, mitigación, control, corrección y compensación de los impactos identificados en este estudio.

5.2.9.3. Programas del Medio abiótico.

5.2.9.3.1. Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación

El Contratista deberá formular las medidas ambientales para la gestión integral (manejo, tratamiento y disposición) de los residuos de construcción y demolición - RCD, que se generen - dentro de los procesos constructivos

5.2.9.3.2. Programa de manejo de materiales

El Contratista deberá formular las medidas ambientales para prevenir, mitigar y/o controlar los impactos ambientales que se generen por el manejo de los materiales de construcción.

5.2.9.3.3. Programa de manejo de residuos sólidos convencionales.

El Contratista deberá indicar las medidas para prevenir, controlar y mitigar los impactos por la generación de residuos sólidos convencionales incluyendo el manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos.

5.2.9.3.4. Plan de gestión de integral de residuos peligrosos

El Contratista deberá formular el Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos del Proyecto de acuerdo con la normatividad vigente. Incluyendo el manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos peligrosos.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

5.2.9.3.5. **Programa de manejo de obras subterráneas**

El Contratista deberá indicar las medidas para prevenir, controlar y mitigar los impactos de las obras subterráneas realizadas en la ejecución del proyecto.

5.2.9.3.6. **Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados**

El Contratista deberá establecer las medidas de remediación, en caso de identificar pasivos ambientales en el área de influencia del Proyecto. Asimismo, deberá tener en cuenta la norma ASTM y las guías y estándares de los Organismos financiadores en caso de aplicar.

5.2.9.3.7. **Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire**

El Contratista deberá indicar las medidas para mitigar los impactos generados por las emisiones atmosféricas que causen una alteración de la calidad del aire en el área de influencia del Proyecto.

5.2.9.3.8. **Programa de manejo de ruido**

El Contratista establecerá las medidas a implementar para la prevención, mitigación, control y corrección por los impactos que se puedan generar por ruido en las diferentes etapas del proyecto.

5.2.9.3.9. **Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales**

El Contratista establecerá las medidas a implementar para la prevención, mitigación, control y corrección por los impactos que se puedan generar por vibraciones y ruidos estructurales en las diferentes etapas del proyecto.

5.2.9.3.10. **Programa de manejo de gases efecto invernadero**

El Contratista deberá estimar las emisiones generadas y reducidas de gases efecto invernadero en las diferentes etapas del proyecto.

5.2.9.3.11. **Programa de manejo de aceites usados**

El Contratista deberá formular los procedimientos para la gestión de aceites usados para todas las Etapas del Proyecto.

5.2.9.3.12. **Programa de manejo de rondas hídricas, sumideros y cuerpos de aguas superficiales**

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

El Contratista deberá formular las medidas de prevención, mitigación, control y corrección para el manejo de las rondas hídricas y cuerpos de agua superficiales y subterráneas que sean intervenidos por la ejecución del Proyecto.

5.2.9.3.13. **Programa de manejo de áreas de la Estructura Ecológica Principal**

El Contratista deberá formular medidas de prevención, mitigación, control, corrección para las áreas que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal del Distrito y se encuentran ubicadas en las áreas de influencia del Proyecto.

5.2.9.3.14. **Programa de manejo de instalaciones temporales**

EL Contratista deberá formular las medidas para prevenir, controlar y mitigar los impactos ambientales que se puedan generar por las actividades que se ejecuten en la instalación, adecuación, funcionamiento y desmantelamiento de los campamentos temporales, incluyendo el(los) Patio(s) de Prefabricados (si aplica).

5.2.9.3.15. **Gestión para el uso eficiente del agua**

El Contratista deberá formular las acciones que permitan hacer el uso eficiente del agua, en las instalaciones temporales y permanentes del Proyecto.

El Contratista deberá compilar las medidas propuestas para el ahorro y uso eficiente del agua definidas en otras especificaciones técnicas.

5.2.9.3.16. **Gestión para el uso eficiente de la energía**

El Contratista deberá formular las acciones y medidas de gestión que permitan hacer el uso eficiente de la energía en las diferentes etapas del Proyecto según las buenas prácticas del uso y ahorro de este recurso.

El Contratista deberá compilar las medidas propuestas para el ahorro y uso eficiente de la energía definidos en otras especificaciones técnicas

El Contratista deberá incluir los programas de manejo abiótico adicionales que sean necesarios para la prevención, mitigación, control, corrección y compensación de los impactos identificados en este estudio.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

5.2.9.4. Programas del Medio socioeconómico.

Los programas del medio socioeconómico tienen como objetivo el restablecimiento de las condiciones sociales, económicas, humanas y culturales del área de influencia, así como vincular a las autoridades locales, instituciones, organizaciones sociales, ciudadanos y demás entidades que se verán impactadas o beneficiadas por el Proyecto.

Para esto, los programas sociales deberán asegurar que durante las etapas del proyecto se conozca el contexto socio – local y los condicionantes socios ambientales que generan detonantes o conflictos tanto a nivel local como en la ciudad y que podrían incrementarse o agudizarse por el Proyecto. Así como, los que no tengan una injerencia directa por el Proyecto, pero cualquier grupo de interés pueda atribuírselo al mismo para generar alertas, inconformidades u oposiciones.

El Contratista deberá como mínimo desarrollar y alinearse con los programas socioeconómicos de la PLMB del componente socioeconómico desarrollados para la PLMB; lo anterior no significa que el Contratista pueda desarrollar nuevos y diferentes programas.

El Contratista deberá incluir los programas del medio socioeconómico adicionales que sean necesarios para la prevención, mitigación, control, corrección y compensación de los impactos identificados en este estudio.

En ese sentido el Contratista deberá desarrollar:

5.2.9.4.1. Programa de Información y Comunicación Pública

El Contratista deberá desarrollar un programa que garantice el derecho de los ciudadanos y grupos de interés a estar informados y acceder a los canales de comunicación definidos por la EMB para el desarrollo del proyecto en sus diferentes Etapas y así participar en las actividades que se llevarán a cabo.

5.2.9.4.2. Programa Metro escucha, Metro resuelve

El Contratista deberá desarrollar un programa que genere canales y herramientas de comunicación directa con los ciudadanos para la atención oportuna de las solicitudes referidas al proyecto por medio de un protocolo de atención al cliente, el cual busca brindar un servicio adecuado, diligente y oportuno.

5.2.9.4.3. Programa de Participación Ciudadana

El Contratista deberá desarrollar un programa que garantice la participación ciudadana en las acciones que se adelanten en cada una de las Etapas del proyecto, al igual que la promoción del control social.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

5.2.9.4.4. **Programa de fortalecimiento ciudadano para la construcción de vida urbana.**

El Contratista deberá desarrollar un programa que promueva la creación de un "Colectivo Metro" por medio de un Proyecto de fortalecimiento ciudadano a través de organizaciones sociales, con el fin de fomentar valores como la convivencia y solidaridad, que se vean reflejados en la apropiación del espacio Metro y la generación de vida urbana a su alrededor, entendida esta como la adecuada interacción y relacionamiento entre la ciudadana y el proyecto.

5.2.9.4.5. **Programa de articulación interinstitucional para la construcción de vida urbana**

El Contratista deberá desarrollar un programa que a través del este se busque que el proyecto sea un eje articulador institucional y ciudadano en torno a la promoción de la "Cultura Metro", apropiación del espacio público y convivencia ciudadana articulado con otras Autoridades Gubernamentales.

5.2.9.4.6. **Programa de cultura movilidad sostenible**

El Contratista debe desarrollar un programa busque generar acciones para la construcción de una movilidad sostenible con un enfoque incluyente y diferencial para consolidar entornos seguros a los ciudadanos.

5.2.9.4.7. **Programa de protección a la infraestructura y bienes de terceros. "Metro Buen Vecino"**

El Contratista deberá desarrollar un programa que busque atender y resolver las afectaciones o daños causados por las actividades del proyecto en cada una de sus Etapas en las viviendas, infraestructura pública o privada aledaña, afectaciones o daños a terceros en elementos diferentes a la infraestructura o bienes inmuebles, y prevenir las que puedan ocasionar con la demolición de los predios.

5.2.9.4.8. **Programa de inclusión socio laboral**

El Contratista deberá desarrollar un programa que fomente y facilite la vinculación laboral de la mano de obra calificada y no calificada que demandará el Proyecto en el desarrollo y avance en sus diferentes etapas, desde una perspectiva de inclusión social y productiva con enfoque de género y diferencial.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

5.2.9.4.9. **Programa de manejo para la sostenibilidad económica del comercio formal**

El Contratista deberá desarrollar un programa que diseñe las estrategias y acciones con miras a mitigar o compensar las posibles afectaciones sobre el comercio formal (definido como todo aquel que no se encuentra en espacio público), que puedan generarse por las actividades en las diferentes Etapas del proyecto.

5.2.9.4.10. **Programa de manejo para ocupantes del espacio público (componente de ventas informales).**

El Contratista deberá desarrollar un programa que busque contribuir a la sostenibilidad económica del AID del Proyecto, a través de la generación e impulso de alternativas y estrategias dirigidas hacia los comerciantes informales, que fomenten la generación de un ingreso, la equidad de género, la inclusión productiva, las buenas prácticas comerciales y de manufactura, y la transición hacia la formalidad.

5.2.9.4.11. **Programa de observatorio de ocupación y valor del suelo**

El Contratista deberá desarrollar un programa que busque realizar el seguimiento a las dinámicas de ocupación del suelo y a las fluctuaciones en el valor de la propiedad por medio de acciones de monitoreo sistemático, con el fin de evaluar su relación con el desarrollo del Proyecto y soportar la toma de decisiones encaminada a la captura de valor por los desarrollos inmobiliarios derivados de la inversión en infraestructura de transporte público, como la del Metro

5.2.9.4.12. **Programa para la construcción de tejido urbano.**

El Contratista deberá desarrollar un programa que construya, implemente y apropie la Cultura Metro de Bogotá alineada a la Cultura Metro desarrollada por la EMB con el fin prevenir, mitigar los impactos negativos y potenciar los impactos positivos que se generan en torno a la cultura urbana durante las diferentes etapas del proyecto y construir tejido urbano durante las diferentes etapas del Proyecto bajo un enfoque incluyente y diferencial.

5.2.9.4.13. **Programa de Manejo para la Protección del Patrimonio Cultural**

El Contratista deberá desarrollar un programa que busque proteger los Bienes de Interés Cultural (*Inmuebles, Muebles y Sectores de Interés Cultural*) que se encuentran dentro del polígono de intervención del Proyecto y su zona de influencia.

5.2.9.4.14. **Programa de manejo arqueológico**

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

El Contratista deberá realizar un estudio preventivo de arqueología en el área de influencia directa del proyecto que permita identificar hallazgos de importancia para la ciudad, definiendo sus medidas de manejo.

5.2.9.4.15. **Plan de manejo de tránsito**

El Contratista deberá establecer el procedimiento para gestionar el Plan de Manejo de Tránsito (PMT) por parte del contratista en la construcción del proyecto y los medios por los cuales se va a socializar a la comunidad.

5.2.9.4.16. **Programa de manejo para el influjo laboral**

El Contratista deberá desarrollar un programa que cuente con estrategias integrales para evitar que la afluencia de trabajadores pueda conducir a impactos sociales y ambientales negativos para las poblaciones en condición de vulnerabilidad en razón del género.

Adicionalmente, y dado que el componente de género e inclusión social debe ser transversal a todos los programas, es necesario que cada uno de los anteriormente mencionados y los que se creen adicionales, incorporen medidas que, como condición mínima, no profundicen las desigualdades de género y otras desigualdades, y que procuren contribuir mejorar la calidad de vida de los grupos vulnerables, entre estos, mujeres, personas en situación de discapacidad y comunidades étnicas.

5.2.10. Plan De Monitoreo y Seguimiento (PMS)

5.2.10.1. Seguimiento y monitoreo a los planes y programas del Plan de Manejo Ambiental y Social

- El Contratista deberá formular el Plan de Monitoreo y Seguimiento el cual deberá estar dirigido a vigilar y verificar el comportamiento y efectividad de los planes y programas del Plan de Manejo Ambiental y Social e identificar potenciales oportunidades de mejora en el desarrollo del Proyecto, que permitan la aplicación de los ajustes a los que haya lugar.

5.2.10.2. Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio (biótico, abiótico y socioeconómico)

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- El Contratista debe proponer un sistema de indicadores que permita monitorear los componentes identificados y tener una visión holística de la calidad del medio y su comportamiento.
- Para el efecto debe considerar los siguientes aspectos:
    - Caracterización ambiental de los componentes ambientales y dimensiones sociales de cada medio.
    - Cumplimiento de la normatividad vigente

- El Contratista deberá incluir como mínimo para el seguimiento y monitoreo de los componentes ambientales y sociales, lo siguiente:
    - Objetivos.
    - Componentes ambientales y sociales que monitorear.
    - Indicadores (cuantitativos y cualitativos) orientados a establecer las alteraciones en la tendencia del medio, especificando lo que se pretende medir y monitorear con cada uno de ellos.
    - Localización de los sitios de monitoreo, cuando aplique, con su respectiva ubicación cartográfica.
    - Identificación de las medidas de manejo que inciden en la tendencia del medio.
    - Descripción de los procedimientos utilizados para medir la tendencia del medio relacionando los instrumentos necesarios.
    - Periodicidad y duración del monitoreo.
    - Criterios para el análisis e interpretación de resultados.

5.2.11. Sistema de Gestión de Seguridad y salud en el trabajo (SG-SST)

El Contratista debe elaborar como parte del EIAS, el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), el cual se debe estructurar de forma que sirva al contratista de obra en la ejecución del proyecto, cumpliendo todo lo indicado por la normatividad aplicable para para empresas de riesgo 5.

EL SG-SST Debe contener como mínimo, pero sin limitarse lo siguiente:

- **Aspectos Básicos legales:**
    - Política de en seguridad y salud en el trabajo.
    - Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial.
    - Conformación del COPASST o Vigía de Salud Ocupacional.
    - Procedimiento de afiliaciones y pagos al Sistema General de Seguridad Social (SGSS).
- **Medicina Preventiva y del Trabajo:**
    - Procedimiento de Exámenes médicos ocupacionales de ingreso, periódicos y de egreso.
    - Campañas de prevención.
    - Programa de ausentismo laboral.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Actividades de bienestar social.

- **Higiene y Seguridad Industrial:**
  - Matriz de identificación y evaluación de riesgos
  - Cumplimiento de la matriz de elementos de protección personal.
  - Actividades de inducción, capacitación y entrenamiento.
  - Cronograma de actividades en Seguridad y Salud en el trabajo indicadores de cumplimiento, cobertura e impacto.
- **Plan de emergencia y contingencia:**
  - Conformación de la brigada de emergencia
  - Cronograma de formación y capacitación

5.2.12. Plan de Gestión de Riesgo de Desastres

El Contratista deberá formular el Plan de Gestión de Riesgo de Desastres, según los lineamientos establecidos en el Decreto 2157 de 2017 y la Ley 1523 de 2012, o aquellas que las modifique, sustituya o derogue, que se soporte en el análisis y valoración de los riesgos derivados de amenazas de origen natural, antrópico, socio-natural y operacional, entre otros. Asimismo, deberá incluir todos los componentes de atención de respuesta de emergencias, contingencias, teniendo en cuenta las actividades a ejecutar para el Proyecto.
El Contratista deberá desarrollar los procedimientos y protocolos para reducir, controlar y mitigar los riesgos que se puedan materializar por la ejecución del Proyecto.

5.3. Participación Social

Las siguientes son las actividades de gestión social y participación que el **Contratista** deberá implementar en el área de influencia, con el fin de sensibilizar a la población sobre los beneficios del proyecto, recoger información, observaciones y comentarios del proyecto fomentando su participación y la apropiación de este, de tal forma que se fortalezca a la propia población frente a las transformaciones de su entorno y las cuales harán parte del capítulo de PARTICIPACIÓN SOCIAL.

Para esto, el Contratista deberá presentar como mínimo:

- Lineamientos de las estrategias de participación a implementar, con su metodología, enfoque y niveles de participación (información, espacios de participación, consulta), lugares de las socializaciones, formas de convocatoria, entre otros.

- Identificación de los actores que permita la participación de las comunidades, organizaciones comunitarias, líderes ciudadanos, medios de comunicación, JAC, JAL, academia, gremios, comerciantes, ONG, entidades públicas, entidades privadas e

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

instituciones ubicadas en el área de influencia, en los procesos de socialización del estudio y del Proyecto.

- Elaborar un directorio (base de datos dinámica) de actores sociales por zonas que contenga: nombre, dirección, organización a la que pertenece, cargo dentro de la organización, teléfonos y correos electrónicos de los ciudadanos que participen en las distintas reuniones realizadas. Esta base de datos debe actualizarse mensualmente, de manera que pueda ser revisada por la Interventoría, y la Empresa Metro, en los comités técnicos y/o cuando se solicite.

- El Contratista deberá elaborar y presentar un código de conducta dónde se resalte el buen comportamiento del equipo de trabajo en campo con la comunidad, resaltando enfoque de género y diferencial.

- El Contratista deberá desarrollar e implementar un mecanismo para asegurar el cumplimiento y aplicabilidad del Código de Conducta al igual que la socialización del Protocolo de Prevención, Atención y Sanción de las Violencias contra las Mujeres en el Espacio y Transporte Público en Bogotá D.C. y la Política Pública de Mujeres y Equidad de Género.

- Recolección de información por medio de cartografías sociales, ecomapas, encuestas a comerciantes, gremios y ciudadanos, revisión de información secundaria y otras metodologías que el Contratista proponga con previa autorización de la Interventoría y la EMB.

- Un mecanismo de queja para la recepción de las inquietudes y quejas de esas comunidades sobre el desempeño ambiental y social para facilitar su resolución. El mecanismo de queja debe adecuarse a los riesgos e impactos adversos del proyecto, y las comunidades afectadas deben ser sus principales usuarios, al igual que con los lineamientos de la EMB.

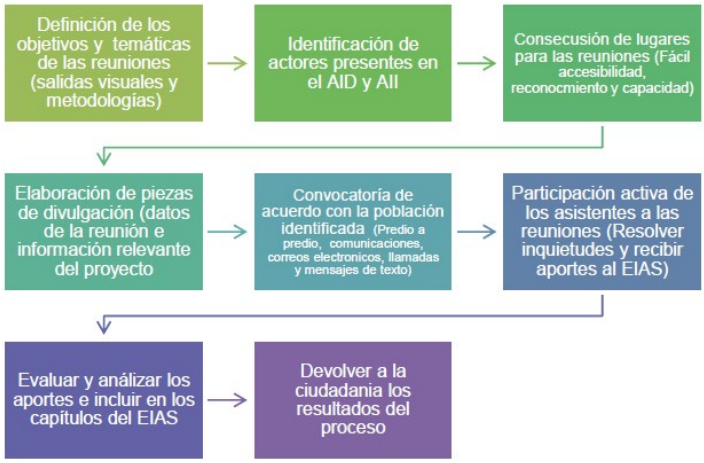
- Se deben desarrollar dos momentos de consulta y participación social: La primera consulta se debe orientar a socializar el avance en la estructuración del Proyecto y del alcance de los términos de referencia del EIAS; así mismo, a la identificación de impactos y recepción de propuestas para su manejo y mitigación. En esta consulta deben participar: los actores mencionados anteriormente del área de influencia del proyecto y la zona donde se establecerá el patio–taller.

- El primer momento debe contar como mínimo con: reuniones de inicio, reuniones con ciudadanía vecina al trazado, divulgación y consulta con representantes de universidades y organizaciones ambientales, reuniones de avance, talleres de impactos, comités de

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

participación zonal, reuniones extraordinarias, reunión con comerciantes vecinos al trazado, reuniones con gremios, reunión interinstitucional.

- El desarrollo del primer momento debe seguir como mínimo la siguiente estructura.



- El segundo momento de consulta debe estar orientado en la participación y atención de la presentación del Estudio de Impacto Ambiental y Social –EIAS para recibir aportes, sugerencias, complementaciones, recomendaciones de los ciudadanos para enriquecer, implementar e incorporar al EIAS.

- El segundo momento debe contar como mínimo con: reuniones de finalización, reuniones con academia, reuniones con organizaciones y ONG, reuniones extraordinarias, reunión con comerciantes y gremios vecinos al trazado, reunión interinstitucional

- Para ambos momentos se debe describir el desarrollo de cada una de las sesiones de consulta y participación de cada momento; estas reuniones deben ser por lo menos con cada uno de los siguientes actores de manera separada:

    - Ciudadanía vecina al trazado
    - Ciudadanía en general del área de influencia indirecta
    - Representantes de universidades y organizaciones ambientales
    - Taller de impactos
    - Comités de participación zonal y veedurías ciudadanas
    - Academia
    - Organizaciones sociales, instancias de participación y ONG
    - Comerciantes vecinos al trazado
    - Gremios
    - Interinstitucional

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Cada una de esas reuniones debe:

  - Contemplar los enfoques de género y diferencial
  - Abordar las metodologías para construir la línea base ambiental y social del ÁID y del ÁII del Proyecto.
  - Cotejar el alcance del diagnóstico ambiental y social del área de estudios del Proyecto.
  - Conocer las opiniones y sugerencias de las comunidades, comités de participación, veedurías ciudadanas, así como de los especialistas de las universidades y los representantes de las organizaciones ambientales sobre los posibles impactos socioambientales que podría generar el Proyecto, para incorporarlos en la implementación del EIAS.
  - Identificar los riesgos que a criterio de los representantes de la academia y de las organizaciones no gubernamentales podrían presentarse en la formulación y ejecución del EIAS.
  - Discutir el alcance del EIAS para el Proyecto.
  - Dar respuesta a las preguntas e inquietudes de los interesados.
  - Identificar y promover la participación activa y de doble vía de los actores sociales.
  - Consolidar y dar respuesta a las inquietudes y manifestaciones de la comunidad por zona

- Se deben recoger las inquietudes y sugerencias de la ciudadanía y alimentar los programas e impactos identificados que tengan lugar y no se hayan tenido en cuenta en los términos de referencia.

- Consolidado de inquietudes y manifestaciones de la comunidad.

- Identificar los puntos en donde los comentarios de la ciudadanía fueron incluidos dentro del EIAS.

- Debe presentar un cronograma de las actividades desarrolladas en los dos momentos.

- Se debe identificar y desarrollar el proceso de convocatoria, envío de cartas, volantes, tanto a la ciudadanía en general, como a JAL, JAC, universidades, gremios, comerciantes, expertos, comités zonales y a cada una de las mesas específicas. (el Contratista deberá tener soporte del envío de las cartas)

- La versión final y aprobada del EIAS, deberá ser publicado en la página web.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Una descripción de la(s) consulta(s) pública(s) que se hayan desarrollado hasta la fecha con grupos afectados; cuándo y dónde se realizaron, resultados principales, preocupaciones, opiniones, etc.

- Consolidación de ambos momentos de socialización, en donde se debe aclarar por reunión: número de convocados, tipo de reunión, número de asistentes (identificados por sexo) y acciones adelantadas en la convocatoria

- Una descripción de la divulgación local del Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto incluyendo específicamente como y cuando la información se puso a disposición del público, y como el público fue informado de la disponibilidad.

- Una lista de la divulgación de información planificada y de las actividades futuras de consultas pública que se llevarán a cabo para el Proyecto.

- Se debe contar con un análisis y resultados de los dos momentos de socialización, desagregado por demografía, percepción, datos por zonas y grupos poblacionales (comerciantes, academia, gremios, ONGs), evaluación de los espacios de participación, conclusiones de las encuestas de evaluación.

- Se debe presentar los resultados de la atención ciudadana reflejando cada uno de los canales de atención (presencial, línea telefónica, correo electrónico, redes sociales).

- Caracterización de las instancias de participación

- Reuniones informativas con comunidad en área de influencia directa e indirecta

- Conclusiones y recomendaciones del capitulo

- Se deben anexar: convocatorias, listas de asistencia, piezas de divulgación, presentaciones, registro fotográfico, inscripciones a los comités zonales, lista de asistencia, actas de cada una de las reuniones, preguntas y respuestas de cada una de las reuniones, directorio institucional, directorio de organizaciones, herramientas de evaluaciones de espacio de participación, soporte de envío de cartas, soporte de entrega de volantes.

5.3.1. Documento de recomendaciones ciudadanas frente al proyecto

Una vez actualizado y/o elaborado el diagnóstico con información primaria y secundaria, el Contratista deberá elaborar un documento (incluyendo mapas) con las recomendaciones de todas las dimensiones; de carácter general, frente al trazado y específicas; por tramos y estaciones,

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

además de recomendaciones que permitan incluir elementos de identidad al proyecto y enfoque de género y diferencial, el cual será evaluado de manera interdisciplinaria por todo el equipo del Contratista para valorar las recomendaciones, y en dado caso de que existan algunas susceptibles a ser incluidas dentro de los diseños, puedan ser identificadas. Este documento debe contener recomendaciones generales y específicas, recomendaciones de identidad y recomendaciones en torno a nuevos espacios públicos representativos del proyecto.

Estas recomendaciones deberán buscar incidencia en el proyecto en los componentes urbanos, paisajísticos, arquitectónicos y de infraestructura Social del proyecto.

El documento debe estar estructurado así:

- Recomendaciones generales para toda la línea
- Recomendaciones particulares de acuerdo con los tramos del trazado
- Recomendaciones específicas para cada estación.

Este documento deberá ser expuesto y argumentado en una mesa de trabajo integral (componente urbano, técnico, social y ambiental) en la que se analice cada una de las recomendaciones y se viabilicen o no su incorporación en el diseño del proyecto. El resultado de esta mesa o las mesas que sean necesarias para la evaluación de la incorporación de las recomendaciones ciudadanas a los diseños deberá ser sistematizada y quedar consignadas en un documento memoria que permita posteriormente atender inquietudes ciudadanas.

5.3.1.1. Recomendaciones de identidad

El **Contratista** debe elaborar el documento de recomendaciones de identidad, teniendo en cuenta los principales elementos identitarios: lugares, personajes, acontecimientos de los territorios beneficiados por el proyecto metro, con enfoque de género y diferencial, basándose en la información preliminar existente y, en dónde no exista la información, generar procesos propositivos con la comunidad de las estaciones y con las estaciones más cercanas anteriores, con las cuales se hizo este proceso.

Este documento deberá ser expuesto y argumentado en una mesa de trabajo integral (componente urbano, técnico, social y ambiental) en la que se analice cada una de las recomendaciones y se viabilicen o no su incorporación en el diseño del proyecto. El resultado de esta mesa o las mesas que sean necesarias para la evaluación de la incorporación de las recomendaciones ciudadanas a los diseños deberá ser sistematizada y quedar consignadas en un documento memoria que permita posteriormente atender inquietudes ciudadanas.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

5.3.1.1.1. Recomendaciones en torno a nuevos espacios públicos representativos del proyecto.

El Contratista deberá desarrollar una mesa de trabajo integral (componente urbano, técnico, social y ambiental), y revisar los documentos de talleres de diseño participativo utilizados, y definirlos en conjunto con la Empresa Metro, y proponer para su aprobación a estas entidades la metodología que utilizará para el presente estudio.

Los resultados de estos talleres deben ser socializados con todos los componentes y quedar en un documento memoria las razones por las cuales se acogen parcial o totalmente las recomendaciones de diseño para ese nuevo espacio público asociado o generado por el proyecto del Metro.

Nota: El Contratista como producto de las recomendaciones urbanísticas, económicas, sociales, culturales, de movilidad y ambientales; derivadas de los ejercicios participativos en el área de intervención; construye y actualiza una matriz donde consolida las recomendaciones. Ésta se presenta en los Comités Integrales y el concepto obtenido de la incidencia o no en los diseños se socializa a los integrantes de los comités ciudadanos.

5.3.2. Documento de percepción ciudadana sobre el proyecto

La percepción de los ciudadanos sobre el proyecto se explorará mediante encuesta aplicada y sistematizada por la Contratistaía. Deberá realizar al menos dos encuestas, una al inicio y otra finalizando el estudio, de manera que se pueda evaluar el cambio de la percepción ciudadana sobre el proyecto.
Con respecto a la encuesta, el Contratista debe:

- Estructurar el objetivo de la encuesta
- Establecer las variables, categorías e indicadores que serán objeto de análisis por el instrumento.
- Elaborar o diseñar el cuestionario o encuesta: el diseño del mismo debe estar condicionado por los objetivos propuestos, para lo cual la selección de preguntas se debe estructurar valorando su utilidad en función de los objetivos. Las preguntas deben estar direccionadas a obtener la opinión del ciudadano o la ciudadana (nivel de satisfacción, nivel de importancia o grado de acuerdo con respecto a cada uno de los proyectos)
- Determinar el perfil de la persona encuestada: el perfil de la persona encuestada se establece a partir de las características demográficas de la población cercana al proyecto. Se utilizan como criterios: la edad (mayores de edad), el sexo (igual número de mujeres y hombres), identidad de género, liderazgo (líderes comunitarios), antigüedad en el sector, entre otros.
- Determinar la representatividad de la encuesta

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Tiempo de aplicación.

Una vez recopilada la información el Contratista debe sistematizarla y analizarla de tal forma que esta sirva como soporte a la toma de decisiones sobre comunicación.

5.3.3. Programas de Gestión Social

Por otra parte, el Contratista deberá desarrollar los siguientes programas

5.3.3.1. Programa de información y comunicación pública

La identificación de los mecanismos de comunicación comunitaria, acordes a las características del territorio y de los actores identificados; resulta fundamental a la hora de consolidar una estrategia comunicativa que alcance a impactar de manera significativa en la población en lo que respecta a la información y divulgación de talleres, reuniones informativas y de retroalimentación y/o procesos de planeación participativa en la intervención urbanística del territorio.

Por lo tanto, la articulación de la intervención social con la estrategia de comunicación debe fortalecerse y retroalimentarse de manera continua y sistemática, para lograr encaminar las gestiones territoriales hacia una participación ciudadana que trascienda la etapa de información a una de apropiación, corresponsabilidad y agenciamiento hacia las intervenciones urbanísticas; pues la comunicación cobra sentido cuando la ciudadanía en su ejercicio político y de planificadores de su territorio logran debatir, interpelar y por ende empoderarse de la intervención, cuando han sido partícipes desde el inicio, durante y después del proyecto.

La gestión social a través de este programa debe garantizar información de calidad, completa, oportuna y veraz a la población acerca del proyecto, de las actividades que se desarrollarán y que requieran la participación de la población del área de influencia. Así mismo de quienes requieran información a través de la línea de servicio a la ciudadanía.

Las herramientas de comunicación varían de acuerdo con la dimensión del proyecto. Entre las piezas comunicativas a considerar están los volantes, los boletines, los plegables, los videos, las invitaciones a reuniones, las presentaciones en Power Point, los renders y todas las demás que sean necesarias para el cumplimiento de este programa. Estas deben tener en cuenta como mínimo los grupos poblacionales presentes en el área de influencia y algunas de sus características (nivel educativo, grupo etario, enfoque de género y diferencial como población con discapacidad, lenguaje incluyente, género, etc.).

El **Contratista** deberá diseñar, estructurar, disponer y distribuir mínimo las siguientes piezas de divulgación.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

Volantes de inicio, avance y finalización

Son piezas de divulgación que incluyen información sobre la fecha de inicio y finalización de los estudios y diseños, la ficha técnica, el número de la línea de atención a la ciudadanía y otros aspectos específicos que el Contratista, la Interventoría y/o la **Empresa Metro** consideren pertinentes y relevantes.

Los volantes de Inicio serán elaborados y entregados en el primer mes de la etapa de estudios y diseños, de avance al 50% de la etapa de Estudios y Diseños y de Finalización al 95%.

Se estima la distribución de aproximadamente 75.000 volantes, distribuidos en el área de influencia del proyecto. Para su distribución el **Contratista** deberá presentar a la interventoría la propuesta de distribución.

Los volantes se entregarán predio a predio a residentes, comerciantes y población en general del área de influencia directa. Así mismo, a líderes comunales, Consejos Locales de Planeación, Consejos Locales de Participación, miembros de las Juntas de Acción Comunal, Consejos de administración de los conjuntos residenciales, Juntas Administradoras Locales, Alcaldías Locales, Consejos Locales de Planeación de Política Social, de Juventud y de Cultura; Organizaciones sociales, gremiales, establecimientos educativos e institucionales, entidades públicas, establecimientos comerciales e industriales y veedurías ciudadanas, entre otros.

El número de piezas entregadas deberán ser soportadas mediante los registros y/o planillas correspondientes y justificada de acuerdo a la dinámica territorial de cada estación, dado que hay zonas residenciales, comerciales y mixtas, por lo cual este criterio deberá ser tenido en cuenta al momento de su distribución. Este plan de distribución debe ser aprobado por la interventoría.

Volantes y plegables informativos

Estas piezas incluirán información sobre las características del contrato, el alcance, la retroalimentación a la comunidad de las recomendaciones al diseño del proyecto valoradas integralmente, los mecanismos de servicio a la ciudadanía y demás información que el Contratista, la Interventoría, y la **Empresa Metro** consideren pertinente y necesaria.

Los volantes y plegables deben ser elaborados y entregados cada vez que se produzca información relevante del proyecto según la Interventoría, y la **Empresa Metro.**

Se deberán distribuir aproximadamente (25.000) volantes y/o plegables, predio a predio a los residentes, comerciantes, industriales, a la población en general de área de influencia directa de los proyectos y en los puntos de información que el Contratista recomiende y la Interventoría, y la **Empresa Metro**, aproximadamente cada kilómetro, de acuerdo a la realidad territorial. Esta distribución debe ser aprobada también por la interventoría.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

En caso de ser necesario entregar a la comunidad información sobre contingencias, es decir, ante situaciones no previstas que afecten la cotidianidad de la población, se deberá informar inmediatamente a la población que resulte afectada. El comunicado debe ser entregado en todos los predios del área de influencia, previa aprobación de la interventoría y aceptación de la, y la **Empresa Metro.**

Afiches informativos

En el desarrollo del contrato el **Contratista** diseñará los contenidos necesarios para la elaboración de afiches, en los que se deberá informar a la comunidad sobre aspectos relevantes acerca de la realización de los estudios y diseños, avances del proyecto y los mecanismos de atención de inquietudes de la ciudadanía. Su distribución e instalación en los puntos de información que se definan deberá realizarse antes del inicio de los Estudios y Diseños.

Para el presente proyecto el **Contratista** deberá distribuir aproximadamente (1.500) afiches informativos con el fin de fortalecer el ejercicio de divulgación.

Convocatorias

La convocatoria a las reuniones se realizará a través de llamadas telefónicas, cartas, volantes, correos electrónicos y/o afiches de invitación, entregadas predio a predio; en las sedes de empresas, de las entidades locales, organizaciones cívicas, sociales y comunitarias, comités de planeación y participación, entre otros.

Las fechas, lugar y hora de las convocatorias deben ser aprobadas por la interventoría, y la **Empresa Metro**, de acuerdo con la dinámica del territorio donde se vaya a desarrollar.

En el caso de las llamadas, el Contratista, podrá hacer uso de la base de datos institucional y comunitaria con que cuenta la EMB y los datos que el Contratista haya recopilado durante la construcción de su mapa de actores.
Todas y cada una de las piezas de convocatoria deben contener como mínimo:

- Lugar, fecha, hora y responsables de la reunión.
- Número de la línea de servicio a la ciudadanía y un correo electrónico de atención
- Actividades, temas a tratar y tiempo previsto.

El Contratista deberá realizar las invitaciones o convocatorias para las reuniones de inicio, finalización y las demás que sean requeridas para las reuniones extraordinarias y comités, y entregar las invitaciones que garanticen la convocatoria y asistencia que este proyecto requiere. En todos los casos las convocatorias se realizarán con un mínimo de cinco días de antelación.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

Adicionalmente, el **Contratista** debe reforzar las convocatorias a través de otros medios como correo electrónico, teléfono y demás aplicaciones comunicativas, diligenciando el respectivo formato.

Medios de comunicación locales institucionales y comunitarios
A partir de la identificación de los medios de comunicación digitales, radiales e impresos; institucionales o comunitarios y teniendo en cuenta los niveles y formas de participación de la comunidad, realizada en la caracterización del área de influencia; el Contratista deberá incluir en su estrategia de comunicaciones piezas comunicativas para dichos medios, con el fin de garantizar la apertura de espacios de divulgación de información sobre el Proyecto y mecanismos diferentes de comunicación con las comunidades del área de influencia. Esta propuesta debe ser presentada a la Interventoría, y la **Empresa Metro** para su revisión.

En todos los casos, las gestiones serán coordinadas por la Empresa Metro y se orientarán por el principio de corresponsabilidad, de manera que esto no implique remuneración alguna para los medios de comunicación locales institucionales y comunitarios *"free press"*.

Para la propuesta se requiere tener en cuenta aspectos como: cobertura, frecuencia, canales (boletines, emisoras, periódicos locales o barriales, páginas web) y retroalimentación.

Notas:

- La información debe ser dirigida a: propietarios de predios y de establecimientos comerciales, arrendatarios, líderes comunales y organizaciones sociales e instituciones ubicadas en el área de influencia del proyecto.
- La implementación de medios de divulgación acordes con las condiciones de la población ubicada en el corredor y las estaciones, los cuales pueden ir desde el volante hasta la comunicación por vía electrónica.
- Los registros son un respaldo y soporte de la gestión adelantada en el desarrollo de las actividades, de tal modo que con la distribución de piezas se dinamice la participación y se vincule a la ciudadanía a las actividades previstas.
- El Contratista no podrá dejar más de cinco (5) ejemplares en un mismo lugar. En el caso de los conjuntos residenciales el número de piezas entregadas deben ser soportadas con el recibido de la Administración de acuerdo con el número de unidades residenciales, en ningún caso podrán ser entregadas a los guardas de seguridad u otras personas diferentes a la administración.
- En caso de no encontrar en el inmueble quien reciba las comunicaciones, volantes, invitaciones etc., el Contratista debe realizar nuevas visitas al predio, local, institución, edificación etc. lo cual debe ser consignado y soportado en la planilla de control entrega

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

de volantes con fechas exactas; si a la segunda visita la administración o ninguna persona mayor de edad recibe la pieza de comunicación, esta será enviada por correo certificado al predio.

- El Contratista debe invitar a los veedores y organizaciones sociales locales del sector.

5.3.3.2. Programa Metro escucha. Metro resuelve

Este programa busca generar canales y herramientas de comunicación directa con los ciudadanos para la atención oportuna de las solicitudes referidas al proyecto por medio de un protocolo de atención al cliente con enfoque diferencial y de género, el cual busca brindar un servicio adecuado, diligente y oportuno.

El Contratista deberá como mínimo:

- Atender la totalidad de las preguntas, quejas, reclamos, sugerencias y denuncias en los tiempos establecidos por la Ley Aplicable.
- Deberá hacer el cierre del 100% de las peticiones recibidas hasta la fecha concertada con la interventoría y la EMB, en los tiempos que determine la normatividad vigente para esa fecha.

Puntos de información

Los puntos de Información son equipamientos urbanos o puntos de encuentro ciudadano ubicados en los diferentes sitios del área de influencia del corredor, los cuales tienen como función difundir, por medio de volantes, convocatorias y afiches, la información acerca de los estudios y diseños del proyecto a la comunidad. La selección de los puntos de información deberá realizarse al mes del inicio de los Estudios y Diseños.

Las peticiones podrán presentarse también de manera verbal y deberá quedar constancia de la misma, o por escrito, y a través de cualquier medio idóneo para la comunicación o transferencia de datos, de acuerdo por la Ley Aplicable.

Deberá asignar un(s) profesional(es) social(es) encargado(s) de la recepción, atención y seguimiento de las PQRS. El Contratista deberá tener la flexibilidad para robustecer el equipo de trabajo si el número de PQRS lo obliga.

Se sugiere contemplar los siguientes sitios para la difusión:

- Alcaldías locales y/o instituciones públicas con afluencia de público
- Carteleras de información de conjuntos residenciales aferentes al corredor
- Establecimientos comerciales de gran magnitud

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Centros educativos como universidades, colegios e institutos.
- Entidades Bancarias sobre el corredor.
- Entidades prestadoras de servicios de salud como Hospitales y Clínicas
- Estaciones de Transmilenio
- Sugeridas por la comunidad con alta afluencia de público

Línea de servicio a la ciudadanía

El Contratista deberá disponer del sistema de servicio a la ciudadanía, definido por la Interventoría, y la **Empresa Metro**, en el que se registren de manera ordenada y sistemática todas las solicitudes ciudadanas: quejas, inquietudes, sugerencias y/o solicitudes de información interpuestas por medio telefónico, personal, correo electrónico o escrito.

El Contratista deberá realizar el cierre de todas las solicitudes ciudadanas quince (15) días antes de la fecha de finalización del contrato; el concepto para el cierre debe contar con el visto bueno de la **Empresa Metro** como requisito para el cierre social del contrato.

El Contratista dispondrá de una línea telefónica de uso exclusivo para hacer la recepción de las solicitudes ciudadanas, estableciendo un horario de atención de cuarenta (40) horas semanales. Cuando no esté disponible, instalará un sistema de contestador automático, con saludo de identificación del proyecto, para recepcionar los mensajes, esta línea podrá funcionar en la oficina de la Contratistaía. Deberá tener igualmente un correo electrónico que garantice un medio alternativo de comunicación a la comunidad.

Cualquier modificación de horarios, número telefónico o profesionales sociales debe ser informada, a la **Empresa Metro** con una semana de anticipación.

Cada llamada generará el formato de registro correspondiente, en donde el **Contratista** explique claramente la solicitud del ciudadano y la respuesta brindada. Cuando la inquietud o queja sea de directa competencia del Contratista, éste deberá dar solución, quedando consignada en el respectivo formato de Atención al Ciudadano. Para los casos en los cuales la inquietud o queja planteada por el ciudadano no sea de competencia directa, éste deberá realizar las gestiones necesarias para remitirlas a quien le competa y realizar el seguimiento a la respuesta y solución de la queja o inquietud formulada. Igualmente, la gestión realizada deberá quedar consignada en el Formato respectivo. Esta gestión se entenderá como solución a la queja o reclamo interpuesta por el ciudadano. El Formato respectivo de Atención al Ciudadano diligenciado será entregado a la Interventoría semanalmente.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

El **Contratista** deberá establecer un procedimiento para el trámite de inquietudes, el cual deberá ser aprobado por la Interventoría y aceptado, la **Empresa Metro**, teniendo en cuenta que ésta conceptuará acerca de las respuestas a las distintas solicitudes ciudadanas que deban ser proyectadas por el Contratista, se establecerán claramente los tiempos de respuesta y el procedimiento de atención. El funcionamiento de esta Línea deberá permanecer hasta una semana después de la reunión de finalización. El Contratista contará con un enlace de manejo de PQRS

El **Contratista** debe registrar diariamente el reporte de todas las inquietudes presentadas por los ciudadanos en el Sistema de Registro que suministre la interventoría y/o la **Empresa Metro**, quien realizará el respectivo seguimiento junto con la Interventoría.

Cuando la solicitud ciudadana sea de directa competencia del Contratista, este debe dar trámite y solución, acciones que deben quedar consignadas en la planilla. Además, los trámites deben estar soportados y archivados en medio físico y magnético.

Para los casos donde las inquietudes presentadas no sean de competencia del Contratista, éste debe realizar las gestiones necesarias para remitirlas –en un término no mayor a dos (2) días- a la entidad o persona competente. Dicha gestión también debe quedar registrada en la planilla de atención al ciudadano.

Todos los casos que ameriten seguimiento deben reposar en los libros del Contratista, para su constante seguimiento en el avance de la solución, realizando los respectivos reportes que permitan la verificación de la efectiva atención a las inquietudes hasta que esta finalice y se cierre el caso.

El Contratista debe contar con una base de datos en donde queden registradas todas las manifestaciones ciudadanas para que la interventoría pueda realizar seguimiento a los trámites dados e identificar aquellas que sean reiterativas y merezcan ser analizadas y resueltas en los comités de seguimiento, comités ciudadanos y/o en las reuniones general informativas. Esta base de datos debe estar a disposición de la Interventoría, y el la **Empresa Metro** en el momento en que lo requieran.

En caso de ser necesario, se podrá exigir al Contratista la creación de usuarios en las redes sociales para la atención de peticiones, quejas, reclamos y sugerencias ciudadanas. Los protocolos para el manejo de los usuarios de redes sociales serán determinados por la **Empresa Metro**. Los requerimientos generados a través de estas redes sociales también deben ser consignados en el Sistema de Registro que se suministre.

El Contratista debe contar con suficiente material de información y/o divulgación de proyecto, aprobado por la Interventoría, y la **Empresa Metro**. La Interventoría hará verificación semanal de dichas piezas.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

El profesional designado por el Contratista debe recibir una capacitación por parte, de la **Empresa Metro** para la atención de inquietudes y su seguimiento a través de los sistemas previamente establecidos.

Nota: El Contratista debe tener en cuenta los manuales de correspondencia y de atención al ciudadano del Distrito y de la Empresa Metro, para los procedimientos de respuesta a las manifestaciones ciudadanas.

Correo electrónico
Se establecerá una cuenta de correo electrónico, verificada previamente por la Interventoría y de uso exclusivo para la recepción de inquietudes con la comunidad. El Contratista seguirá los parámetros establecidos por la interventoría, y la **Empresa Metro** para la atención de inquietudes transmitidas por los ciudadanos a este medio, así como del tratamiento de esta información para los fines estadísticos pertinentes.

El Contratista debe implementar un de mecanismos de fácil acceso para la población en general.

A través de esta cuenta de correo se realizará la difusión de todas las piezas de divulgación a la comunidad, en tal sentido se presentará un procedimiento para su funcionamiento.

El Contratista deberá incorporar un mecanismo de denuncia de casos de violencia contra mujeres y niñas y acoso sexual.

5.3.3.3. Programa de participación ciudadana

El objetivo de este programa es garantizar a la comunidad espacios de participación y establecer los canales de comunicación con la población residente y flotante de las áreas de influencia directa, indirecta y de intervención, para que contribuyan con el diseño, ejecución y sostenibilidad del proyecto, así como con la formulación y desarrollo de la evaluación de impactos y de las medidas a tomar para la solución de conflictos y manejo de posibles afectaciones durante el desarrollo del proyecto.

Comités Ciudadano
El Contratista deberá conformar comités ciudadanos. Estos Comités estrán conformados por ciudadanos, líderes, comerciantes o residentes ubicados en el área de influencia del proyecto. El propósito de estos comités es el de hacer seguimiento al contrato, control social, divulgar la información sobre el mismo, facilitar la comunicación entre la comunidad y las áreas técnicas del proyecto y fortalecer la participación con incidencia de la comunidad en el mismo para garantizar su sostenibilidad a través del desarrollo de las actividades de consulta para la recopilación de información primaria, así como de las recomendaciones para los diseños del metro.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

La inscripción de las personas interesadas se realizará: durante la reunión de inicio, a través de la línea de servicio a la ciudadanía y/o por correo electrónico; una vez informados de las características de los comités y de los deberes y obligaciones con la comunidad que implica su vinculación a ellos.
El **Contratista** promoverá durante todo el desarrollo del proyecto la vinculación de la ciudadanía al **Comité Ciudadano**, a los espacios de participación o los que hagan sus veces, teniendo presente el mapa de actores realizado en la caracterización socio territorial; con el fin de generar procesos participativos integrales.

El **Contratista** deberá considerar en su propuesta de trabajo, un cronograma de reuniones (al menos una vez al mes) o cuando se requiera con el **Comité Ciudadano**, en donde no solamente se indique el avance en la ejecución sino que se realicen jornadas de capacitación y actividades para recopilar información primaria y recomendaciones en el sentido del fortalecimiento del Comité y su cualificación, destacando el papel de representantes de las comunidades ante las demás instancias del contrato. Este trabajo permitirá a futuro contar con **Comités Ciudadanos**, que den continuidad a la participación durante la construcción del proyecto. Dicho cronograma debe ser presentado para aprobación de la interventoría y de la Empresa Metro.

Estas reuniones deberán contar con la presencia del coordinador del proyecto por **la Empresa Metro** y los especialistas sociales, ambientales y técnicos de la Contratistaía e Interventoría.

En la primera reunión del Comité Ciudadano; el **Contratista** debe hacer entrega de un carné que identifique a sus integrantes, los cuales serán devueltos cuando finalice la Contratistaía o cuando algún representante decida retirarse. Su diseño se realizará según el manual de identidad visual de **la Empresa Metro** o el que se determine en su momento**.**

En desarrollo de la Contratistaía, se estructurarán como mínimo ocho (8) comités ciudadanos los cuales incluirán la población del área de influencia a ambos costados del Proyecto y tendrán como criterio aspectos como características sociales, territoriales como las unidades de planeamiento zonal UPZ, económicas como clúster, entre otras. La propuesta de distribución de acuerdo a las estaciones del metro será evaluada y aprobada por la interventoría, y la **Empresa Metro**.
Si la Interventoría, y la **Empresa Metro** determinan que en el área de influencia del proyecto, es necesario generar Comités Ciudadanos especiales como en los casos comerciantes, gremios y/o prestadores de servicios, entre otros, se realizará como mínimo un comité ciudadano con dicha población.

Reuniones participativas
Las reuniones informativas y participativas se deberán constituir en escenarios dentro de los cuales de manera participativa se informará a los grupos de interés y autoridades locales sobre los principales alcances, avances y detalles que se relacionen con las actividades del proyecto.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

Mediante estas acciones se pretende generar espacios de diálogo con las Autoridades Gubernamentales y los grupos de interés ubicados sobre el trazado, dentro de los cuales se incluyen líderes comunitarios, organizaciones sociales, instituciones educativas, instituciones prestadoras de servicios de salud, empresas, organizaciones de mujeres, colectivos sociales, propietarios, residentes, comerciantes, comités de participación zonal y en general población del AI.

El **Contratista** debe mantener informada a la comunidad ubicada en el área de influencia directa del proyecto a través del desarrollo de reuniones informativas: Inicio, avance, extraordinarias y de finalización de los estudios y diseños.

Estas reuniones, además de ser informativas tendrán como propósito sensibilizar y motivar a la población frente al proyecto, recoger las inquietudes y sugerencias de los asistentes y acercar a las áreas técnicas con la comunidad para fortalecer los lazos de comunicación y confianza en pro de la sostenibilidad del proyecto.

Generalidades
Para la realización de **todas** las reuniones se deben considerar los siguientes criterios:

- Convocatoria como mínimo a Alcaldías Locales, Juntas Administradoras Locales, Consejos Locales de Participación, Planeación y de Política Social Representantes de Instituciones de carácter distrital, según sea el caso. Empresas ubicadas en la zona y Organizaciones de comerciantes Administradores u operadores de grandes equipamientos urbanos como los de educación y salud. Representantes de los residentes y comerciantes ubicados sobre el área de influencia directa del proyecto Organizaciones comunitarias, cívicas y sociales, Juntas de Acción Comunal – JAC, y asociaciones de juntas, veedurías ciudadanas, entre otras.

- Las reuniones deberán programarse en días y horarios acordes a la dinámica local y velando por garantizar la mayor cantidad de personas asistentes.

- El contenido de la presentación debe ser presentada previamente a los demás componentes para sus ajustes. Los materiales, formatos y demás actividades para la reunión serán previamente aprobados por la Interventoría, y la **Empresa Metro**, cinco (5) días antes de la reunión.

- La Interventoría agendará una reunión con **El Contratista**, y la **Empresa Metro** con el fin de realizar un piloto de la presentación de la reunión de inicio y de finalización con la comunidad.

- Las presentaciones se realizarán en formato Power Point o similar para los aspectos generales del contrato. En cuanto a la explicación de la intervención en el corredor, el Contratista propondrá el mecanismo más expedito para facilitar la comprensión por parte de los asistentes del contenido a transmitir. Estos pueden contemplar fotos del área con la superposición del proyecto, animaciones, renders animados, entre otros,

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

donde se destaquen lugares de referencia para facilitar la ubicación de las personas y su consiguiente comprensión.

- Las reuniones se realizarán en un salón comunal o en un auditorio de entidades, empresas o instituciones de la zona, ubicado por el Contratista siguiendo los protocolos de bioseguridad o de manera virtual. Este aspecto puede ser reconocido durante el proceso de identificación de actores, precisando cuál es el sitio habitual de reunión, lo cual puede influir significativamente en la asistencia y facilidad de acceso para la comunidad. Dado el caso de que las reuniones se realicen de manera virtual, el Contratista deberá asegurar que la población cuente con la información clara en lo referente a horario, plataforma de la reunión, enlaces y que esta información sea difundida a la comunidad.

- En las reuniones se debe entregar a la comunidad el respectivo formato, diseñado por el Contratista, que recoja las inquietudes o aportes al proyecto, a los que debe dar respuesta durante la reunión. En caso contrario, éstas deben ser incorporadas en el Programa de Metro escucha, Metro resuelve y serán respondidas por medio escrito, previo visto bueno de la **Interventoría.**

- El **Contratista** debe entregar copia a la Interventoría, y la **Empresa Metro**, de los formatos de inquietudes y aportes recibidos; debe dar lectura en el siguiente comité de estudios y diseños de cada una de las sugerencias recibidas, las respuestas a las mismas y establecer si es viable o no tenerlas en cuenta para incorporarlas a los diseños.

- El Contratista elaborará un acta y listado de asistencia para la reunión, de acuerdo con los formatos establecidos por la Interventoría, y la **Empresa Metro**

- Las actas de reunión con la comunidad deben ser presentadas en medio impreso, en ningún caso se aceptarán actas de reunión en manuscrito, y serán apoyadas por el respectivo registro fotográfico y listado de asistencia. Estas deben ser remitidas a la Interventoría por correo electrónico para su revisión y aprobación a más tardar ocho (8) días después de efectuada la reunión.

- El Contratista y la Interventoría de acuerdo a las características del proyecto deben gestionar el apoyo requerido por parte de otras instituciones, previa aprobación de la **Empresa Metro** y la Interventoría.

- Informar a **la Empresa Metro** con ocho (8) días de anticipación el cronograma de reuniones incluyendo hora, día, lugar (enlace) y fecha.

- Finalizada la reunión, el Contratista y la Interventoría identificarán la percepción de los asistentes y evaluarán la sesión.

- Cuando la asistencia a las reuniones de inicio y finalización sea muy baja, la Interventoría, y la **Empresa Metro** definirán el criterio y podrán requerir la repetición de estas.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

Reuniones de inicio

Son el espacio adecuado para brindar información directa a la comunidad, fomentar la interlocución del Contratista con ella y para definir las instancias y los mecanismos de participación sobre el proyecto.

Las reuniones de inicio tienen como fin principal sensibilizar, motivar a la población frente al proyecto y promover la constitución del Comité Ciudadano, espacios de participación o los que hagan sus veces, así como informar acerca del inicio de los estudios y diseños, alcances y principales actividades, como de los resultados que entregará el Contratista.

El **Contratista** deberá llevar a cabo las reuniones de inicio dentro del primer mes de los estudios y diseños, garantizando como mínimo la siguiente información general:

- Presentación de la **Empresa Metro**, Contratista e Interventoría.
- Antecedentes del Proyecto.
- Marco Normativo para el Proyecto.
- Necesidad del estudio para la ciudad en el marco del Plan de Ordenamiento Territorial y el Plan de Desarrollo Distrital vigentes.
- Alcances del contrato
- Localización del proyecto (georeferenciación general y específica)
- Cronograma propuesto
- Inversión general del Proyecto.
- Resultados esperados
- Datos y alcance de la Interventoría
- Características del Proyecto (técnico, social, ambiental, SISO, tránsito y otros)
- Servicio a la ciudadanía y canales de atención del Contratista y de la Empresa Metro
- Participación de al menos **100** o más personas por cada reunión.

Reuniones extraordinarias

El Contratista deberá realizar reuniones específicas de divulgación del proyecto a los diferentes actores sociales identificados, con el fin de retroalimentar con la participación ciudadana los estudios y diseños del proyecto urbanístico, sin embargo y dado que, ante cualquier solicitud de la

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

comunidad, organizaciones sociales, veedurías ciudadanas, JAL, JAC, gremios, etc., soliciten una reunión, la **Empresa Metro** deberán determinar la conveniencia de su citación y realización por parte del Contratista

Reuniones de finalización
Las reuniones de finalización se realizan con el fin de informar a la comunidad sobre los resultados definitivos del proyecto, incluyendo los diseños finales.

El Contratista adelantará estas reuniones, máximo al 95% del avance de los estudios y diseños y tendrá como propósito la presentación de los resultados de los diseños a los grupos poblacionales definidos previamente incluyendo los diferentes programas de manejo ambiental y social y la inclusión de las observaciones de los ciudadanos. Para este fin, el Contratista deberá elaborar material ilustrativo para facilitar a los participantes la comprensión de las modificaciones que serán introducidas con el diseño definitivo para el corredor.

Se tendrá como guía el esquema planteado para la reunión de inicio, pero el énfasis se realizará en las modificaciones que el proyecto supone desde el punto de vista de la operación del corredor y cómo se afectará la movilidad tanto para la población residente y comerciante, así como para los peatones en general. Se presentará los diseños finales de la estación para conocimiento de la comunidad.

De manera detallada el Contratista presentará los cambios que el proyecto propone en las zonas de alto impacto y de afectación de predios, mediante fotografías de los sitios y una superposición del diseño.

En esta reunión, el Contratista presentará una matriz de viabilidad que represente las sugerencias o solicitudes ciudadanas significativas, referentes al diseño, describiendo las razones por las cuales se incorporaron o no estas solicitudes.

Las reuniones de finalización se deben realizar una vez aprobados los diseños por la interventoría y **la Empresa Metro**, y viabilizados por las entidades distritales (Secretaria de Planeación Distrital y Secretaria de Movilidad) sobre la ejecución del contrato, para exponer el alcance del proyecto a nivel técnico, social y ambiental, duración y actividades del Contratista en el área de influencia del proyecto y los diseños definitivos.

El **Contratista** deberá desarrollar al menos cuatro (4) reuniones de finalización con la comunidad, que serán válidas siempre y cuando cumplan con las características mencionadas anteriormente. La agrupación de las estaciones para el desarrollo década reunión estará sujeta a características sociales y territoriales similares a lo largo de la línea, al igual que una reunión por cada grupo especifico (academia, organizaciones sociales y ambientales, gremios, comerciantes).

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

Nota: lo anterior, sin perjuicio ante una solicitud de la comunidad afectada por el proyecto, la **Empresa Metro** determinen su realización.

Atención a veedurías ciudadanas
En cumplimiento de la Ley 850 de 2003 y el acuerdo 142 de 2005, el Contratista debe suministrar la información que las veedurías ciudadanas requieran de conformidad a las facultades legales a ellas conferidas, para lo cual contará con el visto bueno de la Interventoría, y la **Empresa Metro**. Para la coordinación de esta actividad se deberán tener en cuenta los lineamientos establecidos por **la Empresa Metro** y la Administración Distrital.

5.3.3.4. Programa de cultura movilidad sostenible

El **Contratista** deberá desarrollar un análisis de las zonas más sensibles por sus características socio territoriales a presentar problemáticas de invasión de espacio público y así poder generar un plan de acción para la regulación del aprovechamiento económico del mismo, enfoque diferencial y de género, en el que se busque que a partir de recomendaciones, proyectos, programas e iniciativas se logre que no se genere invasión del espacio público en los futuros espacios generados por el proyecto y la promoción de una movilidad sostenible con enfoque de género y diferencial, prevención de la violencia contra la mujer en el transporte público y en general cualquier tipo de violencia a los usuarios, al igual que residentes, comerciantes, estudiantes de las instituciones educativas y personas en condición de discapacidad, entre otros.

Es importante que estas propuestas y recomendaciones se articulen al componente urbanístico del proyecto, para que en el diseño se contemple soluciones desde el componente urbano y de infraestructura del proyecto.

5.3.3.5. Programa de inclusión sociolaboral

De acuerdo con el tipo y cantidad de mano de obra calificada y no calificada que requiere la construcción del proyecto PLMB Fase II, el Contratista deberá desarrollar un diagnóstico de la oferta laboral dentro de las localidades beneficiadas por el proyecto, con el fin de suplir las necesidades laborales de la etapa de construcción. Dentro de las gestiones a realizar se encuentra: identificar mano de obra que pueda incorporarse de programas de atención a personas vulnerables, al igual que beneficiarios de programas de inclusión productiva en algunos de los programas desarrollados por las diferentes Secretarias Distritales y/o sus Instituto y despachos como por ejemplo: habitantes de calle, ex combatientes; víctimas de la violencia, mujeres en sus diferencias y diversidades; población LGBTIQ+, población que realice actividades sexuales pagas; población étnica, indígena, raizal, afro o ROM; población joven, adolescencia, adultos mayores, personas con discapacidad, y cualquier otra población que se considere en condición de vulnerabilidad; por dichas entidades.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

El diagnostico deberá arrojar una estrategia para consecución de mano de obra calificada y no calificada que supla las necesidades de personal de la obra en su etapa de construcción.

5.3.3.6. Programa para la construcción de tejido urbano

El Contratista deberá guiarse por la estrategia de Cultura Metro que en su momento esté implementando la Administración Distrital y la Empresa Metro, con el ánimo de realizar un diagnóstico frente a elementos relacionados con cultura ciudadana en torno al espacio público, la PLMB y el uso de medios de transporte dentro del área de influencia del proyecto. Esto con el ánimo de entregar un documento de recomendaciones de estrategia pedagógica, comunicativa y artística para implementar en la etapa de construcción del proyecto Metro alineando con lo que la EMB este realizando en actividades de cultura ciudadana y cultura Metro.

5.3.4. Consolidado de gestión social

El **Contratista** debe entregar la **Empresa Metro,** previa revisión y aprobación de la **Interventoría,** un informe consolidado de la gestión social realizada durante todo el proceso de estudios y diseños.

Debe contener originales de todos los soportes organizados por programas, los cuales se constituyen en instrumentos de seguimiento y verificación, al igual que las diferentes evaluaciones y espacios de participación. Los formatos utilizados durante el desarrollo de la Contratista serán los establecidos por la **Empresa Metro**, con el objeto de unificar y asegurar el cumplimiento de las disposiciones respecto del trabajo desarrollado con y para la comunidad y el manejo de la imagen corporativa de **la Empresa Metro**.

Con base en las experiencias recogidas por el Contratista durante los procesos de investigación social y ejecución del Plan de Gestión Social, plantear nuevas estrategias de acción que permitan enriquecer el proceso de gestión social para proyectos de desarrollo urbano de la ciudad.

El Contratista deberá presentar: (1) una descripción de la(s) consulta(s) pública(s) que se hayan desarrollado hasta la fecha con grupos afectados; cuándo y dónde se realizaron, resultados principales, preocupaciones, opiniones, etc.; (2) una descripción de la divulgación local de documentación ambiental (estudio ambiental, u otro documento) del proyecto incluyendo específicamente como y cuando la información se puso a disposición del público, y como el público fue informado de la disponibilidad, y (3) una lista de la divulgación de información planificada y de las actividades futuras de consultas pública que se llevarán a cabo para el proyecto.

A continuación, se relacionan los principales requisitos exigidos para la presentación del consolidado de gestión social:

- Identificación, información del proyecto: número de **Contratistaía**, objeto y responsables.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Introducción: Resumen del contenido del documento que se presenta y su justificación.
- Plan de gestión social: presentado en orden sistemático según los programas que contempla y las actividades desarrolladas por la **Contratistaía**, incluirá consolidados e indicadores de cumplimiento. Hará un análisis a la gestión por cada uno de los programas.
- Desarrollo de cada uno de los programas de manejo social
- Desarrollo de cada uno de los espacios de socialización, participación y consulta del proyecto.
- Cada tabla implementada debe tener una representación en un gráfico estadístico (áreas, barras, superficie, radial, columnas, pastel, burbujas, líneas, dispersión, circular, anillos, cilíndrico, cónico o piramidal).
- Conclusiones y recomendaciones: Incluirá la evaluación de la gestión realizada y los posibles ajustes respecto a las actividades desarrolladas.
- Anexos: Todos los soportes originales de la gestión social adelantada en desarrollo de cada uno de los programas y actividades, entre los que se encuentra como básicos los formatos EMB, además de fotografías nítidas a color, copias de oficios recibidos o radicados, actas debidamente firmadas de las reuniones realizadas con la comunidad y todo aquello que la **Interventoría**, y la **Empresa Metro** solicite y considere pertinente. Los soportes deben entregarse en medio magnético y físico, cumpliendo con todos los parámetros del Manual de Gestión Documental de la **Empresa Metro**.

Se deben analizar y evaluar los resultados de la gestión social adelantada con respecto a los impactos planteados durante los estudios y diseños, de tal manera que se pueda establecer:

- ¿Cuáles medidas empleadas para el manejo de los impactos resultan más efectivas?
- ¿Cuál fue la participación, el valor agregado y el rol de la comunidad durante el proceso constructivo: activa o pasiva?
- ¿Cuál es la dificultad que más se presenta y que impide el normal cumplimiento de la gestión social?
- ¿Cuál es la mayor fortaleza para el éxito en el cumplimiento de la gestión social?

5.3.5. Reportes periódicos de gestión social

Semanalmente el Contratista remitirá a la Interventoría, los soportes de actividades de Gestión Social desarrolladas en este periodo de tiempo.

Comités de seguimiento

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

El desempeño social del Contratista será verificado en los comités correspondientes que se deben realizar, como mínimo, una (1) vez a la semana.

En dichos comités, la Interventoría elaborará un informe ejecutivo a través del cual reportará a la Empresa Metro los avances, aciertos e inconvenientes identificados por el Contratista en la ejecución de las presentes obligaciones de gestión ambiental y social.

De cada uno de estos comités, la Interventoría levantará un acta, la cual hará parte de cada informe mensual.

En los comités hará presencia el profesional social de la Empresa Metro con el fin de revisar los avances y dificultades en la implementación de las actividades ambientales y sociales.

5.4. Pliegos Para La Etapa De Construcción y su Presupuesto (Contratista– Interventoría)

Con base en el Plan de Manejo Ambiental y Social, los lineamientos de la **Empresa Metro,** y la **Interventoría**; el Contratista deberá establecer los pliegos de condiciones en lo referente al Plan de Manejo Ambiental y Social con sus respectivos programas, listas de chequeo, indicadores, cronograma y presupuestos.

En el Plan de Manejo Ambiental y Social se deberán establecer las actividades a desarrollar por parte del contratista de construcción, en lo concerniente los diferentes programas establecidos en los capítulos anteriores.

5.5. Cronograma De Ejecución

El Contratista debe presentar un cronograma en Project, en el que se indique claramente la programación de las medidas de carácter ambiental y social del Plan de Manejo Ambiental y Social (PMAS), del Plan de Seguimiento y Monitoreo. Este cronograma debe estar en coordinación con el de acciones constructivas del proyecto y será aprobado por la interventoría del proyecto.
El Contratista debe presentar para el componente social una propuesta metodológica y un cronograma articulado con las fechas de entrega de resultados urbanísticos, paisajísticos, social, predial y de espacio público, La metodología debe responder al qué, el cómo, con qué, con quién, cuándo y responsables de cada una de las actividades.

Para su planteamiento en el componente social, el Contratista debe desarrollar las siguientes actividades:

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

- Identificación del tipo de estudio, incluyendo el enfoque, las fases, las unidades de análisis (grupo poblacional, actores sociales, territorio, usos, etc). Las técnicas (cualitativas y cuantitativas) empleadas para la recolección de la información primaria: sondeo de opinión, entrevistas, comités ciudadanos, observación directa, cartografía social, estudios de imagen urbana, grupos focales, y/o encuestas, entre otras; y las fuentes de información primaria y secundaria; de igual manera, se incluirá la respectiva operacionalización de variables. El diseño de los instrumentos de recolección debe ser aprobado por la **Interventoría**, y la **Empresa Metro**. Se deberá garantizar la oportunidad, calidad, validez, confiabilidad y consistencia de la información.

- Los instrumentos deben implementar posibles pruebas piloto que permitan ajustar y verificar su aplicación. El Contratista debe presentar la programación específica y los recursos pedagógicos que se proponen para revisión y aprobación de la **Interventoría**, y la **Empresa Metro.**

- Cronograma de trabajo donde se identifique, como mínimo, el período de recolección de información, procesamiento, análisis y elaboración de todos y cada uno de los documentos solicitados. Indicará así mismo la entrega de los informes y soportes requeridos por la Interventoría, y la **Empresa Metro**.

- Definición y operacionalización de variables e indicadores para el estudio.

- Metodología y herramientas de intervención social para la planeación participativa que permitan recoger, sistematizar y georreferenciar recomendaciones ciudadanas susceptibles de ser incorporadas dentro del proyecto urbanístico, evaluación de impactos y los programas y actividades de mitigación.

El **Contratista** organizará un archivo en AZ por cada uno de los Programas del Plan de Gestión Social establecidos, en el que se guardarán los respectivos soportes originales y se llevará un reporte sistemático de las actividades desarrolladas, con su respectivo análisis y propuestas para mejorar la gestión profesional durante la construcción del proyecto, basados en las propuestas recogidas y validadas en el desarrollo de esta Contratistaía.

El archivo establecido por el componente social debe cumplir con los parámetros básicos de gestión documental, estar digitalizado y a disposición de la **Interventoría**, y la **Empresa Metro,** en el momento en que lo requieran. Estos documentos serán enviados a la Interventoría como soportes del respectivo Informe Consolidado de la Gestión Social adelantada en la actualización de estudios y diseños.

5.6. Presupuesto

El Contratista debe presentar el presupuesto del Estudio de Impacto Ambiental y Social para la construcción de la Línea 2 y su infraestructura asociada con su respectivo análisis de precios

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

unitarios. Si la duración de las obras es mayor de un año, debe prever los reajustes de correspondientes. Asimismo, deberá presupuestar los valores de las compensaciones ambientales y sociales que se generen por la ejecución del proyecto.

5.7. Conclusiones

El Contratista deberá incluir como mínimo en este capítulo de conclusiones lo siguiente:

- Un resumen de los principales resultados obtenidos de la caracterización de la línea base.
- Un resumen de los impactos ambientales y sociales más significativos y los riesgos relacionados con la ejecución del Proyecto en sus diferentes Etapas.
- Las principales acciones que se llevarán a cabo para prevenir, controlar, mitigar, corregir y compensar todos los impactos y riesgos ambientales y sociales, que se puedan generar por la ejecución del Proyecto en sus diferentes Etapas.
- Las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante las diferentes reuniones de participación con los grupos de interés y los puntos en donde se incluyeron las recomendaciones.
- Beneficios del Proyecto en los aspectos socioeconómicos por cada una de las dimensiones.

5.8. Anexos

El Contratista debe incluir todos los anexos y soportes que sean utilizados para la elaboración del presente Estudios de Impacto Ambiental y Social.

- Estudios ambientales y sociales de la línea base. (Soporte de información primaria).
- Informes de monitoreos realizados para la línea base.
- Modelaciones realizadas para la línea base.
- Inventario forestal y de zonas verdes
- Balance de zonas verdes
- Oficios soporte con las Autoridades Gubernamentales
- Permisos y autorizaciones para la realización de estudios ambientales y sociales.
- Matrices de identificación y valoración de impactos y riesgos ambientales y sociales.
- Registro de reuniones, consultas y estudios con las partes interesadas.
- Registro fotográfico.
- Informes de los muestreos solicitados en la línea base.
- Información primaria de soporte.
- Bibliografía (referenciada según normas ICONTEC).
- Planos digitalizados y cartografía temática. Los mapas temáticos deben contener como información básica: curvas de nivel, hidrografía, infraestructura básica y asentamientos. Las

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

escalas corresponden a las ya indicadas para las diferentes áreas de influencia del Proyecto. Se debe considerar como mínimo las siguientes temáticas:

- Localización del Proyecto, que contenga división político-administrativa y áreas de influencia directa e indirecta del Proyecto.
- Geología, geomorfología y estabilidad geotécnica.
- Pendientes, suelos (clasificación agrológica y uso actual y potencial).
- Clima (distribución espacial de la precipitación, rendimientos hídricos, entre otros).
- Mapa hidrológico e hidrogeológico.
- Cobertura vegetal: silvicultura, áreas verdes.
- Mapa de calidad de aire.
- Mapa de modelaciones de ruido.
- Localización de sitios de muestreo de las diferentes temáticas.
- Mapa social: zonas de interés arqueológico,
- Zonificación ambiental para las áreas de influencia directa e indirecta.
- Y demás planos solicitados en el presente documento.

- Solicitud de información a alcaldías locales.
- Envió de todas las solicitudes a entidades.
- Respuestas de todas las solicitudes a entidades.
- Resultados del censo aplicado.
- Certificación del Ministerio del Interior frente a presencia de grupos étnicos.
- Certificación de bienes de interés cultural del ámbito nacional del trazado de la PLMB – FASE II del Ministerio de Cultura, Secretaría de Planeación con su respectiva delimitación.
- Plano de localización de los BIC.
- Informes de trabajo solicitados a otras entidades nacionales y distritales.
- Directorio de organizaciones sociales e instancias de participación.
- Diagnóstico arqueológico.
- Autorización de intervención arqueológica del ICANH.
- Volantes de reuniones organizados por reuniones.
- Presentaciones organizadas por reuniones de cada reunión y espacio de participación.
- Registros fotográficos organizados por reuniones de cada reunión y espacio de participación.
- Piezas de divulgación.
- Listados de asistencia de cada reunión y espacio de participación.
- Inscripción a los comités.
- Preguntas y respuestas de cada reunión y espacio de participación.
- Actas de cada reunión y espacio de participación.
- Cartas de invitaciones de cada reunión y espacio de participación.
- Directorio institucional.
- Recomendaciones ciudadanas.
- Todos los documentos que soporten la información contenida en el EIAS.

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 06

ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETIVO 5
2 NORMATIVIDAD APLICABLE 5
3 ALCANCE 7
3.1 Debida Diligencia 7
3.2 Factibilidad 8
3.2.1 Revisión, verificación y análisis de información topográfica existente 16
3.2.2 Recolección de datos en campo: 17
3.2.3 Red de nivelaciones 21
3.2.4 Precisión 21
3.2.5 Secciones transversales 21
3.2.6 Levantamiento de detalles 22
3.2.7 Carteras de Topografía 26
3.2.8 Técnicas de Levantamiento 26
3.2.9 Informe de reconocimiento en campo 29
3.2.10 Particularidades 29
4 RESULTADOS 30
4.1 Debida Diligencia 30
4.2 Factibilidad 31
4.2.1 Informe de reconocimiento en campo 31
4.2.2 Informe de estudio topográfico 31
4.2.3 Cálculos y Memorias: 32
4.2.4 Esquemas: 33
4.2.5 Planos: 33

4.2.6 Información digital restante: 33

Lista de Tablas

Tabla 1. Levantamiento de detalles y auxiliares redes y servicios 27

Tabla 2. Levantamiento de detalle y auxiliares postes 27

Tabla 3. Levantamiento de detalles y auxiliares construcciones 28

ET 06 – Estudios Topográficos

1 OBJETIVO

Obtener información adecuada y necesaria para la elaboración de los estudios y diseños en fase de factibilidad de los proyectos de infraestructura del sistema metro (vías férreas y estaciones, patio taller, Centro de Control Operacional), su componente vial urbano y de espacio público (corredores, intersecciones y puentes), desarrollando los estudios topográficos de detalle en las áreas definidas dentro del área de influencia del proyecto.

El resultado a obtener será la representación gráfica del terreno en planimetría, altimetría y datos básicos de las redes secas e hidrosanitarias existentes, bajo las especificaciones técnicas contenidas en el presente documento.

2 NORMATIVIDAD APLICABLE

El producto se regirá por las normas y guías vigentes y/o las que las modifiquen, deroguen o reemplacen, en la vigencia de las fases y etapas del proyecto.

- Norma Técnica Colombiana NTC 6271 de 2018. Información Geográfica. Estudios Topográficos; ICONTEC
- Norma Técnica Colombiana NTC 5043:2010, Información Geográfica. Conceptos básicos de la calidad de los datos Geográficos.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5798, Información Geográfica. Referencia espacial por coordenadas.
- Norma Técnica Colombiana NTC 4611:2000, Información Geográfica. Metadatos.
- NTC 5043 de 2010, Información Geográfica. Conceptos básicos de la calidad de los datos Geográficos.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5204:2003, Información Geográfica. Precisión de redes geodésicas.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5205:2003, Información Geográfica. Precisión de datos espaciales.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5662:2010, Información Geográfica. Especificaciones técnicas de productos geográficos.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5661 Catalogación de objetos geográficos.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5660 Evaluación de calidad, procesos y medidas.
- Norma Técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17025 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración de 123/09. Información Geográfica. Terminología.

- Decreto 2077 de 1941: estableció la reglamentación de los topógrafos y autorizó la expedición de la Matrícula, previa acreditación de práctica en el ejercicio de la profesión no inferior a 6 años a partir de su vigencia.
- LEY 842 de 2003 - Reglamentación del ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares, se adopta el Código de Ética Profesional y se dictan otras disposiciones
- Decreto 1782 de 1954: en su artículo 22 determinó los requisitos para ejercer la profesión de topógrafo, mediante un certificado expedido por el Consejo Profesional Seccional de Ingeniería y Arquitectura.
- Ley 70 de 1979 "Por la cual se reglamenta la profesión de topógrafo y se dictan otras disposiciones sobre la materia"
- Decreto Reglamentario 690 de 1981, por medio del cual se reglamenta la Ley 70 de 1979.
- ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data (Edition 1, Version - November, 2014)
- FGDC (Federal Geographic Data Committee) Estándar de Precisión de Posicionamiento Geoespacial del Comité Federal de Datos Geográficos.
- Resolución 12 de 2012, "*Por la cual se establecen los servicios que presta el consejo profesional Nacional de Topografía, los derechos de expedición, y se establecen las características de forma que identifican la licencia profesional de Topógrafo y se dictan otras disposiciones."*
- Resolución IGAC 399 de 2011, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, "*Por la cual se definen los orígenes cartográficos para la proyección Gauss - Krüger, Colombia (Transverse Mercator)*"
- Resolución IGAC 01 de 2008, Establece los criterios de calidad para evaluar y otorgar el orden de precisión a un punto geodésico.
- IGAC Resolución 068 del 28 de enero de 2005. "*Por la cual se adopta como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS*".
- IGAC Resolución 64 de 1994. "*Por la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben cumplir las personas naturales o jurídicas para realizar trabajos fotogramétricos y cartográficos en el territorio nacional*".
- IGAC - Resolución número 1562 de 2018, por medio de la cual se definen los valores que representan la calidad de los puntos medidos en redes geodésicas y levantamientos geodésicos.
- IGAC - Resolución número 471 del 14 de mayo de 2020, por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia.
- IGAC - Resolución número 529 del 5 de junio de 2020, Por medio de la cual se modifica la Resolución 471 de 2020 "por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia".

- Asociación Brasileña de Normas Técnicas. ABNT/CB-02. NBR 13133:1994. Construção Civil. Execução de levantamiento topográfico.
- Asociación Brasileña de Normas Técnicas. ABNT/CB-02. NBR 13133:2011 (Revisão). Construção Civil. Execução de levantamiento topográfico. Procedimiento.
- Asociación Brasileña de Normas Técnicas. ABNT/CB-02. NBR 14166:1998. Construção Civil. Rede de Referência Cadastral Municipal. Procedimiento.
- ISO 17123, “Optics and Optical Instruments. Field Procedures for Testing Geodetic and Surveying Instruments”.
- ISO 12858, “Optics and Optical Instruments. Ancillary Devices for Geodetic Instruments. (Parts 1 to 3)”.
- ISO/TS 19130-2:2014, "Geographic Information. Imagery Sensor Models for Geopositioning. Part 2: SAR, InSAR, Lidar and Sonar".
- CONPES 3585 que establece entre otros objetivos: “*Estandarizar y documentar la Información Geográfica. - Todas las entidades del Estado y aquéllas de carácter mixto o privado que ejerzan funciones públicas deben seguir, en la producción o adquisición de IG, los lineamientos y normas técnicas definidas en el marco del Comité Técnico de Normalización de la Información Geográfica 028 del ICONTEC, en el cual participan instituciones que integran la ICDE.”*
- Guías, manuales y documentos de Entidades Distritales y Empresas de Servicios Públicos.

El Listado previo no es exhaustivo y por tanto el Contratista debe considerar otras normas que tengan relación con el objeto de la Contrato, así como las eventuales modificaciones a las normas citadas.

3 **ALCANCE**

El alcance de los términos de referencia contempla el desarrollo del levantamiento topográfico de la zona de influencia de la red dónde se realizará el proyecto, el cual adicionalmente abarcará como mínimo 100 metros a cada lado del alineamiento del trazado de la línea de metro, con la finalidad de obtener la información planimétrica y altimétrica sobre el contorno dónde se llevará a cabo la construcción.

3.1 **Debida Diligencia**

El Contratista debe realizar el análisis de la información secundaria recopilada en las diferentes entidades públicas y privadas que se relacionen con el alcance del proyecto. Dentro de la información a consultar se encuentra:

- Análisis de información investigada para el desarrollo de los estudios topográficos.
- Recolección y análisis de antecedentes y cartografía existentes
- Definición preliminar de características y parámetros de diseño

- Planos con trazados preliminares, diseños y planos urbanísticos en la zona de influencia, planos topográficos o planos *récord* de construcción.
- Información de redes de acueducto y alcantarillado existente (redes menores, redes matrices y red troncal) y planos *récord* de obra construida en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB.
- Consulta de planos de las redes de energía existentes de baja, media y alta tensión, así como redes telefónicas y de gas natural construido y/o proyectado dentro de la zona de desarrollo del proyecto ante las Entidades correspondientes.
- Registro sobre las condiciones actuales encontradas en la zona del proyecto, detallando especialmente lo concerniente a redes, predios, urbanismo y tránsito u otras que puedan afectar el desarrollo del estudio topográfico.
- Insumos existentes como productos de factibilidad y/o estudios y diseños y/o obra y/o planos récord de proyectos desarrollados por el Instituto de Desarrollo Urbano - IDU, la empresa Metro de Bogotá S.A. o de cualquier otra Entidad que se haya elaborado en la zona de estudio.

Como resultado de la Debida Diligencia, el Contratista debe elaborar un informe en el que avale la información encontrada, determinando su validez y describiendo y justificando claramente las razones técnicas que soporten la respuesta sobre qué información es posible utilizar, cómo se va a utilizar, en qué medida cumple con lo requerido y cuáles serán las áreas a las que le harán un estudio topográfico nuevo. Será responsabilidad del Contratista la consecución de la información necesaria para el análisis. En este informe debe incluir como mínimo:

- Polígono con las áreas a las que se le van a realizar el estudio topográfico, previamente conciliado con el Interventor, el Estructurador y la EMB.
- Registro sobre las condiciones actuales encontradas en la zona del proyecto, detallando especialmente lo concerniente a redes, predios, urbanismo y tránsito u otras que puedan afectar el desarrollo del estudio topográfico.
- Recomendación explicita del Contratista acerca de la iniciación del estudio topográfico con las condiciones actuales.

3.2 Factibilidad

Una vez finalizada la recolección y analizada la información, el Contratista debe realizar el estudio topográfico del área de influencia del corredor para el desarrollo del proyecto en todos los componentes técnicos.

Para todos los equipos empleados en el desarrollo del trabajo (Estaciones totales, niveles de precisión y cualquier otro equipo electrónico o mecánico) es obligatorio para el Contratista presentar al Interventor el certificado de calibración expedido por un laboratorio debidamente acreditado por el ONAC o el organismo de acreditación vigente si existiere, antes de iniciar los

levantamientos topográficos (expedido máximo un mes antes de iniciar las actividades). Para los equipos GNSS se debe verificar el estado de funcionamiento y la calibración de la variación del centro de fase de la antena, emitida por National Geodetic Survey – NGS. Siempre que el Contratista realice cambio de equipos de topografía, debe presentar al Interventor el respectivo certificado de calibración. El Contratista debe actualizar dichos certificados cada seis (6) meses en caso de que el plazo del contrato supere dicho término. El certificado de calibración debe contener un informe con los equipos patrón, trazabilidad de los valores utilizados, metodología de calibración empleada y los valores de corrección realizados.

Todos los equipos deben someterse a la prueba de verificación instrumental in situ, desde el inicio del proyecto y durante su ejecución, como mínimo una vez a la semana.

Los trabajos deben estar sujetos al sistema de referencia MAGNA SIRGAS como datum horizontal oficial, época 95.4 o la época oficial vigente, en coordenadas planas en proyección cartesiana ciudad Bogotá y emplear los datos normalizados por las entidades regentes a la fecha. El datum vertical para referir todo tipo de mediciones de alturas sobre el nivel del mar es BUENAVENTURA.

La materialización de pares de puntos de GNSS se realizará con mojones en concreto con placa de aluminio en zonas blandas y con placa incrustada en zonas duras; estas placas estarán marcadas con el centro punto guía para el centrado y armado instrumental, número de contrato, año, proyecto, entidad contratante, empresa Contratista y código del punto. Se debe garantizar la perdurabilidad, un horizonte despejado, la intervisibilidad, estabilidad y accesibilidad. La georreferenciación debe garantizar una precisión absoluta de la posición < 0.03 m.

En caso de que se realice poligonal, se debe utilizar el método de poligonal cerrada y debe tener una precisión mínima de 1:20.000.

El Contratista dibujará en formato DWG usando el comando 3Dpoly en las líneas continuas y las empleará como líneas de quiebre en el modelado. Tal es el caso de ejes de vía, andenes, borde vía, paramentos, separadores, rampas, canales, filos y pie de tramos atípicos o característicos, escaleras, entre otros. Se tendrá especial cuidado en la toma en campo de detalles que permitan un dibujo veraz (por ejemplo, arcos, polígonos), además de adjuntar el archivo digital en formato DWG con las curvas de nivel cada 0.50m resultantes del modelo TIN o el modelo digital de terreno; todos los elementos deben estar georreferenciados y dibujados a la altura correspondiente, a excepción de textos y achurados, que pueden ir a altura cero.

Materialización de puntos de la poligonal con puntilla sobre pavimento, con 2 referencias para el replanteo posterior, en sitios fácilmente accesibles y ubicables a distancia no superior a 15 metros (en caso de realizarse poligonal).

En un marco de referencia con GNSS, los deltas o puntos de control no deben estar fuera de un rango de 0.03 m en ningún componente (X, Y).

La nivelación debe ser geométrica con contra nivelación y circuitos amarrados a placas BOGOTA o BGT, con cota geométrica y reporte IGAC vigente (Ver ítem “Red de Nivelaciones”). El error máximo permitido en nivelación y contra nivelación será de 0.008 metros por kilómetro.

Se debe obtener una nube de puntos densa para generar el Modelo Digital de Terreno, de superficie y TIN fieles a la realidad que permitan verificar secciones o perfiles en cualquier punto requerido.

Se debe garantizar la precisión posicional para detalles indicada en la NTC 6271 de 2018.

En las áreas elegidas para el estudio topográfico se debe entregar la totalidad de los elementos e incluirá la zona aledaña aferente que se considere necesaria para el desarrollo de las diferentes fases y etapas del proyecto, teniendo en cuenta todos los componentes técnicos, de manera que se puedan determinar las posiciones y alturas precisas de los proyectos (corredores viales, intersecciones, espacio público, puentes peatonales, puentes vehiculares, ciclo puentes, sistemas de integración, entre otros), referenciando todos los elementos de servicios públicos, equipamientos e infraestructura, detallando la señalización vial (utilizando el bloque específico de cada señal de acuerdo a lo observado en terreno), el paramento de la manzana, el límite de cada unidad predial indicando una referencia básica para predios distintos a residenciales (por ejemplo Colegio Elisa Borrero de Pastrana), número de pisos y nomenclatura oficial. No se incluyen detalles interiores de predios salvo casos especiales.

Las bocacalles se detallarán según las necesidades del proyecto, tomando todos los detalles para analizar las diferencias de nivel y geometría entre el proyecto a diseñar y lo existente.

Entrega de datos crudos y procesados, cálculo de poligonales, nivelaciones, radiaciones, carteras electrónicas, archivos binarios y RINEX, dibujo de elementos en X, Y, Z formato DWG, planos impresos en planta, en escala 1:500 y demás productos asociados al proyecto (escala modificable según necesidades del proyecto y criterio del Interventor).

En el caso de puentes se levantarán los elementos que contienen las estructuras, bases, columnas, rampas, escaleras, gálibos y señalización, entre otros.

Para estructuras especiales como canales hidráulicos, se tomarán los datos necesarios para su caracterización, incluyendo descoles y encoles de los elementos de entrega, hombro, pata, gálibos, Box Culvert, lámina de agua si es requerida, diámetros de tubería, e inspecciones.

Para taludes y trabajos geotécnicos es necesario dejar los puntos de ensayos y exploraciones referenciados en el plano topográfico.

En las zonas que tengan poco detalle en superficie, el Interventor y la empresa Metro de Bogotá S.A. establecerán una densidad mínima de puntos a tomar por unidad de área la cual será acordada con el Contratista.

A todo efecto será responsabilidad del Contratista cumplir con la calidad y precisión del estudio topográfico en todos los productos y subproductos, áreas, tiempos y metodologías, y del Interventor controlar, exigir y verificar la correcta ejecución de las actividades, especificaciones o requerimientos para obtener un producto final con la calidad especificada en este documento y para cumplir con una topografía fase III en los tiempos esperados.

Para la recopilación de datos topográficos, se debe identificar cada detalle levantado de manera que exista una descripción única que facilite la interpretación de las carteras; por lo anterior, el Interventor del contrato entregará al Contratista el listado base de detalles, códigos y especificaciones a utilizar durante la ejecución del contrato o se concertara con el Contratista en caso de que este tenga un modelo de datos adecuado.

Se levantarán todos los elementos que se encuentran entre paramento y paramento, así mismo se debe levantar la misma información en las bocas calles; se debe levantar las manzanas y los puntos de anden y vía que se encuentren hasta 100 metros del área de influencia directa a levantar.

Se levantarán los siguientes detalles como mínimo, pero sin limitarse a ellos:

- Servicios:
    - Cámaras de teléfono: punto levantado en su centro.
    - Cajas de energía: puntos levantados mínimo tres esquinas de las mismas y pueden ser, cajas dobles, cajas sencillas o cajas de paso. Especificarlas.
    - Pozos de alcantarillado: punto levantado en su centro.
    - Válvulas de acueducto: punto levantado en su centro.
    - Válvulas de gas: punto levantado en su centro.
    - Hidrantes: punto levantado en su centro.
    - Semáforos: puntos levantados distancia en su eje y azimut en su centro.
    - Cabinas telefónicas: punto a levantar en su centro, y especificar el número de cabinas.
    - Armario de teléfonos: puntos a levantar mínimo tres.
    - Sumideros: Se debe especificar el tipo de sumidero, de rejilla o entrada lateral.
        - Sumidero de rejilla: punto a levantar dos puntos del mismo.
        - Sumidero de entrada lateral: se deben levantar dos puntos.
- Postes:
    - Postes de energía: puntos levantados tomando la distancia horizontal (DH) al eje y azimut al centro.
    - Postes de teléfonos: puntos levantados DH al eje y azimut al centro.
    - Postes de alumbrado: puntos levantados DH al eje y azimut al centro.
    - Postes de templetes o tirantes: puntos levantados DH al eje y azimut al centro.
- Torres de alta tensión: puntos a levantar:

- Si el poste tiene base en concreto se debe de levantar detalladamente.
- Si es una torre en estructura metálica se deben de levantar las cuatro esquinas de estas.

- Cercas:
  - Puntos a levantar; quiebres, esquinas, curvas, etc. Especificar el tipo de cerramiento: cerca de alambre, en malla, en cerramiento de aluminio.
- Sardineles. Puntos a levantar: los necesarios y especificarlos así:
  - PC: Punto comienza sardinel.
  - PCC: Punto curva sardinel.
  - PT: Punto termina sardinel.
- Paramentos:
  - Puntos a levantar: todos los puntos que se consideren necesarios especificando su detalle. Estos detalles son: esquinas, curvas (PC, PCC, PT), quiebres y direcciones.
- Árboles:
  - Punto a levantar: DH. al eje y azimut al centro. Se debe especificar el tamaño y especie.
- Pilas puentes:
  - Puntos a levantar: Todas las esquinas de las pilas.
- Canales:
  - Puntos a levantar: la sección transversal completa que corresponde en un punto dado del canal, especificando si es esquina losa, esquina canal, eje de canal, tuberías que le tributan con su respectivo diámetro.
- Construcciones:
  - Se deben levantar todos los puntos relacionados con el diseño, como esquinas, quiebres, direcciones de las mismas y demás detalles que clarifiquen su condición como construcción.

El producto a entregar contará con las componentes (X, Y, Z) y se representará como mínimo en planos a escala, en un modelo digital de terreno o TIN y en un modelo digital de superficie (según la tecnología empleada), todo en formato final de entrega DWG. Se deben entregar todos los datos, carteras, cálculos, informes, subproductos y demás documentos o información que soporten la metodología, procedimientos, resultados y calidad final de los productos.

En caso de tener dispositivos que incorporen tecnología distinta a la convencional, y previo al inicio de las actividades, se debe socializar con el Interventor los equipos y la metodología a utilizar, los resultados esperados, al igual que la información soporte y productos a entregar, las precisiones máximas a alcanzar en X, Y, Z, los errores, los tiempos o cualquier otro detalle de relevancia, asegurando que tanto el Interventor como la empresa Metro de Bogotá S.A. tenga acceso a todos los datos, pueda abrir, manipular, verificar y utilizar toda la información entregada. Se debe garantizar la calidad de los datos según lo solicitado en el presente anexo técnico para

obtener una topografía con nivel de detalle fase III. En caso de satisfacer todos los requerimientos exigidos por la empresa Metro de Bogotá S.A. y los prescritos por el Interventor, esta última aprobará el inicio de las actividades; de lo contrario, se debe trabajar con los equipos y metodologías convencionales garantizando en todo caso la calidad de cada uno de los productos.

Para llevar a cabo el levantamiento topográfico con Aeronaves no tripuladas, se debe dar cumplimiento a lo establecido por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia en la Circular Reglamentaria N° 002 del 27 de julio de 2015: Requisitos Generales de Aeronavegabilidad y Operaciones para RPAS (Reglamento Aeronáutico Latinoamericano RAC Numerales 4.25.8 y 4.25.8.2), o normatividad vigente.

Cuando se haga uso de plataformas aéreas se debe contar con un IMU adecuado para el desarrollo de estudios topográficos que cumpla con las precisiones exigidas.

La presentación de datos crudos, procesados, carteras de topografía, cronogramas e informes es de carácter OBLIGATORIO, ya que hacen parte de la documentación del proyecto para posteriores consultas e investigaciones técnicas. Los informes deben incluir un archivo fotográfico de los vértices ocupados, el área de trabajo y los procesos adelantados.

Es obligación del Contratista suministrar los datos y cálculos (modelos, hojas de cálculo con la formulación de base, entre otras) que requiera el Interventor para adelantar labores de control, a fin de revisar los procedimientos y asegurar la calidad de los productos. Igualmente, facilitará una comisión de topografía incluido el equipo y el personal técnico cada vez que el Interventor lo requiera, para realizar la verificación a las labores topográficas de campo y oficina.

El Contratista debe tener la capacidad operativa para ejecutar varios estudios topográficos de forma simultánea. Independiente del número de comisiones, los estudios topográficos se deben entregar de manera consolidada, organizada y siguiendo los mismos parámetros técnicos.

Los puntos singulares, son las zonas o áreas que presentan indicios y claras señales de inestabilidad o requieren de algún tratamiento para mejoramiento de sus condiciones. Estas zonas se deben levantar por método de nube de puntos y el levantamiento se debe amarrar a la poligonal del levantamiento de la línea férrea. Como resultado de este trabajo se obtiene un modelo digital representado en curvas de nivel. El Contratista debe realizar el levantamiento planimétrico y altimétrico, y el levantamiento de secciones transversales cada 20 metros en tramos rectos y cada 10 metros en curvas.

El Contratista debe cumplir con los requerimientos de seguridad industrial dotando a los integrantes de la comisión con elementos de protección personal como chalecos reflectivos, impermeables, conos o señales de tránsito, casco protector, botas punta de acero, sombrilla, guantes, gafas protectoras, entre otros. La precisión horizontal de ortoimágenes digitales, datos planimétricos y conjuntos de datos de elevación debe ser documentada en los metadatos de acuerdo con el estándar ASPRS en una de las siguientes maneras:

- "Este conjunto de datos fue probado para cumplir con Estándares de Precisión posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para (cm) RMSEx / RMSEy de Precisión Clase Horizontal. La Precisión de la posición real se encontró que era RMSEx = (cm) y RMSEy = cm que equivale a la Precisión posicional Horizontal = +/- a 95% de nivel de confianza"
- "Este conjunto de datos fue producido para satisfacer con Estándares de Precisión posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para (cm) RMSEx / RMSEy de Precisión Clase Horizontal que equivale a la precisión posicional Horizontal= +/- a 95% de nivel de confianza"

La precisión vertical de los conjuntos de datos de elevación debe ser documentada en los metadatos en una de las siguientes maneras:

- "Este conjunto de datos fue probado para cumplir con Estándares de Precisión posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para (cm) RMSEz de Precisión Clase Vertical. La precisión real NVA se encontró que era RMSEz = cm, lo que equivale a +/- cm a nivel de confianza del 95%. La Exactitud VVA real resultó ser +/- cm en el percentil 95th "
- "Este conjunto de datos fue producido para satisfacer con Estándares de Precisión posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para cm RMSEz de Precisión Clase Vertical equivalente a NVA = + / - cm a de nivel de confianza 95% y VVA = + / - cm en el percentil 95th "

Los equipos convencionales requeridos para el desarrollo del estudio deben cumplir como mínimo con lo siguiente:

- **GNSS**

Receptor GNSS multi – frecuencia o doble frecuencia, precisión geodésica, con precisión en método estático mínimo de 4mm + 1 ppm horizontal y 7mm + 2 ppm vertical, ángulo mínimo de recepción 15 grados sobre el horizonte, duración de épocas a captar entre 1 y 15 segundos máximo.

Accesorios: Antena, trípodes, baterías, flexómetro, entre otros, en buen estado.

- **Estación Total**

Precisión lineal ≤ (2 mm + 2 ppm x D), precisión angular ≤ 3". Alcance: con un prisma hasta 2000m en buenas condiciones.

Accesorios: Trípodes, bastones, prismas, cintas metálicas, baterías, entre otros, en buen estado.

Certificado de calibración reciente en el que conste que el equipo se encuentra en buen estado y cumple con las especificaciones técnicas de uso, relacionará el número serial y referencia técnica del equipo. Esta certificación debe ser expedida por una persona jurídica en un tiempo no mayor a un mes de antelación al inicio de las labores. El Contratista debe actualizar dichos certificados cada seis (6) meses en caso de que el plazo del contrato supere dicho término.

- **Nivel de precisión**

Diámetro del objetivo (cm) 2.5 a 4.5, sensibilidad del nivel 60" a 30", aumento ≥ 28x, precisión instrumental (mm/km) ≤ 1,5

Accesorios: Trípode y mira patronada en buen estado.

Certificado de calibración en el que conste que el equipo se encuentra en buen estado y cumple con las especificaciones técnicas de uso, relacionará el número serial y referencia técnica del equipo. Esta certificación debe ser expedida por una persona jurídica en un tiempo no mayor a un mes de antelación al inicio de las labores. El Contratista debe actualizar dichos certificados cada seis (6) meses en caso de que el plazo del contrato supere dicho término.

- **Vehículo**

Especificaciones: Campero, Pick-Up, Camioneta, Camión o similar, con revisión técnico-mecánica, seguro obligatorio de accidentes de tránsito - SOAT y demás documentos del vehículo vigentes, elementos de seguridad distintivos, elementos de señalización en vía, entre otros.

- **Herramientas Menores**

Maceta, tachuelas, puntillas de acero, flexómetro, distanciómetro, plomadas, pintura, radios de comunicación con su correspondiente permiso, conos de seguridad vial, entre otros, en buen estado.

El valor de los Estudio Topográficos debe contemplar la revisión, áreas, rendimientos, tiempos, personal, equipos, vigilancia, vehículos, herramientas menores, materializaciones de vértices y todo lo necesario para obtener los productos finales de acuerdo con los parámetros aquí establecidos; es decir, debe estimarse a todo costo; por lo tanto, el Contratista no podrá cobrar ítems adicionales.

A continuación, se presenta una descripción de los aspectos generales a tener en cuenta para la entrega de los productos por parte del Contratista, según lo establecido en el presente documento; sin embargo, es responsabilidad del Contratista presentar toda la documentación que soporte las actividades realizadas dentro de los tiempos requeridos y que en su concepto y dentro de los lineamentos técnicos inherentes, sea necesaria para el adecuado y normal desarrollo de los estudios en sus fases posteriores y que garantice cumplir con los objetivos de las labores contratadas.

3.2.1 Revisión, verificación y análisis de información topográfica existente

Acorde con las conclusiones del análisis de información, el Contratista debe elaborar y someter a aprobación del Interventor, el plan de recopilación de información complementaria (de ser el caso), de acuerdo con lo establecido en los capítulos técnicos de estos pliegos de condiciones, teniendo en cuenta la siguiente metodología o entregando la descripción de la metodología a utilizar de manera justificada, la cual debe cumplir con la calidad, las precisiones y los tiempos esperados, para obtener un topografía confiable:

3.2.1.1 Materialización de puntos de control horizontal

Se debe trazar una red de puntos de amarre con coordenadas referidas al Sistema de referencia MAGNA SIRGAS, utilizando como base fija en horizontal vértices materializados por el IGAC, para lo cual se construirán mojones en zonas blandas y/o se materializarán placas de aluminio incrustadas en zonas duras. Se debe materializar una pareja de vértices en un rango de distancia mínima de 300 metros y máxima de 700 metros, dependiendo de la longitud del tramo a levantar a fin de garantizar la referenciación de las señales de azimut y distancia horizontal del tramo. Se debe garantizar la perdurabilidad, un horizonte despejado, la intervisibilidad, estabilidad y accesibilidad.

3.2.1.2 Materialización en zonas duras

Los puntos GNSS se materializarán con placas de aluminio incrustada en sardineles, andenes, zonas duras o cualquier otro lugar que garantice su permanencia y posterior localización para su replanteo en la etapa de construcción. **(**No se aceptarán vértices materializados con puntillas**)**.

3.2.1.3 Materialización en zonas blandas

En caso de no existir zonas duras para la materialización de los puntos GNSS o de algunos puntos de las poligonales, se debe monumentar en concreto, con incrustación de placa de aluminio. Las dimensiones de los mojones de concreto son de 30 cm x 30 cm x 80 cm de alto, sobresaliendo 7 cm del terreno natural y las mediciones se toman sobre el centro de la placa de aluminio. (No se aceptarán vértices materializados con estacas, estacones, varillas o similar sobre capa vegetal). Se deben referenciar los vértices que fueron amojonados con placa de aluminio, con mínimo cuatro (4) referencias.

3.2.1.4 Especificación de placas

Las placas serán de aluminio y estarán marcadas con una inscripción que permita la identificación del punto la cual será coincidente con el formato de campo, de tal forma que al consultar la base de datos del IDU se identifiquen los atributos del elemento.

En la inscripción aparecerá:

- Centro punto guía para el centrado y armado instrumental
- Nombre de la entidad contratante
- Nombre de la empresa Contratista
- Año de levantamiento
- Número del contrato o Nombre del Proyecto
- Identificación del punto

3.2.1.5 Georreferenciación (Receptor GNSS)

Se utilizarán equipos GNSS (GPS – GLONASS) multi frecuencia o doble frecuencia con los protocolos establecidos por la entidad regente, manteniendo los estándares de calidad en todo el proyecto.

*3.2.2 **Recolección de datos en campo:***

Inicialmente se debe inspeccionar el área de trabajo, determinar los parámetros de configuración de cada equipo, de acuerdo con los requerimientos establecidos, localizar los puntos de amarre según el plan de trabajo, elaborar un diagrama de obstáculos para luego proceder a la captura de datos.

Para realizar el levantamiento por medio de GNSS se deben tener en cuenta los siguientes requerimientos:

- Ángulo mínimo de recepción: 15 grados sobre el horizonte.
- Componente geométrico de la dilución de precisión PDOP < 4
- Mínimo de satélites visibles a asegurar: 4
- Recolectar datos para tres dimensiones.
- La antena debe estar nivelada y centrada sobre el punto, y debe verificarse antes y después de cada observación.
- La altura del centro de fase de la antena con respecto al mojón debe medirse, antes y después de cada sesión.
- Tiempo mínimo de recolección de datos: El tiempo mínimo de rastreo para levantamientos estáticos debe calcularse mediante la fórmula: Tiempo= 25 minutos + 5 minutos por kilómetro de separación entre la base y el rover.
- Duración de épocas a captar: ente 1 y 15 segundos máximo.
- Deben realizarse triangulaciones amarrando pareja de vértices con la base utilizada, sea esta la base del IGAC (BOGA) u otra de rastreo permanente. Entre las parejas de puntos a georreferenciar con GNSS debe existir una distancia mínima de 300 metros y máxima de 700 metros
- Los datos deben pasar la prueba del test Chi-Cuadrado (95%), con niveles de confianza mayor o igual al 95%.

- Si se emplea otro método diferencial para la captura de datos se debe indicar el tipo de procedimiento.
- Posicionamiento GPS Diferencial de Fase.
    - Posición del receptor móvil B en relación con el receptor referencia A – Las coordenadas de la estación de referencia A son conocidas – Se recogen datos de 4 o más satélites en ambos receptores
    - Elimina el error de los satélites y los receptores
    - Minimiza los retardos atmosféricos
    - Precisión 5 mm + 1 ppm con Base línea o Vec código y fase tor GPS A B
    - Postproceso ó Tiempo real, Estático o Cinemático.
- Posicionamiento Diferencial de Fase Estático.
    - Método clásico para grandes distancias y el que ofrece mayor precisión: 5mm + 1ppm en la longitud de la base línea o vector GPS – Medida base línea a base línea con observaciones de una o más horas, cerrando figuras geométricas – El t de observación es proporcional a la longitud de la línea
    - Aplicaciones – Controles Geodésico en zonas amplias – Redes Nacionales o Continentales – Movimientos Tectónicos - Geodinámica – Ajustes de redes de la máxima precisión.
- Posicionamiento Diferencial de Fase Estático Rápido.
    - Observación en periodos cortos de tiempo (minutos) sin exceder una cierta longitud máxima de base línea (20 km).
    - Utiliza unos algoritmos simplificados de resolución de la ambigüedad inicial.
    - Precisión 10mm +1ppm
    - Aplicaciones – Levantamientos de Control, Inventarios, GIS, levantamientos de detalle. Reemplaza a las poligonales y las pequeñas triangulaciones locales. – Ventajas: Rapidez, facilidad, eficiencia. – Ideal para pequeñas distancias.

Para una mayor redundancia de observaciones se disminuyen los intervalos de medida que se usan normalmente en el estático (de 15, 20 o 30 segundos se suele pasar a 1 o 3 segundos). La ventaja del método es que es sencillo, rápido y preciso. No requiere mantener el contacto con los satélites entre estaciones y la precisión final está en 10 mm± 1 ppm, haciéndolo ideal para redes o levantamientos en pequeñas distancias. Se suelen distinguir dos modalidades a su vez dentro de este: a) Modo estático rápido ocupando sólo una estación. b) Modo estático rápido reocupando una segunda estación al cabo de más o menos una hora. Es en el modo a) donde se requiere de técnicas rápidas de resolución de ambigüedades, como por ejemplo combinación de código y portadora en receptores de código P de doble frecuencia o métodos de búsqueda de ambigüedades con 6 o más satélites.

La georreferenciación de los puntos de amarre se debe realizar con métodos diferenciales (Estático, estático rápido), teniendo en cuenta la proximidad de los puntos de control y las estaciones base existentes al igual que los NP como control vertical del proyecto.

La georreferenciación debe garantizar una precisión absoluta de la posición < 0.03m. Lo anterior, garantiza el amarre a la Red Geodésica Nacional de los estudios topográficos contratados, acorde a las precisiones exigidas y requeridas para los diferentes proyectos del IDU.

3.2.2.1 Post proceso de los datos y resultados

El post proceso tiene como base el método diferencial, en el cual se deben realizar las correcciones de los archivos generados por el equipo utilizado como rover, a partir del punto de referencia (base). Como sustento técnico del proceso, se debe entregar:

- Reportes que incluyan la identificación de cada punto con sus respectivas coordenadas elipsoidales referidas al elipsoide GRS80, (Latitud, Longitud y Altura elipsoidal), Planas cartesianas locales origen Bogotá (Norte, Este y Altura Ortométrica)
- Reportes en Word: Épocas, observaciones, estaciones rover y posición satélites para las épocas de observación, estación central, análisis de vectores, gráfico de ajustes y vectores de la red, gráfico con la posición satélites, reporte de errores, deltas análisis de ajustes, precisión relativa de la red, número de satélites captados, cuadro resumen coordenadas planas cartesianas locales origen Bogotá y coordenadas geográficas, Datum Magna Sirgas elipsoide GRS80, vértices geo posicionados y vértice IGAC, cuadro con azimut magnéticos y azimut reales entre vértices geo posicionados. Los anteriores reportes deben formar parte integral del estudio Topográfico.
- Informe de cada punto con la precisión horizontal (< 0.03 m), precisión vertical (<0.4m), tipo de antena utilizada, hora de inicio, hora de finalización, duración de la toma de datos, número de épocas, nivel de confianza no menor al 95%.
- Copia digital de los archivos en formato RINEX de los puntos georreferenciados y de la base empleada para el amarre.
- Copia digital de los archivos en formato original de los puntos georreferenciados.
- En el informe del post proceso incluir la metodología utilizada para minimizar el error o mejorar la determinación del cálculo del vector.
- Ficha técnica de los equipos utilizados.
- Registro fotográfico de los vértices geolocalizados y sus alrededores.
- Formato IDU diligenciado y diagrama de obstáculos.

3.2.2.2 Poligonal de amarre o marco de referencia

El levantamiento debe iniciarse a partir de un par de placas georreferenciadas. Los deltas deben estar acompañados por dos referencias materializadas y cumplir con la precisión angular y lineal. Se utilizarán carteras convencionales o diseñadas en formato Excel que contendrán como datos mínimos:

- Nombre del Proyecto
- Nombre y firma del topógrafo con su número de tarjeta profesional. Equipo utilizado

- Fecha de las observaciones Estación ocupada
- Nomenclatura urbana, Cl, Kr, Dg. Tv., etc. de la estación ocupada

Si se realiza poligonal, se debe utilizar el método de poligonal cerrada en la cual partiendo de una placa IGAC o de un punto posicionado con GNSS se llega al mismo punto. Los valores de distancia entre deltas de la poligonal deben ser tomados con equipo de medición electrónica, atrás y adelante. La poligonal cerrada debe realizarse en forma de anillos de tal manera que cada cierre no exceda 2 Km. longitudinales.

En caso de que el estudio topográfico se encuentre localizado en zona de desarrollo y no existan sardineles o andenes, los vértices de las poligonales deben amojonarse en concreto y deben tener un buen anclaje y una buena ubicación, que garantice que el punto sea inamovible y de fácil ubicación.

Los datos deben ser almacenados, transferidos y procesados de manera automática para evitar inexactitudes cometidas en el traspaso manual de la información. La información del cálculo de la poligonal debe presentarse en formato Excel consignando los datos tomados en campo tales como coordenadas de partida, ángulo horizontal, ángulo vertical, distancia inclinada, distancia horizontal, azimut de partida, coordenadas calculadas para cada delta de la poligonal, errores de cierre angular y precisión obtenida.

En el caso de utilizar un marco de referencia para dar amarre a los puntos, se debe realizar la georreferenciación de los puntos de control horizontal y vertical del marco de referencia, utilizando antenas GNSS doble frecuencia por el método estático rápido, el cual consiste en hacer una ocupación simultánea entre la Base del proyecto y los puntos del marco de referencia a georreferenciar con tiempos entre 5 y 15 minutos dependiendo de la ventana de recepción satelital que se tenga.

3.2.2.3 Precisión

El error angular permitido en una poligonal debe ser menor al valor dado por la fórmula:

> *∑ ang. Internos = (n-2) x 180° ó ∑ ang. Externos = (n+2) x 180°, donde n es igual al número de lados o ángulos en el polígono*

El error de cierre angular para una poligonal cerrada es la diferencia entre la suma teórica de ángulos y la suma geométrica de los resultantes en campo.

Error angular máximo = Precisión angular equipo √No. vértices.

La precisión mínima relativa aceptada para las poligonales es de 1:20000.

Si se realiza con un marco de referencia con GNSS la precisión horizontal de los puntos debe mantener como mínimo el 95% de confianza y cumplir con lo mencionado en el numeral de Georreferenciación.

3.2.3 Red de nivelaciones

Las nivelaciones deben estar ligadas a cotas geométricas reales de vértices IGAC, placas NP verificando la fecha de actualización. En caso de no encontrarse un NP a menos de 2 km del proyecto se partirá de un CD bajo la aprobación del Interventor.

Se utilizarán carteras convencionales diseñadas en formato Excel, las cuales contendrán como datos mínimos:

- Nombre del Proyecto
- Nombre y firma del topógrafo con su número de tarjeta profesional.
- Equipo utilizado
- Fecha de las observaciones
- Estación ocupada
- Nomenclatura urbana, Cl, Kr, Dg. Tv., etc. de la estación ocupada
- Observación de los detalles.

Se debe utilizar el método de nivelación geométrica para nivelar la red de puntos de amarre posicionados con GNSS, los deltas de las poligonales o marco de referencia y los BM de referencia con el fin de tener puntos de control altimétrico para la toma de la topografía detallada. Es importante realizar contra nivelaciones sobre todos los cambios realizados para efectos de verificar y garantizar el cierre de la nivelación.

3.2.4 Precisión

Por ser un levantamiento de precisión, todos los circuitos de nivelación deben ser cerrados con contra nivelación y el error máximo admisible en metros corresponde a ±0.012 por kilómetro. Debe tenerse en cuenta la siguiente fórmula:

Error máximo en metros = ±0.012 √ (D); donde D es la distancia en Km.

3.2.5 Secciones transversales

Se debe lograr una nube de datos densa con la totalidad de los detalles que permitan elaborar el TIN o modelo digital de terreno, necesario para la extracción de las secciones características. Deben proporcionar la suficiente información para poder realizar secciones cada 10 m en tramos rectos y cada 5 m en curva y deben cubrir como mínimo los siguientes detalles:

- Puntos de nivel sobre acceso a predio para diseño de espacio público (peatonales y vehiculares)

- Punto de nivel en el acceso a antejardín, si lo hay
- El borde del andén izquierdo - sobre el andén
- El borde la zona verde izquierda, si la hay
- El sardinel en el paramento contra la calzada parte alta sobre el sardinel, lado izquierdo
- El paramento del sardinel parte baja sobre la calzada, lado izquierdo
- El centro de la calzada (centro de luz)
- El paramento del sardinel parte baja sobre la calzada, lado derecho
- El sardinel en el paramento contra la calzada, parte alta sobre el sardinel, lado derecho.
- El borde de la zona verde derecha si la hay
- El borde del andén derecho - sobre el andén
- Punto de nivel en el acceso a antejardín, si lo hay
- Puntos de nivel sobre acceso a predios para diseño de espacio público.

Para las vías de varias calzadas se repite lo que sea pertinente en todas las calzadas.

En los proyectos de espacio público se debe determinar la calzada adyacente a los andenes a intervenir hasta el separador o andén, con el fin de establecer la sección de los proyectos viales (vías, intersecciones viales y puentes peatonales) y los niveles de rasante existentes; de igual manera se deben tomar los detalles de antejardines (si los hay) dentro de la caracterización de la zona en estudio. En caso de que el área a levantar corresponda únicamente al andén existente, es obligación del Contratista detallar a lo largo del tramo el sardinel y pata de sardinel a fin de determinar las diferencias de altura.

Los elementos como bordes de vía, sardinel, separadores, canales, cunetas y elementos que representen cambios de nivel serán incluidos en el modelo como líneas de quiebre

3.2.6 Levantamiento de detalles

Una vez se apruebe por parte del Interventor la poligonal o el marco de referencia con posiciones X, Y y alturas niveladas geométricamente, se continúa con la toma de datos en campo e inspección de redes secas y húmedas.

La totalidad de los elementos contenidos en el área de influencia del proyecto tendrán los componentes punto, número del punto, descriptor, bloque del punto (si requiere), componente espacial X, Y, Z, y estarán clasificados en una capa específica en el archivo dwg y en los listados de detalles, en concordancia con un modelo de datos topográfico concertado con el Interventor y la empresa Metro de Bogotá S.A.

Se debe entregar el listado de detalles tomados por estación o delta y dejar referencias para replanteo.

Se debe hacer una secuencia lógica de numeración de detalles del levantamiento en campo (redes secas e hidrosanitarias) y entregar diligenciado el formato que será entregado por el Interventor con su inventario e inspección.

Con el marco de referencia o la poligonal básica georreferenciada, nivelada, ajustada y verificada, se procede a tomar los detalles mediante radiación simple o compuesta con estación total con cartera digital o cualquier otra tecnología o equipo que permita localizar todos los detalles que se requieran para la obtención del plano, TIN o modelo digital de terreno y modelo digital de superficie detallado (según la tecnología).

Es necesario manejar una codificación clara, contenida en un catálogo de objetos básico que cuente con las descripciones correspondientes a cada detalle (tipo de línea, layer, punto, tipo de bloque, color). Con este fin el Interventor entregará la relación de códigos a emplear por el Contratista en las labores topográficas, así como la descripción de los mismos y las características del producto digital e impreso, o se concertará en el caso que el Contratista cuente con uno apropiado. Por ejemplo:

- **BV**: Borde Vía (Punto topográfico cara inferior del sardinel sobre la calzada, línea continua 3dpoly (emplear como línea de quiebre)).
- **SR**: Sardinel (Punto topográfico cara superior del sardinel sobre el costado de la calzada, línea continua 3dpoly (emplear como línea de quiebre)).
- **PRT**: Paramento (Punto topográfico cara superior del andén limita con la cara externa del paramento, línea continua 3dpoly (emplear como línea de quiebre)).
- **DV**: División Predial (Punto topográfico sobre anden, antejardín o segmento vial, punto sobre anden y sección de línea indicativa).
- **STP**: Señal de transito preventiva (Punto topográfico sobre anden, segmento vial, punto sobre anden costado de la cara visible de la señal (tipo de Bloque único).
- **PZA**: Pozo de acueducto (Punto topográfico sobre anden, segmento vial, punto sobre anden costado de la cara visible de la señal (tipo de Bloque único).
- **PE:** Poste de energía, (Punto topográfico sobre elemento, segmento vial, punto sobre anden o zona blanda (tipo de Bloque dinámico (identificador)).
- **CES:** Caja de energía sencilla (Punto topográfico sobre elemento, segmento vial, punto sobre anden o zona blanda, mínimo 3 puntos (tipo de Bloque dinámico (identificador)).

Para redes secas se referenciarán los elementos encontrados en terreno por localización directa, se indicará una referencia básica de la estructura (p. ej. pozo, cámara, poste), se incluirá el número de referencia de la empresa de servicio público y el distrito si lo hay, tamaño de cajas, número de ductos y cotas. Esta información se presentará de acuerdo con el formato entregado por el Interventor. Se deben tomar, entre otros, postes, pozos o cajas de teléfono, postes de alumbrado, postes de baja tensión, postes de media tensión, postes de alta tensión, torres de alta tensión, postes con transformadores eléctricos (capacidad en KVA), pozos o cajas de cable-

televisión, cajas o postes de vigilancia, medidores de gas, pozos o cajas de energía sencilla, doble o triple.

Para redes hidrosanitarias se referenciarán los elementos encontrados en terreno por localización directa o por búsqueda previa en las bases de datos existentes (cuando en terreno no sea visible), incluyendo número de referencia de la empresa prestadora del servicio, cota rasante, cota clave, diámetro de tubería, dibujo de la dirección del flujo y estado, siempre y cuando se pueda realizar la inspección con herramienta menor. Se indicará una referencia básica de la estructura (p. ej. Pozo Alcantarillado). Para el caso de cajas y/o pozos que estén cubiertos (p. ej. concreto, asfalto) y/o colmatados, se indicará una referencia en el dibujo (p. ej. colmatado, sellado). Esta información se presentará de acuerdo al formato entregado por el Interventor. Se levantarán, entre otros, medidores de agua, pozos o cajas de aguas lluvias, pozos o cajas de aguas servidas, pozos o cajas aguas industriales, hidrantes, válvulas y señales de gas (indicar número de referencia), válvulas de acueducto, válvulas de agua potable, sistemas de drenaje y canalización (canales y cunetas indicando dimensiones de las estructuras de encole y descole, cota clave, diámetro, luz, dimensiones del Box Culvert en formato de inspección, detalles de la estructura, determinando dimensiones, al igual en nacimientos de agua, aljibes, afectaciones hídricas, todos clasificados según el servicio prestado y la empresa a la que corresponde la red.

En el caso de infraestructura vial y de espacio público, se debe determinar borde de vía, sardinel, sentidos, nomenclatura vial, anden, ciclo ruta, identificación básica de señales de tránsito, paraderos, pompeyanos, corredor férreo, límites de protección y conservación vial (ejes ambientales y retrocesos viales), separadores, accesos vehiculares y peatonales, bermas, paramentos (No se incluyen detalles al interior de los predios salvo casos especiales), división predial, culatas, nomenclatura urbana oficial, toponimia si el predio tiene un uso diferente a residencial (p. ej. Colegio San Ignacio, Estación primera de bomberos, Hospital Lorencita Villegas, CAI Cedritos, Parque de las Flores), número de pisos, antejardines, arborización, bolardos, bancas, cambios de nivel, accesos a predios y garajes, teléfonos públicos de pedestal y pared, barandas, protectores de árbol, bebederos, poste de alumbrado público histórico, torres de energía y servicios públicos además de otros elementos contenidos en la cartilla de equipamiento IDU y cualquier otro detalle que se requiera para representar de forma veraz la superficie.

Con el objeto de adelantar adecuadamente los diseños de espacio público, es necesario detallar los niveles superior e inferior de los accesos a predios en el límite del paramento, incluyendo antejardines si los hay, respecto al nivel de la zona de andén.

En bocacalles se levantará detalladamente el área que se requiera para analizar las diferencias de nivel existentes entre el proyecto a diseñar y los existentes, concertado previamente con el Interventor.

En el caso de canales, caños y vallados se anotará borde izquierdo, fondo en ambos costados, borde derecho, encole y descole de estructuras, gálibos y luz de estructuras con los correspondientes, diámetros de tubería y estado.

En cimentaciones de puentes se deben levantar las cuatro esquinas superiores de cada dado, viga de amarre o zapata existente y proyectada para las estructuras nuevas.

Se debe anotar la dirección y la ubicación del delta del cual se están levantando los detalles.

No se trabajará por ningún motivo con datos diferentes a los crudos capturados en campo o a los que aparezcan en planos o carteras.

Considerando que no todos los diseños intervendrán las calzadas vehiculares adyacentes, el levantamiento topográfico sobre andenes debe permitir identificar el perfil completo del mismo y los sardineles existentes. Por lo anterior, dentro de los detalles a levantar en terreno se incluirá el: a) sardinel parte alta, y, b) sardinel parte baja sobre la calzada, lado izquierdo y/o derecho.

Para el caso de estabilización de taludes, adicional a lo descrito en los párrafos anteriores, debe tenerse en cuenta:

- Se materializarán en el terreno mínimo 3 mojones en sitios con suficiente estabilidad y permanencia, claramente identificados.
- El levantamiento topográfico debe incluir la localización de los sitios de exploración geotécnica, las estaciones de levantamiento geológico, las estaciones de levantamiento de discontinuidades y en general los sitios donde se realicen inspecciones técnicas de interés para el estudio.
- El levantamiento debe delimitar de forma precisa los sitios con escarpes, derrumbes, filos y pies, taludes y estructuras afectadas. El Interventor establecerá la cantidad mínima de puntos por unidad de área y quedará consignado en el acta de entrega de obra.
- Cuando se haga la visita a terreno inicial para identificar y localizar las zonas de estudio, será responsabilidad y obligación del Contratista llevar un navegador para grabar las coordenadas de los vértices del polígono y así poderlos identificar fácilmente en las visitas posteriores.

Una vez definido por el Contratista el trazado del diseño final, y donde se plantee afectación predial parcial o total, la topografía debe entregar el levantamiento del perímetro completo de las manzanas que sean tocadas por la línea de afectación, detallando como mínimo paramentos, divisiones prediales, nomenclatura y número de pisos.

3.2.7 Carteras de Topografía

El estudio topográfico debe llevarse con claridad en las carteras de topografía, bien sean manuales (tradicionales o en Excel) o carteras electrónicas de campo y deben contener como mínimo según sea el caso y la tecnología:

- Nombre del proyecto
- Equipo utilizado
- Nombre y firma del topógrafo con su número de tarjeta profesional.
- Fecha de las observaciones
- Estación ocupada
- Nomenclatura urbana, Cl, Cr, Dg. Tv., etc. de la estación ocupada
- Punto visado
- Dirección de la línea (ángulos)
- Distancia horizontal e inclinada
- Altura instrumental de la estación
- Altura del prisma (toma de detalles)
- Observación de los detalles
- Dibujo aproximado del área levantada (sectores de complejidad elevada) que incluya la numeración de los detalles o puntos clave).

Debe presentarse en las memorias de cálculo el archivo crudo del estudio topográfico realizado, en el que aparecerá el informe de poligonales y detalles o niveles tomados en terreno. Estos archivos crudos se entregarán en el formato original (RW5, TRN, RAW, ASC, entre otros) y en documento texto, se debe especificar el programa de origen.

La presentación de carteras de topografía e informes es de carácter OBLIGATORIO, ya que hacen parte de la documentación del proyecto para posteriores consultas, revisiones y verificaciones técnicas.

Si la empresa Metro de Bogotá S.A. lo requiere, podrá realizar visitas al sitio objeto de estudio topográfico con el fin de revisar y verificar carteras de campo, vértices materializados, deltas, elementos de seguridad industrial y demás elementos que componen el estudio.

3.2.8 Técnicas de Levantamiento

Dependiendo del tipo de detalles a levantar y tecnología que se utilice, a continuación, se mencionan algunas características técnicas, que se deben tener en cuenta para la localización de los detalles:

Tabla 1. Levantamiento de detalles y auxiliares redes y servicios

ÍTEM	DIRECCIÓN PUNTO	NO. PUNTOS	OBSERVACIONES
Pozo de alcantarillado	Centro	1	
Válvulas de acueducto o gas	Centro	1	Especificar (punto fijo)
Hidrantes	Eje	1	
Semáforos	Eje	1	Especificar si es de ménsula o de pedestal)
Cámara de teléfono	Centro	1	
Caja de doble energía	Esquinas	4	Especificar punto fijo
Caja sencilla caja de paso y/o energía	Esquinas	4	Especificar punto fijo
Sumideros de rejilla	Esquinas	4	Especificar la tapa de la caja o pozo de inspección
Sumideros laterales	Esquinas	4	Especificar la tapa de la caja o pozo de inspección
Sumidero transversal	Esquinas	4	Especificar material
Tuberías de paso			Si tiene base en concreto levantar detalladamente
Armario teléfono	Esquinas	4	
Cabina teléfono	Centro	1	Especificar si es sencilla o doble, de pedestal o pared

Tabla 2. Levantamiento de detalle y auxiliares postes

ÍTEM	DIRECCIÓN (PUNTO)	NO. PUNTOS	OBSERVACIONES.
Energía	Borde	1	Especificar punto fijo
Teléfonos	Borde	1	Especificar punto fijo
Alta tensión	Borde	1	Especificar punto fijo
Torres de alta tensión	Esquinas	4	Si tiene base en concreto levantar detalladamente
Alta tensión con base en concreto	Esquinas base	4	Especificar
Alumbrado	Borde	1	Especificar luminaria.
Retenidas	Centro	1	Poste de apoyo, poste sin uso, luminaria privada
En las zonas localizadas para estructuras de puentes peatonales, se debe establecer en el levantamiento la catenaria de los cables respectivos			

Tabla 3. Levantamiento de detalles y auxiliares construcciones

ÍTEM	DIRECCIÓN (ÁNGULO)	NO. PUNTOS	OBSERVACIONES
Sardinel	Punto	Todos	Todos los puntos, quiebres, direcciones, curvas.
Curvas en sardinel	Punto	1 = p.c.	Punto inicio curva
	Punto	1 = p.c.c.	Punto común curva
	Punto	1 = P.T.	Punto termina curva
Paramentos	Punto	Todos	Todos los puntos, quiebres, direcciones, curvas.
Antejardines	Punto	Todos	Permitir identificar la delimitación y el área
Accesos peatonales y vehiculares	Punto	2	Indicar si es peatonal o vehicular
Curvas en paramento	Punto	1 = P.C.	Punto inicio curva
	Punto	1 = P.C.C.	Punto común curva
	Punto	1 = P.T.	Punto termina curva
Cercas	Punto	Todos	Determinar quiebres, esquinas. Especificar, de alambre, en malla, en cerramiento de aluminio
Curvas en cerca	Punto	1 = P.C.	Punto inicio curva
	Punto	1 = P.C.C.	Punto común curva
	Punto	1 = P.T.	Punto termina curva
Árboles	Centro	1	Diámetro basal
Estructuras de puentes peatonal y vehiculares	Esquinas	Todos	Todos los puntos (*), y gálibos (estructuras bajas y altas).
Canales	Esquinas	Todos	Todos los puntos (*), nivel de agua, tuberías tributarias, gálibos, box y demás elementos característicos.
Mobiliario urbano	Punto	Todos	Todos los detalles
Tanques	Esquina	Todos	Especificar, acueducto, estaciones de servicio.
Señalización	Punto	Todos	Todos los detalles incluyendo su designación según el manual sobre dispositivos para el control del tráfico en calles y carreteras (resolución 1050 de 2004 o la que la remplace)
Construcciones	Punto	Todos	Esquinas, quiebres, direcciones y demás que determinen su condición como construcción
Quebrada	Punto	Todos	Todos los detalles, puntos borde y fondo

3.2.9 Informe de reconocimiento en campo

El Interventor, el Contratista y la empresa Metro de Bogotá S.A. realizarán una visita conjunta para definir en campo el área de influencia del proyecto, identificar los requerimientos y los detalles que exigen manejo especial (Proyectos paralelos para armonización, intersecciones, redes de alta tensión, canales, paramentos no definidos, entre otros), también para planear el trabajo de campo y oficina a fin de cumplir con los tiempos establecidos por cronograma. Se debe levantar un acta de asignación de proyecto en la cual se incluyan las observaciones de los asistentes.

3.2.10 Particularidades

- Para la investigación de redes deben coordinar con el especialista de redes secas e hidrosanitarias del contrato y entregar un producto final consolidado.
- Se reitera que, en caso de tener dispositivos que incorporen tecnología distinta a la convencional, y previo al inicio de las actividades, se debe socializar con el Interventor los equipos y la metodología a utilizar, los resultados esperados, al igual que la información soporte y productos a entregar, las precisiones máximas a alcanzar en X, Y, Z, los errores, los tiempos o cualquier otro detalle de relevancia, asegurando que tanto el Interventor como la empresa Metro de Bogotá S.A. tenga acceso a todos los datos, pueda abrir, manipular, verificar y utilizar toda la información entregada. Se debe garantizar la calidad de los datos según lo solicitado en el presente anexo técnico para obtener una topografía con nivel de detalle fase III. En caso de satisfacer todos los requerimientos exigidos por la empresa Metro de Bogotá S.A. y los prescritos por el Interventor, esta última aprobará el inicio de las actividades; de lo contrario, se debe trabajar con los equipos y metodologías convencionales garantizando en todo caso la calidad de cada uno de los productos.
- La presentación de datos crudos, procesados, carteras de topografía, e informes es de carácter OBLIGATORIO, ya que hacen parte de la documentación del proyecto para posteriores consultas e investigaciones técnicas. Los informes deben incluir un archivo fotográfico de los vértices ocupados, el área de trabajo y los procesos adelantados.
- En todos los casos, el Interventor realizará visitas al sitio objeto de estudio topográfico con el fin de revisar y verificar metodologías, procedimientos, rendimientos, calidad, el personal inscrito en el contrato, equipos utilizados, carteras de campo, vértices materializados, deltas, elementos de seguridad industrial y demás elementos que componen el estudio.
- Antes de comenzar el estudio topográfico se deben socializar las áreas para aprobación del Interventor y la empresa Metro de Bogotá S.A.
- Para iniciar cada levantamiento, el Interventor, la empresa Metro de Bogotá S.A. y el Contratista definirán en campo la zona a levantar, precisando detalles particulares (p. ejemplo: líneas de alta tensión, red matriz EAB, u otros puntos específicos de donde se

requiera información); Será obligación del Contratista acatar las instrucciones dadas en campo, parámetros u otros requerimientos específicos.

- Cuando los estudios topográficos se adelanten en áreas consolidadas y se involucren en los detalles levantamiento de paramentos y divisiones prediales, el Contratista levantará el perímetro de las manzanas aferentes al proyecto, para lo cual se requerirá la toma en campo de los 4 vértices de la manzana (en caso de ser regulares) y de algunos puntos intermedios con aprobación del Interventor. Esta área tomada sin detalle NO se contará dentro del área levantada para efectos de los pagos.
- En caso de que, el área a levantar corresponda únicamente a andén o exclusivamente a calzada es obligación del Contratista detallar a lo largo del tramo los puntos altos y bajos del sardinel de tal forma que se visualice el perfil completo y los desniveles en los entregables.
- En las zonas que tengan poco detalle en superficie, el Interventor establecerá una densidad mínima de puntos a tomar por unidad de área la cual será acordada con el Contratista y se anotará en el acta de entrega de obra.
- El presupuesto estimado para el estudio topográfico contempló áreas, rendimientos, tiempos, personal, equipos, vigilancia, vehículos, herramientas menores, materializaciones de vértices y todo lo necesario para obtener los productos finales del estudio topográfico, es decir fue calculado a todo costo; por lo tanto, el Contratista no podrá cobrar ítems adicionales.
- En todos los planos que se entreguen, deben incluir un registro de los metadatos mínimos especificados en el rotulo de presentación de planos suministrado por el IDU además de incluir en el informe el formato (que de igual manera es suministrado por el Interventor o consensuado con el Contratista en caso de que presente uno adecuado) del registro completo y detallado de los metadatos.

4 RESULTADOS

En esta sección se describen cada uno de los productos a entregar por cada etapa, incluye el formato y nivel de detalle que se requiere del entregable:

4.1 Debida Diligencia

El Contratista debe realizar una recopilación, revisión y análisis de los insumos existentes en todos los componentes, como productos de como productos de factibilidad y/o estudios y diseños y/o obra y/o planos récord de proyectos desarrollados por el Instituto de Desarrollo Urbano - IDU, la empresa Metro de Bogotá S.A. o de cualquier otra Entidad que se haya elaborado en la zona de estudio, con el fin de avalar la información encontrada y determinar su validez, describiendo y justificando claramente las razones técnicas que soporten la respuesta sobre qué información es posible utilizar, cómo se va a utilizar, en qué medida cumple con lo requerido y cuáles serán las áreas a las que le harán un estudio topográfico nuevo.

Acorde con las conclusiones del análisis de información, el Contratista debe elaborar para aprobación del Interventor, en plan de recopilación de información complementaria (de ser el caso), de acuerdo con lo establecido en los capítulos técnicos de este anexo técnico, el cual debe ser entregado por el Interventor al finalizar el primer mes de la Contrato.

4.2 Factibilidad

El Contratista debe entregar un informe detallado que contenga, como mínimo, lo siguiente:

4.2.1 Informe de reconocimiento en campo

El Contratista elaborará y someterá a aprobación de la Interventoría un informe de reconocimiento de campo, en el cual deben participar conjuntamente el Interventor, el Contratista y la empresa Metro de Bogotá S.A. y en el que se definirán en campo el área de influencia del proyecto, identificación de requerimientos y detalles que exigen manejo especial (proyectos paralelos para armonización, intersecciones, redes de alta tensión, canales, paramentos no definidos, entre otros), también para planear el trabajo de campo y oficina a fin de cumplir con los tiempos establecidos por cronograma. Se debe levantar un acta de asignación de proyecto en la cual se incluyan las observaciones de los asistentes. Dicho informe debe ser entregado por el Interventor al finalizar el primer mes de la Contrato.

4.2.2 Informe de estudio topográfico

Dicho informe debe contener como mínimo la siguiente estructura:

1. Generalidades
   - Introducción
   - Objetivos
   - Descripción y alcance del estudio topográfico
2. Información técnica
   - Equipos y accesorios utilizados
   - Personal involucrado en el estudio topográfico (Nombre y matricula profesional vigente)
   - Análisis de información recibida o investigada para el desarrollo del contrato, en la cual debe determinar la validez de lo encontrado y en caso de establecer que puede o no utilizar esa información debe describir las razones técnicas que soportan su respuesta.
   - Metodología empleada (campo y oficina).
   - Sitios especiales en la zona de levantamiento.
   - Procesamiento de los datos

- Ajuste de coordenadas
- Resumen de los datos obtenidos por cada subproducto y producto
- Descripción GNSS, procedimiento de posicionamiento GNSS, informe de post proceso y resultados
- Poligonal de amarre o marco de referencia, cálculos, error cierre, listado de detalles
- Nivelación y contra nivelación, cálculos, error de cierre, certificados de los vértices
- Levantamiento de detalles
- Sitios especiales en la zona de levantamiento
- Formato metadatos (Suministrado por el Interventor)
- Pruebas de verificación de calidad de los datos, precisiones esperadas vs alcanzadas en cada procedimiento.
- Conclusiones y recomendaciones

3. Anexos

*4.2.3 **Cálculos y Memorias:***

Toda la información cruda del estudio contratado, como los archivos .RAW, .M21 .FB0 o cualquier otro formato origen en medio digital, debe entregarse al Interventor. No impreso.

Memorias de cálculos topográficos y listados de coordenadas de detalles (Digital): Se debe presentar toda la documentación que soporte las actividades realizadas dentro de los tiempos requeridos, según los lineamentos técnicos inherentes, que sea necesaria para el adecuado y normal desarrollo de los estudios, que garantice cumplir con los objetivos de las labores contratadas.

- Archivos crudos, RINEX y demás soportes.
- Carteras de campo GNSS y cartera digital GNSS
- Reporte de post proceso GNSS
- Cálculos y carteras de poligonal o marco de referencia en formatos en Excel estandarizados y formulados.
- Cartera de nivelación y contra nivelación en formatos en Excel estandarizados y formulados.
- Relación de deltas y puntos radiados
- Certificados de calibración de los equipos utilizados (máximo 1 mes de expedida)
- Reporte IGAC de los vértices utilizados.
- Formato ubicación GNSS

*4.2.4 **Esquemas:***

- Esquema de área del levantamiento
- Esquema GNSS
- Esquema poligonal o marco de referencia
- Esquema de la nivelación
- Esquema plano resultante

*4.2.5 **Planos:***

Los planos topográficos del proyecto deben contener, como mínimo, la representación de todos los objetos del polígono de estudio en coordenadas X, Y, Z, con alturas derivadas de la nivelación geométrica de control, a la escala y separación de curvas de nivel aprobadas por el Interventor, clasificados en layer independientes, con los bloques adecuados, usando el comando 3Dpoly en las líneas continuas tales como andén, borde vía, ejes, paramentos, datos básicos georreferenciados de redes secas e hidrosanitarias y, además, debidamente georreferenciados y con las alturas correspondientes, las curvas de nivel procesadas con la información tomada directamente del terreno, al igual que el modelo TIN o modelo digital de terreno y de superficie (según la tecnología utilizada), con la precisión requerida y demás características especificadas en este documento, además de subproductos como secciones transversales y perfiles longitudinales, presentados de forma impresa y digital en formato DWG y aprobados por el Interventor.

- Nube de puntos en tres dimensiones formato DWG
- Ortoimágenes actualizadas.
- Formatos de inspección de redes secas e hidrosanitarias diligenciados (Adjuntar planos de verificación en terreno).
- Registro Fotográfico:

El Contratista debe llevar un registro fotográfico cronológico de todas las actividades desarrolladas durante la ejecución del estudio topográfico (Fotografía de improntas, amojonamiento, georreferenciación, toma de datos en campo, inspección de pozos, entre otros).

4.2.6 Información digital restante:

Toda aquella que, de común acuerdo con el Interventor, se considere relevante para soportar los trabajos.

Los productos pueden variar dependiendo de los equipos y metodologías empleadas, pero en todo caso se debe entregar al Interventor la totalidad de la información que soporte el estudio y la totalidad de los productos generados.

Los productos que se presenten deben ser compatibles para desarrollar el proyecto mediante metodología BIM.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 07

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL

Bogotá D.C., abril de 2021

CONTENIDO

1. OBJETIVO 4
2. NORMATIVIDAD APLICABLE 4
3. INSUMOS NECESARIOS 6
4. ALCANCE 6
4.1. DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA 7
4.2. FACTIBILIDAD 8
5. RESULTADOS 9
5.1. DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA 10
5.2. FACTIBILIDAD 10

GLOSARIO

DNP – Departamento Nacional de Planeación
EMB – Empresa Metro de Bogotá
IDU – Instituto de Desarrollo Urbano
SDM – Secretaría Distrital de movilidad
SDP – Secretaría Distrital de Planeación

ET 07 – Diseño Geométrico Vial

1. OBJETIVO

Este estudio busca definir el diseño geométrico completo, a nivel de factibilidad, del sistema vial afectado por la implantación del proyecto.

El diseño geométrico de vías en general pretende determinar la configuración geométrica óptima, segura y cómoda del corredor vial, minimizando los costos e impactos sociales y ambientales, así como también debe atender las necesidades de tránsito y transporte del corredor.

Los diseños que son objeto del presente proyecto deben considerar un diseño geométrico que sea seguro, cómodo y amable, facilitando la circulación de todos los actores viales (personas con movilidad reducida, peatones, biciusuarios y el tránsito motorizado), atendiendo las recomendaciones de manuales y guías de diseño vigentes al igual que la normatividad aplicable.

El diseño geométrico debe permitir definir la reserva vial del proyecto.

2. NORMATIVIDAD APLICABLE

En todo el territorio de la república de Colombia la normatividad aplicable en lo referente al diseño geométrico de vías es el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del Instituto Nacional de Vías INVIAS 2008, el cual fue adoptado mediante Resolución No. 000744 del 4 de marzo de 2009 del Ministerio de Transporte, por lo tanto, es el único documento técnico (manual) con resolución vigente, y por lo tanto es el único documento técnico de diseño geométrico de vías que tiene característica de norma en el territorio nacional. Es de aclarar que la mencionada norma aplica para todo el territorio nacional y no hace distinción en su aplicabilidad rural o urbana, por ende, se debe seguir los lineamientos expuestos en el Manual para los diseños urbanos o rurales realizados para el Distrito Capital.

Guías de referencia Diseño Geométrico:

Para los casos donde se necesite complementar la normativa, se podrán consultar las siguientes Guías de referencia:

- Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C. – CAF, IDU, Universidad Nacional de Colombia 2015.
- A policy on Geometric Design of Highways and Streets – AASHTO 2011. Para los casos en donde no exista referencia en los dos manuales presentados arriba.

Normatividad Complementaria

- Plan de Ordenamiento Territorial vigente.
- Ley 146 de 1963 (31 de diciembre de 1963) - Precisó los criterios para la construcción de vías con el fin de evitar la existencia de pasos a nivel sobre vías férreas
- Decreto 323 de mayo 29 de 1992 (o la norma que lo sustituya), por el cual se reglamentan las zonas viales de uso público y en lo referente a las áreas para el sistema vial general y para el transporte masivo, la red vial local de las urbanizaciones y el equipamiento vial.
- Decreto 327 de octubre 11 de 2004 (o la norma que lo sustituya), por el cual se reglamenta el Tratamiento de Desarrollo Urbanístico en el Distrito Capital.
- Norma NTC 4901-1,2007 - NTC 4901-1, Vehículos para el transporte Urbano Masivo de pasajeros.
- Resolución 303 del 2016 (Secretaría Distrital de Movilidad) “Por medio de la cual se modifica parcialmente la Resolución 264 de 2015 y se dictan otras disposiciones.”
- Manual de Drenaje para Carreteras del Instituto Nacional de Vías INVIAS 2009.
- Decreto No. 798 (11 marzo de 2010) – Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Estándares para Carril para zonas y predios urbanizables no urbanizados.
- Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura – Subsector Vial del Instituto Nacional de Vías INVIAS 2011.
- Manual de Normatividad Férrea – Ministerio de Transporte 2013
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes del Instituto Nacional de Vías INVIAS – CCP – 2014.
- Manual de Señalización Vial – Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Resolución 1885 de 2015. Ministerio de Transporte.
- Decreto 787 del 28 de diciembre del 2017, por medio del cual se modifica el Decreto Distrital 327 de 2004 y su Anexo N° 1, en lo que respecta a los radios de giro y se dictan otras disposiciones.

- Resolución No.3258 del 2018 Ministerio de Transporte - Por la cual se adopta la Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas.

3. **INSUMOS NECESARIOS**

El Contratista recopilará y analizará, previo al inicio de los trabajos objeto del presente Contrato, los diferentes estudios y proyectos realizados sobre el Metro de Bogotá o sobre cualquier otra infraestructura o medio de transporte relacionado con él, principalmente:

- Diseño conceptual de la Red de Transporte Masivo Metro y diseño operacional, dimensionamiento y estructuración técnica, legal y financiera de la primera línea del metro de Bogotá en el marco del Sistema Integrado de Transporte Publico -SITP- para la ciudad de Bogotá.

- "*Consultoría para evaluar el crecimiento de la demanda del Sistema Troncal dentro del SITP y priorizar soluciones de corto y mediano plazo que permitan ampliar la capacidad del Sistema" de agosto del 2012 preparado por Steer Davies & Gleave para Transmilenio S.A*"

En cualquier caso, estos documentos serán considerados como referencia, no limitándose las alternativas a estudiar a las reflejadas o comentadas en los mismos.

4. **ALCANCE**

El alcance del proyecto a nivel de diseño geométrico se centra en la definición del trazado de factibilidad de la infraestructura vial de las vías bajo las cuales se implantará la línea de Metro, toda la infraestructura que se vea afectada por la implantación del proyecto, así como las vías necesarias para acceder a la infraestructura complementaria, tal como patios y talleres, el cual deberá permitir la adopción de la reserva vial del corredor en caso de requerirse. Igualmente, de acuerdo con los lineamientos de la SDP, en caso de requerirse, se deberá diseñar el tramo de vía que conectaría la Avenida Ciudad de Cali con la Avenida Longitudinal de Occidente sobre el trazado de la línea.

En el tramo de línea que se desarrolla en la Avenida Ciudad de Cali, y Avenida Longitudinal de Occidente, el diseño geométrico deberá coordinarse con los diseños realizados por el Instituto de Desarrollo Urbano.

4.1. DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA

El Contratista recopilará y analizará, previo al inicio de los trabajos objeto del presente Contrato, los diferentes estudios y proyectos realizados sobre el corredor y área aferente o sobre cualquier otra infraestructura o medio de transporte relacionado con él, principalmente:

Para la realización de los estudios de diseño geométrico de factibilidad se requiere como mínimo:

- Resultado de la Fase de Prefactibilidad
- Proyectos en desarrollo o priorizados en la zona de influencia del corredor vial.
- Coberturas POT vigente.
- Coberturas catastrales y ortoimagen de Bogotá actualizadas.
- Cotas de inundación a partir de consultas en la EAB.
- Perfiles viales suministrados por la SDP
- Topografía de detalle.
- Recopilación y análisis de recomendaciones generadas por las demás áreas técnicas del proyecto (redes, geología, geotecnia, ambiental, entre otros).
- Parámetros operacionales emitidos por el ente gestor del sistema de transporte.
- Decreto 308 de 2018 de Secretaria Distrital de Planeación. Por medio del cual se adopta la Cartilla de Andenes de Bogotá D.C. y se dictan otras disposiciones.
- Resolución 264 de 2015 Secretaría Distrital de Movilidad - “Por la cual se fijan las condiciones técnicas y de accesibilidad para los paraderos de transporte público en el marco del Sistema Integrado de Transporte Público - SITP, así como los criterios y procedimientos para su ubicación dentro del área urbana del Distrito Capital”.
- Otra normatividad aplicable al proyecto que se encuentre vigente en el momento de la ejecución del proyecto.

Así mismo para la realización del diseño geométrico serán insumos necesarios a tener en cuenta, entre otros, los siguientes documentos:

- Topografía

- Componente geotecnia
- Diseño de Pavimento
- Cotas de inundación y niveles de aguas máximas extraordinarias
- Troncales del sistema TransMilenio (BRT) considerando, además, la implantación de las estaciones actuales y futuras de este sistema de transporte con el cual se requiere integración.
- Infraestructura vial y peatonal existente y proyectada. Identificación de las vías arterias construidas o planeadas en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y de las vías de la malla vial local para garantizar su adecuada articulación con los proyectos diseñados y algunas características geométricas.
- Requerimientos a nivel de infraestructura que requiere el material rodante.
- Requerimientos de implantación estaciones y accesos
- Requerimientos sistemas ferroviarios: aparatos de vías, sistemas seguridad, patio taller
- Interferencias con redes viarias y otras infraestructuras existentes inventariadas
- Localización de redes de servicios públicos.
- Presencia de estructuras especiales, tales como puentes y canales. (
- Identificación de las condiciones y los planes operacionales, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: zonas de maniobras (cambiavías), cruces semaforizados, movimientos que se permiten y que se efectúan.

4.2. FACTIBILIDAD

Para la Factibilidad, a partir de información secundaria y primaria, se debe plantear la geometría preliminar en planta para el sistema vial afectado por la implantación del proyecto. Si existe más de una alternativa de trazado que difiere de la topografía tomada, se deberá elaborar un perfil longitudinal para cada una de ellas, en caso contrario se entiende que la topografía no es un parámetro determinante en la selección multicriterio de alternativas. Las alternativas de trazado deben contemplar el desarrollo del proyecto en su fase definitiva (consolidación del perfil vial de acuerdo con el POT vigente) y a la vez debe considerar el desarrollo del proyecto a través de distintas etapas de modo que la primera de ellas sea totalmente operativa.

Además el Contratista deberá elaborar el diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal incluyendo todos las elementos requeridos (carriles de aceleración y desaceleración, sobreanchos, zonas de ascenso y descenso, paraderos, giros derechos e izquierdos, retornos etc.), en las cuales se deben tener en cuenta las especificaciones y los parámetros de diseño identificados en el desarrollo del Apéndice de Estudio de Tránsito, las características del área de influencia del proyecto así como el desarrollo urbano futuro determinado por los distintos instrumentos de planeación vigentes en dicha área de influencia al momento del desarrollo del proyecto.

Del resultado de la evaluación multicriterio se desprende la alternativa seleccionada, sobre la cual se procede a detallar los aspectos verticales y transversales para cuantificar volúmenes de movimiento de tierras, definir área de replanteo del diseño en la siguiente etapa del proyecto y proporcionar insumos para iniciar el trámite de la obtención de la reserva vial en caso de ser necesaria su modificación. La solución geométrica en planta deberá tener en cuenta los análisis de los demás componentes de la factibilidad, en especial la coordinación e integración con la línea del metro y consideraciones de tipo predial, urbano, ambiental, social y de redes de servicios públicos, entre otros.

En el proyecto definitivo para la alternativa seleccionada, se deberá incluir la solución de intersecciones con vías existentes o proyectadas pertenecientes al Plan de Desarrollo vigente, así coma los empalmes con todos los elementos que componen la malla vial local e intermedia.

Igualmente, en los diseños de factibilidad, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Donde se requiera en el diseño se debe contemplar un separador con el ancho necesario y partiendo de las premisas definidas en los estudios preliminares, con el fin de garantizar la armonización del mismo con el proyecto férreo, especialmente en el tramo que se desarrolla en la Avenida Longitudinal de Occidente.
- Se recomienda plantear las calzadas drenando hacia el borde externo sobre todo en las estaciones.
- Se deben garantizar los accesos a los predios existentes que lo requieran.
- Garantizar el empalme con las bocacalles en forma particular para cada una.

5. **RESULTADOS**

En este capítulo se presentan los resultados para cada etapa del proyecto relacionado con el diseño geométrico. Estos resultados constituyen el mínimo número de elementos para determinar que cada etapa ha sido completada y deben ser entregados en medio físico y magnético (se deben entregar los archivos crudos en el software en el que fue desarrollado el estudio, así como los archivos exportados al formato tradicional).

5.1. DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA

Luego de adelantar la recopilación de información, se deberán adelantar los análisis pertinentes sobre dicha información para determinar su relevancia, vigencia y utilidad. Como sustento de lo anterior, se deberá generar un informe técnico de análisis de la información recopilada en donde se indique como mínimo lo siguiente:

- Relación detallada de la información.
- Análisis de vigencia de la información.
- Análisis de relevancia de la información (importancia en el desarrollo del objeto contractual).
- Análisis de utilidad de la información (su uso dentro del desarrollo del objeto contractual).
- Conclusiones relacionadas con la recopilación y el análisis de la información.

5.2. FACTIBILIDAD

El informe técnico de factibilidad debe contener como mínimo:

- Introducción, objetivos y descripción de la situación geométrica actual del proyecto.
- Informe de Diseño Geométrico donde se incorpore un capítulo de atención al cumplimiento de especificaciones, normas de referencia, condiciones particulares de diseño para cada eje, localización, etc.
- Informe de topografía y localización para el diseño vial.
- Descripción de las alternativas de diseño geométrico que se plantean, detallando el procedimiento seguido para obtener dicho trazado. Se deberá incluir la matriz multicriterio de evaluación, indicando la alternativa seleccionada.
- Cuadro de parámetros de diseño para cada alternativa, tales como: radio mínimo, longitudes mínimas y máximas de espiral, longitud mínima de curva horizontal en espirales, entretangencias horizontal mínima, pendientes mínimas y máximas en tangente vertical, longitudes mínimas y máximas en tangente vertical, longitud mínima y máxima de curva vertical, valores mínimos y máximos de K, entre otros.
- Carpeta que contenga todos los archivos de entrada y salida del software utilizado.
- Planos en planta a escala 1 :500 sobre la topografía levantada (incluir diseño vertical en los casos requeridos de las alternativas evaluadas.
- Identificación de las entidades interesadas en el desarrollo del proyecto, oficios de radicación y/o actas de reuniones interinstitucionales en las que se definan acuerdos que tengan incidencia en el proyecto.
- Identificación de los riesgos previsibles de las diferentes alternativas.
- Estimación de cantidades o índices para cada una de las alternativas evaluadas que permitan establecer un costo a nivel de factibilidad del componente.

- Criterios de evaluación para calificar las alternativas y permitir su ponderación en la matriz multicriterio.
- Criterios de diseño en donde se expongan los tratamientos dados a los casos especiales de diseño y/o que no se encuentren dentro de los manuales o guías de diseño.
- Planos de plantas generales en escala 1:5.000 o 1:2.500
- Planos en planta georreferenciados y a escala 1:500 de las distintas alternativas de trazado.
- Planos georreferenciados del diseño geométrico de la alternativa seleccionada en planta y perfil a nivel de factibilidad (planos planta – perfil de los ejes principales del proyecto en escala horizontal 1:500 y vertical 1:50, que incluya:
  - Elementos de diseño (de la Planta y Perfil) para cada eje considerado,
  - Elementos de Curva Horizontal,
  - Elementos de Curva, Vertical, Cota roja y negra del eje,
  - Nomenclatura vial,
  - Curvas de Nivel de la Topografía existente,
  - Sección transversal típica en donde se observe la estructura de pavimento recomendada,
  - Cuadro de convenciones de los alineamientos (Ejes proyectados, bordes proyectados, bordes existentes, etc.)
- Planos de secciones transversales en escala 1:200 cuya frecuencia sea de al menos 50 m y en los puntos de interés para el proyecto. Deben presentarse secciones transversales en todas las bocacalles que puedan verse afectadas por el proyecto. Estos planos deberán presentarse en los formatos y condiciones que establezca el Interventor y la empresa Metro de Bogotá S.A.
- Cálculo y memorias de cantidades de obra para la alternativa seleccionada a través de los resúmenes y carteras correspondientes generadas por el software de diseño.
- Insumos requeridos para el trámite de reserva vial ante la Secretaría Distrital de Planeación, en los casos que sea necesario (allí se incluye el trazado en planta con los respectivos bordes de vía, la demarcación preliminar y el eje principal de diseño). La zona de reserva vial debe contener las líneas de chaflan en donde se requiera.
- Cálculo de cantidades de movimiento de tierras de acuerdo con el diseño de la alternativa seleccionada y la topografía disponible.
- Conclusiones y recomendaciones a tener en cuenta
- Informe de diseño y archivo SIG.

Todos los planos, y en particular las secciones transversales, incluirán información de los paramentos de las edificaciones próximas al trazado y elementos que puedan afectar al diseño.

Se deben entregar los correspondientes listados (planta, y perfil) señalando los parámetros necesarios para la correcta definición analítica del trazado, en un software compatible con la metodología BIM.

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

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ET-08: URBANISMO Y PAISAJISMO

BOGOTÁ D. C., ABRIL DE 2021

CONTENIDO

1. OBJETIVO 3
2. NORMATIVA 4
2.1 NORMAS URBANISTICAS 4
2.2 NORMAS DE ACCESIBILIDAD 5
3. INSUMOS NECESARIOS 6
4. ALCANCE 7
4.1 ÁREA DE INFLUENCIA URBANA 7
4.2 LÍMITE DE DISEÑO 8
4.3 DEBIDA DILIGENCIA 9
4.3.1 DETERMINANTES URBANÍSTICOS 10
4.3.2 PROYECTOS DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA 11
4.4 FACTIBILIDAD 11
4.4.1 DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA 13
4.4.2 PROPUESTA CONCEPTUAL 15
4.4.3 DISEÑO DE FACTIBILIDAD 20
5. RESULTADOS 21
5.1 DEBIDA DILIGENCIA 22
5.2 FACTIBILIDAD 23
5.2.1 INFORME DE DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA URBANA 23
5.2.2 INFORME DE PROPUESTA CONCEPTUAL 24
5.2.3 DISEÑO DE FACTIBILIDAD 25
5.2.3.1 DISEÑO DEL ESPACIO PÚBLICO Y PAISAJISMO 25
5.2.3.2 IMÁGENES 27

ET 08 – Urbanismo y Paisajismo

1. OBJETIVO

El objetivo de esta especificación técnica consiste en establecer los criterios y lineamientos para la realización del diseño del espacio público y paisajismo del corredor de la Segunda Línea del Metro de Bogotá a nivel de factibilidad. El diseño urbanístico del corredor debe estar enfocado en generar entornos accesibles universalmente, amigables, equitativos y seguros en el que se promueva el uso de modos no motorizados y se genere una articulación con el sistema de movilidad, espacio público y la estructura ecológica principal de la ciudad.

El diseño del paisajismo y espacio público, a nivel de factibilidad, debe corresponder a:

- La inserción de las estaciones en el corredor.
- A la articulación con el sistema de equipamientos colectivos y espacio público de la zona de influencia del proyecto.
- Integración física con otros modos de transporte público y privados.
- Integración física con la red de ciclo – infraestructura de la ciudad.
- Las modificaciones geométricas y/o adaptaciones a los perfiles viales sugeridos en la etapa de Prefactibilidad, los cuales deben ser validados por parte de la Secretaría Distrital de Planeación y la Secretaría Distrital de Movilidad.
- La presencia física del viaducto para el tramo que se considera irá elevada
- La presencia física de la infraestructura en el tramo que se considera irá soterrada.
- A las condiciones ambientales y paisajísticas presentes a lo largo del trazado.
- A las necesidades espaciales generadas por los flujos peatonales y de ciclo – usuarios que serán atraídos hacia las estaciones.
- Que el diseño geométrico garantice una adecuada integración con todas las demás vías arteriales, intermedias y locales existentes que cruzan con el Proyecto.
- El Contratista debe diseñar la sección entre paramento y paramento.

La propuesta debe responder a la normatividad existente y a los lineamientos urbanísticos y de espacio público contenidos en los instrumentos de planeación del Distrito, y debe estar orientada a dar prioridad a la adecuada conectividad y accesibilidad de los peatones y ciclo – usuarios al sistema.

Las intervenciones dirigidas a la reconfiguración, construcción y adecuación del espacio público se deben garantizar las condiciones para el mejoramiento de la movilidad, conectividad, accesibilidad universal, seguridad, paisajismo, calidad ambiental, inserción de nuevas zonas blandas, integración con los sistemas de transporte y localización de mobiliario - como complementos fundamentales a la red peatonal, de bicicleta y vehicular de la ciudad. Todo lo anterior bajo la visión de obtener una solución integral y armoniosa entre lo existente y lo generado por la implantación del nuevo sistema férreo.

Durante el desarrollo del proyecto el Contratista debe realizar la armonización de sus diseños con los estudios o diseños existentes, en ejecución o proyectados, que se localicen en el área de influencia y que tengan incidencia sobre las áreas definidas en el objeto contractual, con el objetivo de garantizar su integración y funcionamiento, teniendo en cuenta prever alternativas de diseño y ejecución gradual de esos proyectos.

2. NORMATIVA

El Contratista debe considerar y tener en cuenta todas las normas vigentes que tengan incidencia en desarrollo del alcance y que se mencionan a continuación:

2.1 NORMAS URBANISTICAS

- Acuerdo 761 de 2020. “Por el cual se adopta el Plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas del Distrito Capital 2020-2024 “Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI””.
- Decreto 308 de 2018. Cartilla de andenes.
- Decreto 798 de 2010. Reglamentación Ley 1083 de 2006 Espacio Público.
- Decreto 603 de 2007. Cartilla de Mobiliario Urbano.
- Decreto 319 De 2006. Plan Maestro de Movilidad.
- Decreto 215 de 2005. Plan Maestro de Espacio Público.
- Decreto 190 de 2004. Plan de ordenamiento territorial (POT) Santa Fe de Bogotá Distrito Capital.
- Decreto 323 de 1992. Reglamenta zonas viales y el equipamiento vial.
- Decreto 1504 de 1998. Espacio Público.
- Ley 1618 de 2013 "Por medio de la cual se establecen las disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad".
- Ley 105 de 2003 “Ley Marco de Transporte” (Artículos 1, 2, 3, 4)”.

- Ley 769 de 2002 “Código Nacional de Transito” (Artículos 2, 57, 94, 95, 68).
- Ley 1083 de 2006 “Planeación urbana sostenible” (Artículo1).
- Decreto 397 de 2010 “Plan Distrital de Seguridad Vial (Artículos16 y 19).
- Decreto 798 de 2010 “Por el cual se reglamenta la Ley 1083 de 2006” (Artículos 2 al 13).
- Decreto 036 de 2004 “Por el cual se establecen las normas para los inmuebles habilitados como estacionamientos en superficie” (Artículo3).
- Acuerdo 87 de 2003 “Uso, disfrute y aprovechamiento de espacios alternativos” (Artículo 4).
- Decreto Distrital 327 de 2004. Tratamiento de Desarrollo Urbanístico Planes Parciales.
- Manual de Señalización Vial Colombia.
- Guía Colombia de ciclo infraestructura para ciudades colombianas adoptada por el Ministerio de transporte.
- Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá o aquel que lo modifique o sustituya.

2.2 NORMAS DE ACCESIBILIDAD

- NTC 4140/2005. Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, pasillos y corredores. características generales.
- NTC 4141/1997. Accesibilidad de las personas al medio físico. Símbolo de sordera e hipoacusia o dificultad de comunicación.
- NTC 4142/1997. Accesibilidad de las personas al medio físico. Símbolo de ceguera y baja visión.
- NTC 4143/2009. Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios y espacios urbanos. Rampas fijas adecuadas y básicas.
- NTC 4695/1999, Accesibilidad de las personas al medio físico, señalización para tránsito peatonal en el espacio público urbano.
- NTC 4902/2000. Accesibilidad de las personas al medio físico, cruces peatonales a nivel, señalización sonora para semáforos peatonales.
- NTC 4144/2005. Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, espacios urbanos y rurales. Señalización.
- NTC 4279/2005, Accesibilidad de las personas al medio físico. Vías de circulación peatonales horizontales.
- Guía de Movilidad Peatonal – Movilidad Reducida. IDU. 2006NTC 4143/2009 y NTC 4140/2012 Normas Técnicas de Accesibilidad de las personas al medio físico; Edificios, pasillos y corredores, características generales y Rampas fijas adecuadas

y básicas NTC 4201/2013, Normas Técnicas de Accesibilidad; Equipamientos, bordillos, pasamanos y agarraderas NTC 4279, Normas Técnicas de Accesibilidad; Vías de circulación peatonales horizontales NTC 4695, Normas Técnicas de Accesibilidad; Accesibilidad de las personas al medio físico NTC 4774/2006, Normas Técnicas de Accesibilidad; Cruces peatonales a nivel, elevados o puentes peatonales y pasos subterráneos NTC 5351, Accesibilidad de las personas al medio físico, Paraderos accesibles para transporte público, colectivo y masivo de pasajeros NTC 5610/2008, Normas Técnicas de Accesibilidad; Accesibilidad al medio físico: señalización táctil.

Este listado no es exhaustivo y por lo tanto el Contratista debe considerar otras normas que tengan relación con el objeto del contrato, así como las eventuales modificaciones a las normas citadas.

3. INSUMOS NECESARIOS

El Contratista debe identificar y localizar los proyectos de infraestructura vial, de transporte, espacio público, desarrollo urbano que se están diseñando y adelantando por parte de la Empresa Metro de Bogotá, Instituto de Desarrollo Urbano, el Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público (DADEP) Secretaría Distrital de Movilidad, Secretaría Distrital de Planeación, Empresa de Renovación Urbana, entre otras, y que tengan relación con el objeto del contrato, con el fin de prever la armonización de estos diseños y obras con su propuesta de diseño.

De igual manera debe tomar en cuenta los parámetros operacionales definidos por TRANSMILENIO S.A. y la EMPRESA FERREA REGIONAL S.A.S., en los sitios donde el proyecto converja con estos sistemas de transporte, con el fin de prever en el diseño del espacio público los puntos de maniobra y conexión requeridos al momento del inicio de operación del Metro, así como la integración con los modos no motorizados.

Con respecto a este insumo, el Contratista debe solicitar a cada una de las Entidades Distritales la lista de intervenciones actualmente en ejecución y de las proyectadas, para identificarlas e integrarlas como parte de la información de los planos del diseño urbanístico.

La información recopilada se debe precisar en el documento de diagnóstico mediante la presentación de los documentos y la cartografía asociada de estos proyectos, y debe ser

integrada dentro del diseño de espacio público y paisajismo de la Segunda Línea de Metro de Bogotá.

4. ALCANCE

El Contratista debe realizar el diseño del espacio público y paisajismo del corredor de la Segunda Línea del Metro de Bogotá a nivel de factibilidad, la cual debe cumplir con todas las condiciones normativas de orden nacional o distrital que tengan incidencia en el desarrollo del proyecto.

Para esta especificación técnica se definen de manera conceptual la delimitación de los siguientes ámbitos de intervención i) Área de influencia urbana y ii) Límite de diseño, sin embargo, el Contratista debe presentar una propuesta de delimitación de estas, para aprobación del Interventor y del Estructurador, la cual podrá ser objeto de revisión y modificación durante el desarrollo de los estudios correspondientes.

4.1 ÁREA DE INFLUENCIA URBANA

Corresponde al polígono de análisis de mayor escala en el proyecto. Este será definido por el Contratista de acuerdo con la información secundaria recopilada, la cual debe contener todos los determinantes urbanos que sean relevantes para el desarrollo de la propuesta urbana, y la identificación de ejes estructuradores como lo son, entre otros: troncales del sistema Transmilenio, sistemas férreos, equipamientos generadores de flujos peatonales o de ciclousuarios, estructura ecológica principal, entre otros.

Para la definición de este polígono se debe tener en cuenta el estudio de demanda que elabore el Contratista de acuerdo con la especificación técnica ET-01 “Estudio de demanda”.

El Contratista debe realizar un diagnóstico urbanístico a un radio de 800 metros alrededor de las estaciones, en donde se deben identificar como mínimo ejes articuladores de flujos de peatones y bicicletas, proyectos de transporte masivo, elementos de la estructura ecológica principal, estructura del espacio público, en otras determinantes urbanística, sobre los cuales se debe definir la tipología de conectividad del proyecto con cada uno de estos ejes articuladores y hacer una propuesta de sección tipo del perfil vial para cada uno de los ejes.

Adicionalmente sobre este polígono se debe realizar un análisis para identificar posibles áreas de oportunidad entendidas como aquellas que, por sus características en términos de índices de ocupación, construcción, alturas, entre otras características físicas pueden ser objeto de procesos de renovación y revitalización urbana, las cuales podrán ser potenciales fuentes de ingresos por captura de valor para el sistema metro.

4.2 LÍMITE DE DISEÑO

Sobre este polígono el Contratista debe realizar el diseño del urbanismo, espacio público y paisajismo de la Línea 2 del Metro de Bogotá, con un alcance a nivel de factibilidad, de acuerdo con lo establecido en esta especificación técnica.

Este polígono debe cubrir la totalidad entre los paramentos sobre las vías bajo las cuales se implantará la línea de Metro, toda la infraestructura que se vea afectada por la implantación del proyecto, así como las vías necesarias para acceder a la infraestructura complementaria, tal como patios y talleres. Igualmente, de acuerdo con los lineamientos de la SDP, en caso de requerirse, se debe incluir en el límite de diseño el tramo de vía que conectaría la Avenida Ciudad de Cali con la Avenida Longitudinal de Occidente sobre el trazado de la línea. En las vías transversales a los corredores del metro, se debe incluir hasta el frente del según predio o una longitud máxima de 50 metros a partir del paramento. Adicional a esto, alrededor de las estaciones el diseño de espacio público y paisajismo debe contemplar un radio de 150 m, sin que, en ningún caso, sea inferior a una manzana alrededor de la misma.

En el tramo de línea que se desarrolla en la Avenida Ciudad de Cali y la Avenida Longitudinal de Occidente (ALO), el diseño geométrico debe coordinarse con los diseños realizados por el Instituto de Desarrollo Urbano.

Teniendo en cuenta lo anterior, el Contratista debe generar propuestas de intervención alrededor de cada una de las estaciones dentro del límite de diseño, de acuerdo con los resultados de los análisis de accesibilidad para cada estación realizados en el marco del estudio de tránsito. Estas propuestas incluirán la ampliación del espacio peatonal, peatonalización de calzadas o su conversión a bici-carriles, pasos de tipo pompeyano y, en general, medidas a favor de los peatones y ciclo - usuarios que se relacionen con el corredor.

Igualmente se debe incluir dentro del límite de diseño el ramal de conexión entre el patio taller y la línea principal, así como las áreas alrededor del Centro de Control Operacional (CCO) y las diferentes infraestructuras requeridas para el funcionamiento del sistema. Esto

con el objetivo de integrarlas al tejido urbano para garantizar su acceso peatonal, ciclista, vehicular a través de entornos amigables y seguros.

Es importante tener en cuenta que en los casos que para la implantación del proyecto sea necesario afectar infraestructura vial existente y, por lo tanto, se requiera la reconfiguración de la sección del corredor, el área de intervención debe incluir todo el espacio requerido para su desarrollo.

Así mismo, en el caso que se requieran afectar predios por la localización de la infraestructura el Contratista debe diseñar a nivel de factibilidad el espacio público y el paisajismo de estas áreas afectadas.

Es importante tener en cuenta que, aunque las autoridades competentes distritales disponen de manuales y cartillas donde se dan lineamientos para el diseño del espacio público (perfiles viales tipo, mobiliario urbano, cartilla de materiales y colores, arborización, dimensionamiento de aceras, vías y ciclorrutas, etc.), el Contratista debe presentar sus propios lineamientos y criterios para ser validados por el Interventor y el Estructurador.

4.3 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe, por su cuenta, investigar, recopilar, analizar, revisar, consultar y evaluar la información encontrada de todos los contratos previos que se han realizado en el Área Influencia Urbana del proyecto, con el fin de verificar con la situación actual, comprobando en terreno, cuando sea necesario la concordancia de los planos encontrados, especialmente cuando se considere que estos serán un insumo para el diagnóstico o diseño del proyecto.

La revisión de la información producto de contratos previos, busca que el Contratista conozca al detalle los insumos que existen, los evalúe y determine cuáles de ellos se deben considerar como determinante en sus diseños; es decir, cuales siguen siendo válidos o pertinentes y cuales son necesarios actualizar teniendo en cuenta los parámetros que se han planteado en el proyecto.

Además, es preciso revisar las normas relacionadas con todos los instrumentos de planeación y actos administrativos adoptados o en proceso de adopción, que se localicen en el Área de influencia urbana del proyecto, que puedan ser determinantes para el diseño del mismo. Por lo mismo, es preciso que el Contratista realice su propia investigación ante las entidades competentes para obtener la información.

4.3.1 DETERMINANTES URBANÍSTICOS

El Contratista debe tener en cuenta como mínimo la siguiente información:

- Plan de Ordenamiento Territorial
  - Estructura Ecológica Principal
  - Estructura funcional y de servicios
  - Condiciones socio económicas y espaciales
- Estructura Patrimonial de la ciudad como, Planes Especial de Manejo y Protección – PEMP, Sectores de Interés Cultural – SIC, Bienes de Interés Cultural, Monumentos, entre otros elementos del orden municipal, distrital, departamental y nacional.
- Instrumento de planificación adoptados o en trámite.
- Proyectos adelantados por otras entidades, que tengan relación con el área de influencia urbana del proyecto.
- El Contratista debe localizar espacialmente las licencias urbanísticas de proyectos aprobados en el área de influencia urbana del proyecto.
- El Contratista debe identificar y verificar, en caso de que sea necesario para completar el área requerida para el diseño del urbanismo, espacio público y paisajismo, las áreas de cesión pública que se han generado (por vías y zonas verdes) , según los requerimientos de las secciones tipodefinidas en el POT, en los parámetros operacionales para el proyecto, y los demás requerimientos funcionales para peatones y bici-usuarios, con prioridad sobre el tráfico mixto o público, las ciclorrutas y el espacio público de la vía.

Así mismo, el Contratista debe consultar la siguiente información antes las entidades correspondientes:

- Vías locales aferentes a las estaciones:
  - Perfiles tipo a nivel de esquema básico, con configuraciones variadas que respondan a las diferentes condiciones urbanas.
- Tramos típicos de espacio público: Ejemplos de andenes, separadores, ciclorrutas y calzadas.
- Lineamientos para el diseño de intersecciones viales:
  - Especificaciones de cruces seguros para tráfico mixto, transporte público, bicicletas y peatones.

- Lineamientos para el diseño y el posicionamiento del mobiliario urbano.
- Lineamientos de materiales, colores, texturas
- Inventario arbóreo, manual o guía con la que cuenten los municipios.
- Lineamientos de paisajismo y proporción ideal de áreas duras y zonas verdes.
- Áreas de cesión pública (por vías o zonas verdes) en trámite o aprobadas por la entidad correspondiente.

4.3.2 PROYECTOS DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA

El Contratista debe identificar y localizar los proyectos de infraestructura vial, de transporte y de espacio público que se están diseñando y adelantando por parte de las autoridades competentes y que tengan relación con el objeto del contrato, con el fin de prever la armonización entre los proyectos que están en curso y el diseño del proyecto.

Este componente se debe precisar en el documento de diagnóstico mediante la presentación de los documentos y la cartografía asociada de estos proyectos, para integrarla como parte de los planos base del diseño del urbanismo, espacio público y paisajismo del proyecto.

Con respecto a este insumo, el Contratista solicitará a las entidades nacionales, municipales y departamentales una lista de las intervenciones actualmente en ejecución y de las proyectadas.

4.4 FACTIBILIDAD

En desarrollo de la etapa de factibilidad el Contratista debe adelantar, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Diagnóstico y análisis urbano del proyecto en el área de influencia urbana del proyecto.
- Propuesta de diseño del paisajismo y espacio público a nivel de factibilidad.
  Presupuesto del diseño de espacio público.
- Tratamiento de las superficies del espacio público, zonas duras y zonas verdes y arborizadas.
- Tratamiento de culatas o espacio remanentes

- Identificación de los predios que deben ser requeridos para la implantación de la infraestructura del sistema metro. Se debe identificar el tipo de afectación, si es total o parcial.
- Se deben determinar las cantidades de obra de los elementos de espacio público, paisajismo y mobiliario urbano de la propuesta, con el fin de estimar un presupuesto general a nivel de factibilidad.
- El Contratista debe presentar su propuesta urbanística. En particular, debe justificar las modificaciones propuestas a los perfiles existentes de las vías del corredor férreo, de las vías aferentes a las estaciones y de los eventuales tramos viales nuevos que se requieran para garantizar la operación del sistema, a partir de micro simulaciones de tráfico peatonal y de bicicleta en el entorno de las estaciones.
- El Contratista debe elaborar imágenes o renders que expliquen el proyecto, en todos sus elementos, con la imagen urbana y la manera como se integra en el paisaje del entorno, especialmente cuando sea necesario construir estructuras a desnivel.
- El Contratista debe identificar los predios que deben ser adquiridos para la implantación de la infraestructura del sistema metro, así como los requeridos para completar la sección vial del proyecto y de sus intersecciones.
- El Contratista debe identificar los riesgos que pueden afectar el diseño y el desarrollo de un proyecto y/o los riesgos que éste puede generar en su entorno.
- Finalmente, el trazado se debe realizar conjuntamente con los diseñadores geométricos (vehicular y de víaférrea), a fin de garantizar que las alternativas trazadas optimicen la afectación predial reduciendo impactos en la población, en los elementos que integran la estructura ecológica, menor afectación de individuos arbóreos además de los usos y edificaciones consolidadas, así como también con el fin de generar espacios públicos que sean aprovechables como, plazoletas, escenarios multiusos de actividades, o potenciar áreas para el desarrollo de proyectos inmobiliarios próximos o vinculados al corredor objeto del proyecto.

En el Límite de Diseño se debe adelantar la identificación de las áreas de Oportunidad en las que se debe incluir una:

- Propuesta preliminar de usos y volumetrías, a nivel de esquema básico, con el fin de determinar el potencial de estas áreas para aprovechar la localización de la infraestructura vial y de transporte, permitiendo algunos servicios o espacios públicos, que pueden ser complementario al corredor.

- Las áreas de oportunidad se entienden como aquellas que por sus características pueden ser sujeto de procesos de renovación y/o redensificación y/o cambios de uso, impulsados por la construcción del nuevo sistema férreo y que, además, presenten potenciales fuentes de ingresos por concepto de captura de valor.

El Contratista debe estudiar el planeamiento urbanístico vigente en la zona del proyecto, para ello se realizarán los planos y toda aquella documentación necesaria para definir correctamente los condicionantes urbanísticos. En el caso de que las obras no se adecuen al planeamiento urbanístico, será necesario especificar las modificaciones necesarias y el procedimiento administrativo para que así lo sea.

4.4.1 DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El Contratista debe elaborar un diagnóstico para el Área de influencia urbana, el cual debe describir la situación existente por temas o componentes, en un documento sintético y apoyado en planos o esquemas, gráficos, tablas, aerofotografías y fotografías, según sea el caso, pero siempre con territorialización de los temas de diagnóstico.

El diagnóstico debe estar orientado a identificar y concluir las principales problemáticas y potencialidades de los diferentes sectores de la ciudad, haciendo énfasis, en aquellas que podrían ser resueltas con la implementación del proyecto.

Entre las variables o aspectos que el Contratista debe desarrollar en el diagnóstico urbano se mencionan, como mínimo, las siguientes:

- Estructura Ecológica Principal: Identificación de los elementos que se localizan en el área de influencia directa del corredor; identificación y estado de los instrumentos, planes y actos administrativos que los reglamentan. Amenazas y Riesgos, delimitación de las zonas.
- Componente urbano: distribución de usos, distribución de equipamientos (teniendo en cuenta tipos, escala y propiedad), condiciones morfológicas (tipología de manzanas distribución predial) edificabilidad (alturas, índices de construcción e índices de ocupación, norma urbanística vigente), patrimonio cultural (sectores de interés cultural, bienes de interés cultural, monumentos, planes especiales de manejo y protección), sistema de movilidad (perfiles viales, redes de transporte público, dinámica de movilidad (motorizados y no motorizados), corredores

principales y atractores).Grado de consolidación de las manzanas del borde del área de influencia directa, ocupación, volumetría, usos, etc.

- Estructura de Espacio público y Equipamientos, que podrían tener acceso desde el proyecto. elementos del sistema de espacio público (parques, plazas, plazoletas, alamedas) indicadores de espacio público por habitante (espacio público verde, espacio público efectivo y espacio público total)
- Sistema de Movilidad: subsistema vial y de transporte: Estado de la malla vial, conectividad, accesibilidad, red de transporte público, redes peatonales y de ciclistas, etc.
- Identificación de Inmuebles de valor patrimonial; estado e instrumentos que les aplican.
- Estructura socio económico y espacial en la zona de estudio: Áreas de actividad urbana; centralidades y operaciones, nodos de servicios, etc. identificar que incidencia tiene o puede tener el proyecto en su funcionamiento
- Identificación proyectos que están planeados o en ejecución, en el área de influencia del proyecto objeto de esta convocatoria, con el fin que se articulen en el diseño de la misma.
- Identificación de Programas o proyectos en ejecución que puedan tener incidencia en el proyecto presentado. Implantar la propuesta urbanística y de ocupación; identificandolos actos administrativos o licencias correspondientes.
- Componente socioeconómico: caracterización de la población (residente y flotante), rangos etarios, densidad poblacional, estratos socioeconómicos, niveles de empleo, condiciones de la vivienda, acceso a equipamientos y servicios, crecimiento poblacional y proyección de hogares.
- Componente inmobiliario y empresarial: A partir de información secundaria disponible en Entidades Distritales, se debe hacer un diagnóstico general sobre el valor y propiedad del suelo, dinámica inmobiliaria (licencias de construcción, variaciones en el área construida), dinámica empresarial (empresas en el sector, vocaciones empresariales, corredores comerciales, aglomeraciones económicas).

Adicional a esto, el Contratista debe revisar todos los Planes Parciales, Planes de Regularización y Manejo, Planes de Implantación y licencias urbanísticas de proyectos y los demás instrumentos normativos que se encuentren adoptados o en proceso de adopción, de los predios que se localicen en el área de influencia directa del trazado o de sus intersecciones viales, con el fin de identificar y verificar las áreas de cesión públicas (por vías y zonas verdes), que han generado, en caso que se requieran para completar el área requerida para la sección de la vía, según los requerimientos de las secciones tipo definidas

en el POT vigente, y los demás requerimientos funcionales para garantizar la movilidad eficiente del tráfico mixto o particular, las ciclorrutas y el espacio público de la vía. Producto de esta revisión de los planes y/o proyectos y de sus cesiones, se identificarán los predios que se localizan sobre la vía, precisando el tipo de cesión, para determinar cuáles son los predios que tienen destinación pública y estarían disponibles como parte de la sección vial del proyecto; esta información será un insumo para el planteamiento de las alternativas de implantación urbana.

De la misma manera es preciso que el Contratista identifique y localice los demás proyectos de infraestructura urbana, vial y de transporte, que se están adelantando por parte del Distrito o la región que tengan incidencia con el área de influencia directa del proyecto, con el fin de prever la armonización de estos diseños, en caso de que algunos de ellos estén en ejecución y garantizando la óptima eficiencia en términos de operación, adquisición predial, identificación y delimitación de áreas de intervención de cada uno, etc. Por lo tanto, es preciso que desde la etapa de recopilación de información se cuente con los documentos y cartografía de estos proyectos, para poder integrarla como parte de los planos base del proyecto y preverlos desde las alternativas de implantación que se planteen.

Finalmente, cada uno de los análisis del diagnóstico deben ser concluyente y deben culminar con un ejercicio general de superposición de variables cuyo resultado sea determinar los tramos o sectores tipo del corredor, a partir de los cuales se podrán caracterizar cada uno de ellos y facilitar la entregade los productos de cada una de las etapas y productos de la etapa de factibilidad e inclusive de los estudios y diseños del proyecto.

4.4.2 PROPUESTA CONCEPTUAL

El Contratista debe realizar una propuesta conceptual al interior del área de influencia urbana en donde se deben evidenciar los lineamientos para el diseño de paisajismo y espacio público. Así mismo debe realizar la armonización con los estudios o diseños existentes o en ejecución de proyectos que se localicen en el área de influencia urbana y que tengan incidencia en el proyecto, o en sus intersecciones, a fin de garantizar su integración y funcionamiento, considerando el diseño y la ejecución total o gradual de esos proyectos.

Algunos de los criterios que se deben incluir para la elaboración de la propuesta conceptual son:

- **Conectividad:**
  - Conectividad peatonal segura y eficiente, en ciclo rutas y bici-carriles, señalización preliminar y obras mínimas con el objeto de lograr la conectividad peatonal y las conectividades entre ciclo rutas y/o bici-carriles existentes o proyectados.
  - Requerimientos y especificaciones mínimas de diseño para el manejo de rampas, superficies y todos aquellos elementos de mobiliario y señalización asociados al tema.

- **Intermodalidad:**
  - Identificación y manejo de los modos de transporte y sus equipamientos (paraderos, estaciones, SITP, terminalesy paradas formales e informales de transporte público intermunicipal de cabecera de Transmilenio, estaciones intermedias, intercambiadores, ciclorrutas, bici parqueaderos, puntos de encuentro, etc.) y su articulación con los espacios públicos adjuntos existentes y los espacios públicos propuestos por el proyecto.
  - Generación de circuitos peatonales y elementos arquitectónicos que faciliten el acceso a las estaciones desde las zonas de influencia, aumentando las secciones de los andenes con mayor demanda de uso frente a las estaciones.
  - Generación de plazas y plazoletas de encuentro con áreas generosas, acordes al número de usuarios de la(s) estación(es)
  - Generación de senderos peatonales, ciclo rutas y zonas verdes frente a las estaciones, con definición de lugares cómodos de espera sobre los andenes con mayor demanda de uso, de igual forma incorporar elementos de protección para lasalamedas peatonales, disponer espacios de encuentro sobre la red de alamedas y senderos peatonales, proponer diseño coherente y sostenible en términos de mantenimiento

- **Mobiliario:** Prever la disposición de mobiliario urbano especificando criterios de ubicación y selección del mobiliario propuesto en función a los usos esperados sobre los nuevos espacios públicos y en especial el mobiliario cercano a los paraderos y estaciones.

- **Armonización con servicios públicos:** Coordinación del diseño en general con la infraestructura de las redes de servicios públicos.

- **Seguridad vial:** Establecer criterios y elementos de diseño que permitan un manejo integral de las esquinas, intersecciones, pasos semaforizados y pompeyanos.

- **Espacios remanentes:**
  - Propuestas generales para el manejo de espacios remanentes y culatas, donde se especifiquen los criterios para el tratamiento de espacios remanentes, entre ellos ladisposición de plazoletas, zonas verdes, amueblamiento, zonas duras, esquemas de obras requeridas para el manejo de culatas (por ej. muros verdes o regularizaciónde culatas evitando la aparición de espacios residuales).
  - Establecimiento, mediante esquemas, los lineamientos para los accesos a predios, tratamientos de antejardines.

- **Propuesta Paisajística**
  - Para la propuesta paisajística, se debe realizar un diagnóstico del componente ambiental, a partir de la información establecida en la Especificación Técnica "Estudio Ambiental" en relación con las unidades de paisaje y, si es el caso, consolidarlas, modificarlas o formularla fijando los criterios de restauración y para el caso de la arborización el traslado, mantenimiento o conservación, acorde con los resultados del inventario forestal del 100% de los individuos y los tratamientos propuestos.
  - El Contratista debe realizar el diagnóstico del manejo silvicultural del arbolado existente, en lo que aplique para la propuesta de paisajismo.
  - El Contratista debe elaborar los planos (escala adecuada en la que se distingan los bloques de los árboles) donde se presente la ubicación de las diferentes especies consideradas en el inventario forestal y la respectiva marcación hecha en campo. Así mismo, en el plano donde se ubicará el proyecto, determinar las especies afectadas en la etapa de construcción del proyecto. Dentro del inventario debe especificarse cuáles individuos vegetales se encuentran en espacios públicos y cuáles en predios privados y su ubicación exacta por medio de georreferenciación. Así mismo y debe determinar la afectación y establecer las medidas de compensación de acuerdo con la normatividad vigente (incluye memoria técnica, planos y formatos establecidos por la autoridad ambiental competente).
  - El Contratista debe identificar, describir, cuantificar y georreferenciar las zonas verdes y blandas susceptibles de afectación por el proyecto de acuerdo con la normatividad aplicable, así como hacer el balance de zonas verdes, con el propósito de determinar la afectación y establecer las medidas de compensación de acuerdo con la normatividad vigente (incluye memoria técnica, planos y formatos establecidos por la autoridad ambiental competente). El Contratista debe presentar el inventario de zonas verdes, acorde con el diseño urbano y

paisajístico del proyecto.

- El Contratista debe tener en cuenta la identificación de la zonificación ambiental establecida en el documento Especificación Técnica "Estudio Ambiental" -para el Estudio de Impacto Ambiental y Social, para el desarrollo de la propuesta paisajística.
- Evaluación de la vegetación existente, en su papel ambiental urbano y su importancia en la imagen del sector o la ciudad, en función con los microclimas o nichos ecológicos identificados a lo largo del proyecto.
- Considerar las condiciones definidas en los POT municipales que apliquen y de Bogotá en cuanto al patrimonio paisajístico, ambiental, interés cultural y bienes patrimoniales.
- Planes especiales complementarios a los POT municipales y de Bogotá, en caso de aplicar.
- Afectación o interferencia con cuerpos de agua.
- El Contratista debe incluir en el diseño paisajístico y presentar la localización de las especies recomendadas, distribución y/o traslado de árboles,manejo de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS), etc., los cuales deben ser representados mediante esquemas o plantas arquitectónicas en escalas previamente aprobadas por el Interventor, fotos o renders que permitan entender el criterio general y beneficios paisajísticos, incluyendo conceptos de interdistancias entre individuos, porte de arborización, manejo de sombras, entre otros.

- **Fitotectura:**

En términos generales, se recomienda el uso de la vegetación nativa, tradicional, arbustiva y arbórea de acuerdo con el porte, densidad de follaje y distancia a los espacios protegidos. Es importante que se considere el valor funcional de la vegetación como elemento estabilizador micro climático, además de las cualidades estéticas, ambientales y su contribución a la definición de la imagen para la identidad de los espacios. Se debe tener en cuenta los manuales y lineamientos vigentes en donde se definen los parámetros para el manejo de la vegetación urbana en el área del trazado del proyecto.

En todo caso, las especies recomendadas y aquellas seleccionadas de acuerdo con el diseño paisajístico final, deben atender los siguientes criterios:

- Ruido: Especies de bajo porte en andenes mezclado con especies arbustivas en zonas de permanencia y zonas verdes complementarias de andén, que

contribuyana la reducción de la presión sonora hacia paramentos y peatones, a partir de follajesamplios y densos dispuestos de una manera alternada y en varios ejes de vegetación conformando barreras para el sonido.

- Generación de Sombra: como estrategia de protección de peatones ante la intemperie (incidencia solar directa) mediante arborización con copas amplias, sin incurrir en conflictos con paramentos y redes aéreas que generan la necesidad de tala constante de especies.
- Seguridad: la arborización de andenes debe propender a la amortiguación del tráficovehicular sobre el peatonal mediante la construcción de paisajes atractivos en el espacio público, al mismo tiempo que minimice el grado de inseguridad social por implementación de barreras continuas a la altura del observador. Así, se deben garantizar interdistancia que canalicen los recorridos peatonales y generen ritmos continuos en andén, garantizando niveles óptimos de iluminación, requiriendo el posicionamiento de nuevos luminares de ser necesario. En el estado adulto, deben garantizar alturas libres de 2,50 o la no intrusión en la zona de calzada, para facilitar el tránsito de bici-usuarios sobre carril derecho a través de todos los ejes de intervención.
- Protección de zonas blandas: Se debe contemplar el posicionamiento de especies cubre suelos en zonas blandas a localizar en el Andén sobre franja de mobiliario y servicios de calzada, de una manera continua y con cubrimiento de la totalidad de dichas áreas, con el fin de minimizar el riesgo de invasión de dichas zonas por parte de peatones.
- Características técnicas de la especie: especies nativas con baja representatividad numérica, diversidad de especies que permitan la variabilidad genética, intrusividad de la raíz, porte del árbol en relación a interferencia con redes aéreas y contenedores resultantes, amplitud de copa, rusticidad, resistencia a tratamientos, amplitud del ciclo de vida, procedencia (nativas), atracción de fauna (de especial importancia en los corredores de conexión ecológica), aporte estético, cultural y simbólico, configuración de nichos, conformación de espacios y subespacios, barrera física y visual contra vientos ruido y vectores, regulación climática y control de temperatura, captación de partículas en suspensión, y captación de CO_2.
- Especificar la cantidad de árboles nuevos que contribuyan a la cualificación y el carácterambiental del corredor y de los espacios públicos. Se debe especificar los individuos arbóreos por compensación forestal.
- Igualmente efectuará una estimación de la importancia ambiental, cultural y patrimonial de los individuos vegetales identificados, adicionalmente a lo

analizado por l autoridades competentes municipales y departamentales.

- La información que se desarrolle en este documento de Especificaciones Técnica ET-08 de Urbanismo y Paisajismo, debe estar alineada con los requerimientos indicados en el documento de Especificación Técnica “Estudios Ambientales”.
- El Contratista debe trabajar mancomunadamente con el Jardín Botánico de Bogotá, con el fin de lograr una propuesta paisajística acorde con los lineamientos establecidos por esta Entidad.

- **Diseños Paisajísticos:**
  Para los diseños paisajísticos, el Contratista debe incorporar la información resultante del inventario forestal y de-los tratamientos silviculturales recomendados, así como la información del balance de las zonas verdes.

4.4.3 DISEÑO DE FACTIBILIDAD

Una vez aprobada la alternativa de propuesta conceptual por parte del Interventor, el Contratista de manera general, debe proceder a elaborar el diseño urbano a nivel de factibilidad en el límite de diseño, a través de las tipologías generales y lineamientos para el manejo del espacio público e infraestructura vial para transporte motorizado y no motorizado con la debida relación de los pasos y cruces peatonales según lo determinen las normas,paisajismo, tratamiento de áreas remanentes y culatas, propuestas generales de tratamiento de bordes (gestión con otras entidades involucradas), identificación del patrimonio en el área de influencia del proyecto e inventario del mismo, conectividad peatonal, ciclo inclusiva y accesibilidad universal. El Contratista debe entregar, al menos, la siguiente información:

- Propuesta urbanística de la implantación urbana general que incluya además del trazado de los elementos que componen el proyecto vial y del sistema férreo (incluyendo sus estaciones e instalaciones asociadas), una propuesta de manejo para las zonas que son objeto de afectación predial y forestal, así como los diferentes elementos viales, tales como calzadas, andenes, separadores, ciclorrutas, intersecciones viales, cruces semafóricos, zonas de controles ambientales, espacios públicos complementarios al proyecto, delimitación de áreas de oportunidad y de elementos ambientales intervenidos (canales, reservas forestales, quebradas, zonas de protección de cuerpos de agua, infraestructuras de servicios públicos, etc.).
- Para la representación de la información se deben usar esquemas, fotos, imágenes tridimensionales del proyecto que consideren el entorno urbano: renders,

fotomontajes (formato “png” “jpg” o “tif” de alta resolución), gráficos, ilustraciones, planos y todos aquellos elementos gráficos o descriptivos que permitan tener claridad sobre los diseños presentados.

- Secciones o perfiles generales del proyecto, con imágenes, renders, animaciones 3D y, en general, toda la documentación explicativa que se requiera, para definir el proyecto o los criterios de diseño de detalle.
- Diseño paisajístico; disposición, manejo y diseño de la arborización propuesta y de las zonas blandas, teniendo en cuenta aplicar criterios de sostenibilidad en las áreas intervenidas, de acuerdo con lo definido en la propuesta conceptual.
- Lineamientos para el diseño de detalle de las superficies y texturas de pisos.
- Lineamientos para el diseño de detalle de los pasos seguros en las esquinas y en las plazoletas cuando estas se generen.
- Lineamientos para la disposición del mobiliario urbano a lo largo del corredor y en las zonas de plazoletas o intersecciones viales.
- Determinar las cantidades de obra y presupuesto de las obras de espacio público, paisajismo y mobiliario urbano, los cuales deben estar soportados en software compatibles con la metodología BIM donde se identifiquen en diferentes capas los principales ítems propuestos. (Ver especificación técnica CAPEX).
- Matriz de Coordinación y Gestión Interinstitucional:
  El Contratista debe presentar una matriz en la que relacione todas las gestiones adelantadas con las diferentes entidades que tengan competencia en desarrollo del proyecto, bien sea para trámites como solicitud de los respectivos conceptos o determinantes o presentaciones o entregas para aprobaciones; precisando la fecha de la gestión, el tipo de trámite, el objetivo, la conclusión y/o los temas pendientes de resolver. De estas gestiones se debe anexar como soporte las actas respectivas incluyendo la firma de los asistentes o las comunicaciones y oficios que hayan obtenido con estas gestiones.
- Especificaciones técnicas para la elaboración de los diseños de detalle y la construcción de las obras.
- El diseño debe ser armonizado con los contratos de los proyectos en curso que se ubican o tengan una relación directa con el polígono de intervención.

5. RESULTADOS

En esta sección se describen cada uno de los productos a entregar por parte del Contratista para cada una de las etapas, incluyendo el formato y nivel de detalle que se requiere de cada uno de los informes y planos

5.1 DEBIDA DILIGENCIA

Como resultado de esta etapa el Contratista debe presentar un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información obtenida, en el que se consoliden los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para el diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia. Este documento debe incluir al menos la siguiente información:

- Ámbito y delimitación: Localización general georreferenciada a escala legible que permita identificar claramente la localización de la vía férrea, estaciones, patio taller y CCO, área de influencia urbana, y límite de diseño.
- Identificación y localización de los proyectos de infraestructura, transporte y/o transporte públicos y privados actualmente en diseño y en trámite en las entidades nacionales, departamentales o distritales, que tengan implicaciones en el área de influencia directadel proyecto.
- Identificación y localización de los diferentes instrumentos de planificación de la ciudad.
- Determinantes urbanísticos
- Inventario de los diferentes componentes de la estructuración patrimonial.
- Recopilación del marco normativo y regulatorio aplicable en el proyecto
- Análisis de información recopilada
- Revisión de la totalidad de la información obtenida con el fin de validar o no la conveniencia de la misma como insumo primario. La validez de la información debe estar sustentada adecuadamente.
- Identificación de las entidades interesadas en el desarrollo del proyecto.
- En función de la investigación y recopilación de información sobre proyectos que afecten el área de influencia, el Contratista debe entregar una ficha que contenga como mínimo:
  - Descripción de cada proyecto,
  - La manera en cómo este proyecto tiene incidencia en el diseño del proyecto Metro.
  - Las acciones necesarias para articular las intervenciones.
  - Matriz de coordinación y gestión interinstitucional. En ella se definirán, según sea el caso, todas las gestiones que se deban adelantar ante las diferentes entidades que tengan competencia en el desarrollo del proyecto objeto del proceso

Licitatorio, bien sea para trámites como solicitud de los respectivos conceptos, determinantes, presentaciones o entregas para aprobaciones, el plazo para la gestión, el tipo de trámite, el objetivo, la conclusión y/o los temas pendientes de resolver. De estas gestiones se deben anexar como soporte las actas respectivas incluyendo la firma de los asistentes o las comunicaciones y oficios que hayan obtenido con estas gestiones.

- Conclusiones de la información analizada.

Finalmente, la información recopilada debe ser entregada en formato digital y georreferenciada.

5.2 FACTIBILIDAD

Dentro del entregable de espacio público y paisajismo, se deben incluir los siguientes componentes:

5.2.1 INFORME DE DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA URBANA

Como resultado de esta etapa el Contratista debe presentar un informe detallado que incluya la información del área de influencia urbana. Este informe debe contener, como mínimo, la siguiente información:

- Registro fotográfico y los resultados de las visitas de reconocimiento. En él se identificarán las potencialidades o problemas relevantes en cuanto a la relación del proyecto y los diferentes componentes en el área de influencia directa e indirecta. Así mismo, se elaborará un listado de las recomendaciones y conclusiones sobre estos aspectos urbanísticos.
- Objetivo
- Metodología
- Diagnóstico
- Análisis
- Superposición de variables cuyo resultado sea determinar los tramos o sectores tipo del corredor
- Caracterización de cada uno de los tramos o sectores tipo
- Identificación de ejes articuladores
- Identificación de áreas de oportunidad (procesos de renovación y/o redensificación, cambios de uso, etc.) que se generen y/o potencien por la implantación del proyecto.

- Conclusiones

Finalmente, la información recopilada debe ser entregada en formato digital y georreferenciada.

5.2.2 INFORME DE PROPUESTA CONCEPTUAL

En este documento se debe incluir al menos la siguiente información:

- Criterios de diseño de la propuesta urbana en la que se evidencien los criterios para el diseño de las esquinas, manejo y tipo de intersecciones identificadas a lo largo del trazado, acceso a predios, manejo de culatas y espacio remanentes, manejo del mobiliario urbano, estrategias de diseño alrededor de las estaciones, diseño de la ciclo – infraestructura, armonización con las redes de servicios públicos, diseño de los perfiles y tramos tipos de los corredores de la SLMB.
- Propuesta conceptual paisajística en donde se evidencien los objetivos, identificación del componente vegetal, manejo de las unidades paisaje, descripción de las características geo ambientales, y finalmente la propuesta en donde se expliquen los criterios generales de diseño del paisaje, metodología para la selección de las especies, identificación de la función y características de las especies, criterios para la localización de la vegetación en el espacio público y demás información que se considere relevante para comprender la propuesta paisajísticas para el proyecto.
- Tipología de intersecciones
- Diseño de espacio público tramos tipo identificados. Los planos para este entregable se deben desarrollar a escala 1:500.
- Diagnóstico de interferencia con infraestructuras existentes
- Tipología para la localización de mobiliario
- Tipología de acceso a predios y manejo de antejardines
- Criterios para la elaboración de la propuesta de conectividad peatonal, de personas con movilidad reducida y debicicletas, así como la identificación de los equipamientos generadores flujos y su propuesta de integración con el sistema.
- Identificación y manejo de los modos de transporte, y sus equipamientos
- Criterios de selección y ubicación de mobiliario en el espacio público.
- Armonización con servicios públicos
- Criterios y elementos de diseño de manejo de esquinas, intersecciones, pasos semaforizados y pompeyanos
- Propuesta de manejo de espacios remanentes y culatas

- Lineamientos de accesos a predios y tratamientos de antejardines
- Propuesta paisajística
- Fitotectura
- Arbolado
- Imágenes o renders
- Ejes articuladores: para cada uno de los ejes articuladores identificados se debe definir el tipo de conectividad que se generará con el proyecto y una propuesta de sección tipo (perfil vial) para cada eje.

5.2.3 DISEÑO DE FACTIBILIDAD

El Contratista debe entregar a nivel de factibilidad, como mínimo, lo siguiente:

- Diseño paisajístico; disposición, manejo y diseño de la arborización propuesta y de las zonas blandas, teniendo en cuenta aplicar criterios de sostenibilidad en las áreas intervenidas, de acuerdo con lo definido en la propuesta conceptual.
- Lineamientos para el diseño de detalle de las superficies y texturas de pisos.
- Lineamientos para el diseño de detalle de los pasos seguros en las esquinas y en las plazoletas cuando estas se generen.
- Lineamientos para la disposición del mobiliario urbano a lo largo del corredor y en las zonas de plazoletas o intersecciones viales.

5.2.3.1 DISEÑO DEL ESPACIO PÚBLICO Y PAISAJISMO

Este producto contiene el diseño del espacio público y paisajismo al interior del límite de diseño. Como parte de la propuesta de factibilidad el Contratista debe entregar como mínimo la siguiente documentación planimétrica:

ID	Documentos	Descripción	Escala
1	Planta urbana de estación estado actual	Este plano debe contener como mínimo la siguiente información: áreas duras áreas blandas, vegetación existente, ciclorrutas, paraderos, infraestructura de transporte masivo, equipamientos, proyección de la estación, lotes, manzanas y demás información que se considere fundamental	1:500

ID	Documentos	Descripción	Escala
		para comprender el entorno donde se localiza la estación.	
2	Secciones actuales	En los mismos puntos donde se elaboren las secciones de los ID 5 y 7	1:250
3	Planta general de la propuesta urbana	Este plano debe contener como mínimo la siguiente información: zonas duras, zonas verdes, vegetación propuesta en superficie, vegetación propuesta de arborización, mobiliario, proyectos de ciudad, ciclo - infraestructura, nomenclatura, diseño de intersecciones identificando los cruces peatonales y ciclistas.	1:500
4	Secciones longitudinales sobre cada una de las estaciones en donde se evidencia la propuesta	Una hacia cada costado de la vía	1:500
5	Secciones transversales sobre cada una de las estaciones en donde se evidencia la propuesta.	Mínimo 2 secciones por estación	1:250
6	Planta general de la propuesta en tramos interestaciones		1:500
7	Secciones transversales en los tramos interestaciones	Mínimo 1 sección cada 200 metros y en puntos singulares de interés especial	1:250

ID	Documentos	Descripción	Escala
	en donde se evidencie la propuesta		
8	Secciones de detalle	En estas se debe evidenciar el diseño espacio público identificando lo elementos relevantes que hacen parte de la propuesta paisajística, como mobiliario, arborización, materiales, entre otros. Esto se debe realizar para cada una de las estaciones.	1:50

5.2.3.2 IMÁGENES

El Contratista debe presentar como mínimo la siguiente información:

- 2 imágenes por tipología del paisaje definida para el proyecto
- 2 imágenes exteriores en donde se evidencie el diseño del espacio público y el paisajismo alrededor de los accesos a las estaciones.
- Imágenes aéreas que permita comprender la implantación de la estación, su relación con el entorno y el diseño de espacio público del trazado.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica – ET 09

Interferencia con Redes de Servicios

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETO 3
1.1 Redes Hidrosanitarias 3
1.2 Redes Secas 3
2 NORMATIVIDAD 3
3 INSUMOS NECESARIOS 5
4 ALCANCE 5
4.1 Redes Hidrosanitarias 6
4.1.1 Debida Diligencia 6
4.1.2 Factibilidad 7
4.2 Redes Secas 18
4.2.1 Debida Diligencia 18
4.2.2 Factibilidad 19
5 RESULTADOS 19
5.1 Debida Diligencia 20
5.2 Factibilidad 20

ET 09 - Interferencia con Redes de Servicios

1 OBJETO

El objeto del presente documento consiste en definir las especificaciones y requerimientos que el Contratista tendrá que cumplir en la redacción del Proyecto de interferencia con redes de servicios de la Línea 2 del Metro de Bogotá.

Este documento debe proporcionar los diseños a nivel de factibilidad de la interferencia de redes de servicios para el Proyecto de la Línea 2 del Metro de Bogotá, entre los que se destacan:

1.1 Redes Hidrosanitarias

El componente hidráulico del proyecto corresponde a la elaboración de los estudios y diseños de factibilidad de las redes hidráulicas afectadas por el proyecto de la Línea 2 del metro de Bogotá, así como de sus obras complementarias.

1.2 Redes Secas

- Identificar la existencia real de Redes que puedan verse afectadas por el Proyecto, así como diseñar las soluciones necesarias para resolver dicha afectación.
- Analizar, evaluar y depurar la información recopilada, para ser plasmada en planos y así determinar la ubicación y distribución actual de las redes existentes y proyectadas, en el prediseño geométrico y de urbanismo.
- Documentar la ubicación y descripción de las redes existentes en el área aferente al proyecto.
- Elaboración de los estudios de factibilidad de las redes afectadas por el proyecto, así como de sus obras complementarias, que permitan establecer un presupuesto de las obras requeridas.

2 NORMATIVIDAD

El Contratista debe cumplir con lo establecido en las normas, códigos y/o reglamentos de diseño y construcción nacionales e internacionales aplicables en sus versiones vigentes, para todos y cada uno de los materiales, actividades y procesos por desarrollar dentro del objeto del presente Contrato.

Para el diseño de las redes hidrosanitarias y el apropiado desarrollo del presente proyecto, es necesario dar cumplimiento a la siguiente normatividad que se encuentre vigente al momento de presentar propuesta:

- Ley 1682 de 2013. Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias.
- RAS – 2000. Reglamento técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.
- Normas Técnicas SISTEC de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá EAB-ESP.
- Guía de Coordinación IDU, ESP y TIC en Proyectos de Infraestructura de Transporte. GU-IN-02.
- Convenios Interadministrativos de cooperación vigentes con la EAB. Las demás normas que apliquen para la ejecución del proyecto.
- Las demás normas que apliquen para la ejecución del proyecto.

Para el diseño de las redes secas, a continuación, se relacionan las principales normas técnicas que debe cumplir el Contratista en desarrollo del presente Contrato:

- Criterios De Iluminación de la Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos - UAESP
- Normas De Construcción De Redes Subterráneas De Distribución Urbana, TOMO III - CODENSA.
- Normas de Construcción de Acometidas Eléctricas, TOMO IV – CODENSA.
- Normas de Construcción de Centros de Transformación para Redes Subterráneas, TOMO V – CODENSA.
- Manual de Alumbrado Público – CODENSA.
- Especificaciones Técnicas para la Construcción de Canalizaciones Telefónicas – ETB.
- Recomendaciones para Proyectos de Canalización – ETB.
- Especificaciones Técnicas para la Construcción de Canalizaciones y Cámaras. normas EPM - Bogotá.
- Manual de Construcción de Redes Telefónicas Locales de TELECOM
- Manual de Construcción de Redes Telefónicas Locales - ETB
- Especificaciones Técnicas para el Mantenimiento Preventivo y Corrección de Defectos y Construcción de Obras Civiles de la Secretaría Distrital de Movilidad. Grupo de Semaforización Electrónica.
- Especificaciones Técnicas para el Mantenimiento y Construcción de obras civiles de la Secretaría Distrital de Movilidad. Grupo de Semaforización Electrónica.
- Normas para Fibra Óptica y Cableado Estructurado – TIA
- Normas para Fibra Óptica y Cableado Estructurado – EIA
- Normativa Técnica de Gas Natural S.A. ESP. N° NT-061-ESP rev. 1 Plan de Prevención de Daños.
- Norma NTC 2505 – Gasoductos, instalaciones para suministro de gas en edificaciones residenciales y comerciales, en los casos que sean pertinentes.
- Las demás normas que apliquen para la ejecución del proyecto.

Los listados previos no son exhaustivos y por tanto el Contratista debe considerar otras normas que tengan relación con el objeto del Contrato, así como las eventuales modificaciones a las normas citadas.

3 INSUMOS NECESARIOS

Para el diseño avanzado a nivel de factibilidad de interferencia con redes de servicios, se deben tener en cuenta entre otros los siguientes documentos:

- Productos de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá.
- Referencias y bibliografía de interferencia con redes de servicios de otros sistemas ferroviarios nacionales e internacionales en estructuración a nivel de factibilidad, en construcción o en operación.
- Documentos que se produzcan durante la ejecución del mismo Contrato y que complementen el diseño de interferencia con redes de servicios.
- Planos y estudios realizados por las Empresas de Servicios Públicos relacionadas.

En cualquier caso, estos documentos serán considerados como referencia, no limitándose los estudios y diseños a realizar lo reflejado o comentado en los mismos.

La gestión de la información o insumos es responsabilidad del Contratista. No obstante, la EMB podrá apoyar, en lo que este a su alcance sobre dicha gestión.

4 ALCANCE

El Contratista debe proveer el diseño a nivel de factibilidad de las redes que sean necesarias reubicar o reponer como consecuencia del desarrollo del proyecto de la Línea 2 del metro de Bogotá y sus obras complementarias en el espacio público, dando cumplimiento a la Ley de Infraestructura No. 1682 de 2013, así como en lo relativo al drenaje pluvia, realizar el estudio y determinación de la conveniencia de implementación de Sistema Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), en atención a la Guía Técnica de Diseño y Construcción de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), elaborada en el 2012 por el Centro de Investigaciones de Ingeniería Ambiental, CIIA de la Universidad de Los Andes.

Los trabajos a desarrollar comprenden la cuantificación y valoración de redes hidrosanitarias y secas a trasladar (longitud de interferencia, de traslado y de diseño).

El Contratista asume el compromiso sobre los diseños de redes principales o matrices y secundarias que presenten conflictos, realizando las actividades necesarias y conducentes al diseño de las soluciones alternativas de las redes y otros activos en conflicto, sean principales o secundarias.

4.1 Redes Hidrosanitarias

A partir del alcance general definido previamente, el Contratista establecerá las redes que deben ser repuestas, dando cumplimiento a la Ley de Infraestructura No. 1682 de 2013, la “Guía de Coordinación IDU, ESP y TIC en Proyectos de Infraestructura de Transporte" y los convenios que pueda llegar a realizar con la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá EAB- ESP que se relacionen directamente con la ejecución del proyecto, adicionalmente implementará el diseño para la construcción de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible y Sistemas de Subdrenajes (estos últimos en caso de ser necesario), para lo cual se debe tener en cuenta lo estipulado en el presente Capítulo y adicionalmente, cada una de las recomendaciones que se emitan por parte del Interventor, la empresa Metro de Bogotá S.A. y la EAAB.

4.1.1 Debida Diligencia

El Contratista debe efectuar el análisis de información secundaria, primaria y propia de las redes hidráulicas (redes menores de acueducto y alcantarillado, redes matrices de acueducto y redes troncales de alcantarillado) así como contemplar la totalidad de los estudios ejecutados y en ejecución dentro del área de influencia directa del proyecto. Además del alcance indicado en este documento, el Contratista debe tener en cuenta todas las actividades y trabajos que se requieran para el desarrollo integral del proyecto.

La determinación de los trabajos de desvíos o relocalización de redes construidas y/o proyectadas, debe estar basada en la adecuada investigación de redes de servicios públicos existentes, ejecutada durante la etapa de investigación, recopilación y análisis de información, la cual debe contener toda la información necesaria para la caracterización de la infraestructura de servicios públicos dentro del área de influencia del proyecto tanto en zona de calzada como de espacio público, y que sea el soporte para el adecuado desarrollo de la Etapa de Estudios y Diseños.

En el presente capítulo se describen los procedimientos a seguir para adelantar, solo en caso de ser necesaria, la investigación de redes de servicios públicos existentes, con el objetivo principal de evitar daños en las redes construidas, determinar la solución técnica y costos estimados a las eventuales interferencias causadas a las redes existentes y proyectadas y considerar los proyectos a implementar por las diferentes Entidades de Servicios Públicos dentro de sus programas de desarrollo, de tal forma que se elabore un producto integral que garantice un diseño adecuado y totalmente viable para su ejecución. También se pautan los principales lineamientos para el procesamiento y elaboración de los planos y los correspondientes a la presentación y contenido general de los documentos de diseño, para su respectiva revisión y aprobación.

Es importante anotar que estos procedimientos y lineamientos son aplicables a proyectos de espacio público dentro de un contexto integral con el desarrollo de la nueva infraestructura urbana. Por tal razón, este capítulo es general para adelantar los diseños de redes de servicios

públicos de los proyectos a contratar por la empresa Metro de Bogotá S.A., quien tendrá competencia para solicitar cualquier información contenida en este documento y que considere sea relevante para garantizar la integralidad del estudio correspondiente.

4.1.2 Factibilidad

Los estudios de factibilidad, principalmente se basan en información secundaria e implican un nivel de precisión mayor al de la información utilizada en la fase de prefactibilidad con el fin de definir y analizar las alternativas de solución del proyecto, considerando criterios técnicos, legales, prediales, financieros, económicos, sociales y ambientales para poder determinar lo más conveniente.

Estos estudios deben incluir de manera más detallada que en la fase anterior, las características del proyecto a desarrollar, las propuestas de solución a las afectaciones sobre infraestructura existente y proyectada definidas y aprobadas, la identificación de los límites de intervención, las conclusiones y recomendaciones técnicas a tener en cuenta en la fase posterior de diseño detallado y construcción y la determinación de las responsabilidades de las Entidades y Empresas de Servicios Públicos involucradas en el proyecto mediante la respectiva gestión realizada ante cada Entidad.

4.1.2.1 Procedimiento

Teniendo en cuenta que el espacio público y la malla vial de la ciudad de Bogotá D.C. está asociada de manera fundamental con la infraestructura de las Empresas de Servicios Públicos y la dificultad que en la mayoría de los casos se presentan con estas redes durante el diseño y la construcción de obras de infraestructura, como consecuencia de las potenciales interferencias con los proyectos de desarrollo urbano, se hace necesario prever dichas interferencias investigando las redes existentes de manera detallada, durante las etapas de investigación, recopilación y análisis de información y diseño, de tal manera que se garantice que las obras a desarrollar no sean interrumpidas con los consecuentes perjuicios técnicos y económicos para el Contratista y Contratante.

4.1.2.2 Recolección, Validación, Análisis y Complementación de la Información

La investigación de redes de servicios públicos existentes será adelantada por un Contratista con experiencia en el desarrollo de proyectos de ingeniería especializada en temas de: estudios, diseños, construcción, Interventoría o administración de redes acueducto y alcantarillado, saneamiento ambiental, servicios públicos domiciliarios (persona natural o jurídica). Debe contar con el personal profesional y técnico capacitado y con conocimientos específicos para el objeto del presente producto.

Es necesario que los equipos y herramientas a utilizar para algún tipo de medición directa, posean certificado de calibración (que conste que el equipo se encuentra en buen estado y cumple con

las especificaciones técnicas de uso) expedido antes de iniciar la investigación (en un tiempo no mayor a 6 meses). Así mismo, el Contratista debe garantizar que todo equipo mecánico, hidráulico y neumático que se utilice debe estar en perfectas condiciones de mantenimiento, limpieza, calibración y/o reparación para darle desarrollo normal a las actividades técnicas del contrato.

La investigación debe ser realizada con los equipos y herramientas necesarios para poder hacer la captura directa de la información, tales como equipos de varillas, sondas, bombas sumergibles, equipos de hidrolavado portátiles, niveles, cintas métricas, mangueras, barras, picas, palas, baldes, recipientes para almacenamiento de lodos, escobillones, etc. En caso de requerirse vehículo con equipo Vactor (Succión-Presión), se debe efectuar el trámite ante EAB.

La información técnica de las redes hidrosanitarias debe ser observada, chequeada, verificada y recopilada en las carteras de campo y en los formatos exigidos por las normas técnicas de cada empresa de servicios públicos, debe tener un estricto registro fotográfico evidenciando el estado antes y después del lavado (de requerirse), sondeo, levantamiento o cualquier trabajo hecho sobre las redes.

Se deben elaborar los planos que incorporen el conjunto de la información técnica de las redes y el informe técnico por obra describiendo las actividades desarrolladas, la información recopilada con sus respectivos análisis, evaluaciones, conceptos y procesamientos técnicos de la información capturada.

El trabajo de investigación de redes es un proceso que consta de tres etapas básicas:

Se inicia con la búsqueda de información secundaria en las diferentes empresas de servicios públicos; continúa con la investigación complementaria necesaria y confrontación en campo y finaliza con la generación de los planos que contengan la información de las redes existentes en terreno.

Para desarrollar la primera etapa, cada empresa de servicios públicos cuenta con una dependencia encargada del registro aproximado de todas las obras ejecutadas o en proyecto, ya sean: planos de redes existentes, récord de obra ejecutada y recibida, planos de proyecto, esquinas o cualquier otro tipo de información que facilite la localización en terreno de los diferentes elementos que conforman las redes de servicios públicos como válvulas, pozos, cajas, cámaras, etc.; es importante verificar todas las obras ejecutadas no incorporadas en las planchas generales de construcción y de los proyectos de implementación y/o renovación a ser ejecutados a futuro y que se encuentren dentro del área de influencia del estudio. Esta información debe ser adquirida por el Contratista directamente en las empresas de servicios públicos.

La segunda etapa consiste en la confrontación en terreno de toda la información cartográfica recopilada, complementándola con la observación en campo y apoyados con las labores de levantamiento topográfico y solamente en caso de ser necesario, bajo justificación técnica, con

labores de limpieza, sondeo e inspección de tuberías, todas las labores efectuadas simultáneamente en el desarrollo del estudio.

Finalmente, toda la información recolectada debe ser procesada, ajustada y consignada en planos de redes existentes, para cada tipo de servicio público, que garantice determinar las condiciones reales de la infraestructura existente en terreno. Para el caso específico de redes ocultas, no visibles en campo, es necesario realizar apiques que permitan su investigación para la adecuada identificación de la red.

4.1.2.3 Investigación de redes de alcantarillado

4.1.2.3.1 Recopilación de información secundaria

Planchas escala 1:2000 de las redes construidas para alcantarillado sanitario, pluvial o combinado, planos de proyectos aprobados y/o recibidos por la Empresa de Acueducto de Bogotá y planos de récord de obra construida y recibida por la empresa.

Consulta de información y confrontación con las gerencias de zona, Red Troncal de Alcantarillado y Dirección Red Matriz de la EAB-ESP, respecto a las obras proyectadas, a construir o en ejecución, dentro de los proyectos objeto del estudio.

Consultar la existencia de proyectos de desarrollo de los barrios y urbanizaciones aledaños al proyecto para ser considerados dentro del estudio. Proyectos realizados por la EAB-ESP y otras entidades como IDU o Alcaldías Locales.

Consultar los estudios y diseños del del proyecto de la Primera línea del Metro de Bogotá.

Se debe tener en cuenta lo especificado en el Sistema de Normalización Técnica de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá ESP, en el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y demás normas y especificaciones aplicables vigentes.

El Contratista debe recopilar y analizar toda la información adicional correspondiente, que se considere necesaria para la adecuada ejecución de los estudios y diseños.

4.1.2.3.2 Labores de campo

a) <u>Caracterización hidráulica de las redes existentes</u>

Tomando como soporte los planos de construcción escala 1:2000 EAB-ESP, los récords de obra construida y planchas de proyecto EAB-ESP, se deben verificar en terreno, con su geo referenciación correspondiente, todos y cada uno de los pozos y estructuras existentes en la zona del proyecto; paralelamente es importante tener en cuenta la información que pueda ser suministrada por la comunidad residente del sector, así como de sus organizaciones comunales. En el caso de encontrar tapas de pozos ocultos, se deben hacer apiques para su localización e

investigación correspondiente, y si se encuentran pozos y estructuras adicionales relacionadas, se deben referenciar topográficamente para determinar su localización real.

Para los corredores en los cuales se requiere adelantar apiques sobre el espacio público o calzada, el Contratista debe informar y adelantar los trámites correspondientes ante la entidad competente.

Dentro de las investigaciones de los pozos de inspección, se deben medir las profundidades a clave y batea de todos los tubos que conecten con la estructura, identificando claramente las tuberías de entrada y de salida existentes, con el respectivo diagnóstico y evaluación de su estado hidráulico; dicha información debe presentarse en los formatos adecuados, previamente acordados y aprobados por el Interventor. Las profundidades deben medirse con respecto al aro de la tapa del pozo, y son una constante del mismo independientemente de la nivelación topográfica que se realice. La investigación debe permitir la determinación física de cuáles colectores son afluentes y efluentes del pozo que se está analizando, es decir, el sentido de flujo existente en el sistema.

Para el caso de pozos ocultos, éstos se deben localizar en terreno mediante apiques, apoyándose en la información secundaria. Una vez localizados, el Contratista adelantará las labores de investigación, realizando las anotaciones y observaciones correspondientes en la cartera de levantamiento para determinar posteriormente sus cotas topográficas.

En caso de encontrar pozos colmatados o tuberías demasiado sedimentadas, se deben determinar sus características hidráulicas apoyados en la información de los planos récord; una vez identificados los pozos que presentan esta condición y en caso que el Contratista considere necesario adelantar labores de limpieza para determinar las características de una red, el Contratista debe tramitar la solicitud de limpieza del pozo mediante VACTOR, radicando esta solicitud por escrito ante la Dirección de Mantenimiento de Alcantarillado de la EAB-ESP. El Contratista debe realizar las anotaciones y observaciones correspondientes en las carteras de investigación, adelantando posteriormente los ajustes correspondientes sobre los planos de redes existentes, de acuerdo con el trámite que se dé por esta Entidad a la solicitud realizada.

En caso de encontrar colectores y box culvert, en los que por sus características geométricas se dificulta la medida de las cotas claves, se deben tomar los datos respectivos lo más aproximado posible, apoyados con la información secundaria.

En esta etapa es importante determinar la existencia de redes construidas bajo zona de andén, o que resulten bajo esta zona por efectos del diseño geométrico (ampliación del andén sobre calzada) y evaluar sus características y comportamiento hidráulico, de tal manera que se conceptúe sobre su estabilidad y traslado a zona de calzada de acuerdo con su tiempo de servicio. Para colectores de diámetros importantes se debe evaluar conjuntamente con la EAB-ESP sus posibles traslados; caso similar para las redes construidas en materiales de mampostería y/o gres.

En la investigación de sumideros y/o cajas recolectoras, se debe determinar: el estado de la caja, si está o no en servicio, su funcionamiento hidráulico, la profundidad a clave de salida del sumidero (medida desde la rasante), el material y diámetro de la tubería de conexión, cota clave de llegada al pozo, especificar el tipo de sistema de alcantarillado al cual conecta e identificar así posibles conexiones erradas; de igual manera se debe verificar si cuentan con sello hidráulico (para el caso se sistemas combinados). La información debe ser consignada adecuadamente en el mismo formato empleado para la investigación del pozo, con las observaciones correspondientes. Si con las labores de investigación y de acuerdo con el diseño geométrico del proyecto, el Contratista conceptúa que se mantendrán sumideros existentes, éstos deben cumplir con las especificaciones técnicas vigentes de la EAB-ESP, presentando las recomendaciones de limpieza y mantenimiento respectivas.

Si dentro del alcance para los proyectos relacionados en los presentes términos de referencia existen intersecciones y puentes peatonales, de encontrar inconsistencias entre la investigación cartográfica y la de campo, deben realizarse apiques de verificación para la ubicación exacta de las redes de servicios públicos, después de los cuales debe efectuarse la correspondiente restitución del espacio público con las condiciones que existían inicialmente. El Contratista debe presentar los diseños con la solución de las eventuales interferencias de acuerdo con la normatividad de la EAB-ESP vigente a la fecha de inicio del proyecto.

El Contratista debe verificar la existencia de proyectos que puedan incidir en el desarrollo del diseño integrándolos al mismo; de igual manera debe coordinar la integralidad con otros proyectos que se desarrollen a nivel de redes de servicios públicos.

Respecto a los apiques requeridos durante las labores de campo, antes de ejecutarlos, se debe solicitar y coordinar el acompañamiento del delegado de la EAB-ESP. Para evitar causar daños a las redes e infraestructura existentes, se deben establecer diferentes procedimientos de excavación en profundidad, con base en las recomendaciones de la EAB-ESP. El Contratista se hará responsable de los daños y perjuicios causados sobre la Infraestructura existente y a la ciudadanía.

b) Labores de inspección de redes de alcantarillado con equipos de CCTV

De acuerdo con lo estipulado para la etapa de investigación, recopilación y análisis de información de los presentes Términos de Referencia, relacionado con el diagnóstico de las redes existentes, para la labor de procesamiento de la información, el Contratista debe tener perfectamente identificadas aquellas redes que requieran de una inspección detallada con equipos de CCTV, con el fin de presentar el informe respectivo ante el Interventor y la empresa Metro de Bogotá S.A. en los tiempos especificados.

Algunos de los casos en los que se requieren labores de inspección con equipos de CCTV y que sirven para priorizar las redes son:

- Cuando no sea necesario rediseñarla o reubicarla de acuerdo con los requerimientos del proyecto de infraestructura de transporte.
- Cuando no sea necesario rediseñarla o reubicarla de acuerdo a la geometría del proyecto.
- Cuando se presenten reportes de reclamaciones de la comunidad por fallas en su funcionamiento, con base en la investigación realizada en terreno.
- Cuando la red de alcantarillado esté localizada en zona de andén y el análisis realizado por el Contratista determine su permanencia en ese sitio, junto con las demás redes de servicios públicos.
- Cuando el material de construcción de la red de alcantarillado sea en mampostería y el Contratista recomiende su permanencia.

Además de los casos mencionados, es responsabilidad del Contratista considerar todos los criterios técnicos que en su concepto, sean determinantes para establecer la necesidad de inspeccionar las redes con equipos de CCTV.

Al final del presente capítulo se incluyen las condiciones a tener en cuenta para adelantar las labores de inspección de redes con equipos de circuito cerrado de televisión, así como de la información que debe ser entregada por el Contratista como resultado de esta actividad.

4.1.2.3.3 Procesamiento de la información y elaboración de planos

Una vez finalizada la investigación de campo, de acuerdo con las cotas de nivelación y con el levantamiento topográfico, se procesa toda la información con el fin de realizar los cálculos y los ajustes necesarios para la definición de toda la red de alcantarillado existente, apoyados en la información secundaria recolectada. En el caso de encontrar diferencias entre los datos de campo con la información secundaria, se debe verificar en terreno, y de ser necesario buscar el apoyo con la Dirección Red Troncal Alcantarillado y/o la respectiva Zona de la EAB-ESP.

La incorporación de la información se realiza en formato CAD, teniendo en cuenta la base topográfica, registrando datos de material, longitud, diámetro y pendiente para cada tramo de alcantarillado, numeración de cada pozo (de acuerdo con la identificación en los planos de la EAB-ESP), cotas de rasante y de clave de todas las tuberías que entren y salgan del mismo (siguiendo el sentido de giro de las manecillas del reloj). Dentro de esta labor se debe determinar el trazado en planta con su sentido de flujo completamente definido; se deben ubicar mediante coordenadas geográficas todas las estructuras (pozos, sumideros y otros), complementados con todas las notas aclaratorias que sean necesarias para destacar alguna situación particular encontrada en terreno durante la investigación de campo, o para referenciar alguna información utilizada como base de la investigación.

Así mismo, para esta etapa el Contratista debe determinar aquellas redes que requieran ser relocalizadas por su proximidad con los apoyos de los viaductos, puentes y pasos subterráneos proyectados dentro del área necesaria para adelantar los diseños de redes, con base en los

criterios técnicos establecidos en la normatividad de la EAB-ESP. Por último, para la elaboración de los planos se deben emplear las convenciones de dibujo y de presentación de planos acordes a las normas vigentes de la EAB-ESP.

4.1.2.4 Investigación de redes de acueducto

4.1.2.4.1 Recopilación de información secundaria

Plano *record* de acueducto escala 1:5000 de la EAB-ESP, datos de esquinas de acueducto, planos de proyectos y planchas récord de obra construida (relacionadas con los detalles de esquinas). Esta información debe consultarse en la planoteca de la EAB-ESP y con las gerencias de la zona de acueducto que corresponda.

Para el caso de redes matrices, se debe consultar con la Dirección de Red Matriz Acueducto sobre el Plan de Rehabilitación, Vulnerabilidad, Optimización y Reposición de Activos del Sistema Red Matriz de Acueducto, para establecer y tener en cuenta dentro de la zona de ejecución del proyecto. De igual manera se debe consultar con las gerencias de zona los inventarios de redes menores existentes y las obras proyectadas.

Se debe tener en cuenta lo especificado en el Sistema de Normalización Técnica de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP, en el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y demás normas y especificaciones aplicables vigentes.

Consultar la existencia de proyectos de desarrollo de los barrios y urbanizaciones aledaños al proyecto para ser considerados dentro del estudio.

Consultar los estudios y diseños de la Primera línea del metro de Bogotá en el área de influencia de este proyecto.

El Contratista debe recopilar y analizar toda la información adicional correspondiente, que se considere necesaria para la adecuada ejecución de los estudios y diseños.

4.1.2.4.2 Labores de campo

a) <u>Caracterización hidráulica de las redes existentes</u>

Tomando como soporte los planos de construcción escala 1:5000, los récord de obra construida, detalles de esquinas y las planchas de proyectos, se deben verificar en terreno, todos y cada uno de los accesorios como cajas de válvulas, ventosas, purgas, hidrantes y demás elementos que puedan reconocerse sobre las redes existentes en la zona del proyecto; paralelamente es importante tener en cuenta la información que pueda ser suministrada por la comunidad residente del sector, así como de sus organizaciones comunales.

En el caso de no poder localizar las redes a partir de los accesorios visibles y/o no exista la información suficiente que permita su caracterización adecuada, se debe, tanto para las redes

menores como para las redes matrices, adelantar apiques que permitan su correcta localización y determinación del material en el que se encuentren construidas.

Dentro de las investigaciones de las cajas y/o cámaras de accesorios de acueducto, se deben medir las profundidades a lomo de tubería, identificando el estado de las mismas; dicha información debe presentarse en los formatos adecuados, previamente acordados y aprobados por el Interventor.

Para los corredores en los cuales se requiere adelantar apiques sobre el espacio público o calzada, el Contratista debe informar y adelantar los trámites correspondientes ante la entidad competente.

Si dentro del alcance para los proyectos relacionados en los presentes términos de referencia existen intersecciones y puentes peatonales, de encontrar inconsistencias entre la investigación cartográfica y la de campo, deben realizarse apiques de verificación para la ubicación exacta de las redes de servicios públicos, después de los cuales debe efectuarse la correspondiente restitución del espacio público con las condiciones que existían inicialmente. El Contratista debe presentar los diseños con la solución de las eventuales interferencias de acuerdo con la normatividad de EAB-ESP vigente a la fecha de inicio del proyecto.

El Contratista debe verificar la existencia de proyectos que puedan incidir en el desarrollo del diseño integrándolos al mismo; de igual manera debe coordinar la integralidad con otros proyectos que se desarrollen a nivel de redes de servicios públicos.

Respecto a los apiques requeridos durante las labores de campo, antes de ejecutarlos, se debe solicitar y coordinar el acompañamiento del delegado de la EAB-ESP. Para evitar causar daños a las redes e infraestructura existentes, se deben establecer diferentes procedimientos de excavación en profundidad, con base en las recomendaciones de la EAB-ESP. El Contratista se hará responsable de los daños y perjuicios causados sobre la Infraestructura existente y a la ciudadanía.

b) Redes menores de acueducto

Consiste en localizar en terreno con coordenadas geográficas principalmente las tapas de las cajas de accesorios tales como válvulas e hidrantes referenciados en las esquinas o récord de obra suministrados por la EAB-ESP, verificando su distancia respecto a la tapa de cada caja, con el fin de obtener su profundidad de instalación.

c) Redes matrices de acueducto

Para el caso de redes matrices o expresas (diámetro mayor o igual a 12” - dependiendo del tipo de operación), la información de campo se obtiene ubicando las tapas de las cámaras, inspeccionando el tipo de accesorio que contienen (cajas de derivación, válvulas, ventosas,

purgas, pitómetros, etc.), tomando la medida de la profundidad con respecto al aro de la tapa y evaluando el estado en la que se encuentra la red y la cámara. En esta etapa el Contratista debe verificar el tipo de material en que está construida la cámara o caja de accesorio.

Posteriormente, para las redes existentes sobre el corredor objeto del proyecto, de ser necesario, se complementa la investigación de las mismas mediante apiques que permitan determinar la profundidad de las tuberías, y serán hechos principalmente en aquellos sitios en los cuales los planos récord o de proyecto de la red en estudio indiquen deflexiones verticales u horizontales, donde se presuma la superficialidad de la red, o donde se considere necesario para poder identificar y verificar el trazado y profundidad de la red. Bajo ningún caso los apiques serán ejecutados mediante el uso de retroexcavadora, esto con el fin de prever daños a la tubería; se prefiere la excavación manual, comenzando con pica y barra para retirar los materiales más compactos y continuando con una pala-draga manual hasta encontrar y descubrir el lomo de la tubería. Para las redes que atraviesan la vía objeto del estudio se deben practicar por lo menos dos (2) apiques que permitan determinar la posición del lomo de la tubería con respecto a la rasante existente. Sin embargo, si el plano de la red matriz muestra puntos altos entre los dos apiques escogidos, deben realizarse apiques adicionales hasta determinar el verdadero perfil de la red matriz. Todos los apiques deben referenciarse con coordenadas, cotas al lomo de la tubería y cota rasante correspondiente. Los apiques sobre redes matrices se adelantarán en coordinación con la EAB-ESP.

4.1.2.4.3 Procesamiento de la información y elaboración de planos

Una vez finalizada la investigación de campo, de acuerdo con las cotas de nivelación y con el levantamiento topográfico, se procesa toda la información con el fin de realizar los ajustes necesarios para la definición de toda la red de acueducto existente, apoyados en la información secundaria recolectada. En el caso de encontrar diferencias entre los datos de campo con la información secundaria, se debe verificar en terreno, y de ser necesario buscar el apoyo con la Dirección Red Matriz de la EAB-ESP.

La incorporación de la información se realiza en formato CAD, teniendo en cuenta la base topográfica, registrando toda la información correspondiente al trazado, longitud, diámetro, material, puntos de transición de material, accesorios levantados topográficamente en terreno y también aquellos accesorios localizados con las esquinas o récord de obra; en el caso de encontrar accesorios o redes nuevas, se deben localizar topográficamente.

En los planos deben incorporarse con coordenadas geográficas todos los apiques y accesorios visibles ya mencionados (tapas de válvulas, hidrantes, tapas de cajas que contengan accesorios de redes matrices, etc.). En el caso de determinar la ubicación de accesorios con la localización relativa indicada en los planos récord o esquinas, se debe registrar la fuente de donde fue tomada.

Para las redes matrices, se deben amarrar planimétrico y altimétricamente los accesorios existentes sobre las mismas, así como los datos de los apiques efectuados para su localización, consignando la cota del lomo respecto al nivel de la rasante. Se deben plasmar todas las notas aclaratorias que sean necesarias para resaltar alguna situación particular encontrada en terreno durante la investigación de campo o para referenciar las obras, proyectos y planos utilizados en su elaboración.

Para la elaboración de dichos planos se deben emplear las convenciones de dibujo y de presentación de planos acordes a las normas vigentes y demás normas correspondientes exigidas por la EAB-ESP.

4.1.2.4.4 Informe y planos preliminares de investigación de redes con la descripción de la infraestructura existente

Luego de adelantar la recopilación de información, se deben adelantar los análisis pertinentes sobre dicha información para determinar su relevancia, vigencia y utilidad.

Como sustento de lo anterior, se debe generar un informe técnico de análisis de la información recopilada en donde se indique como mínimo lo siguiente: Relación detallada de la información; análisis de vigencia de la información; análisis de relevancia de la información; análisis de utilidad de la información, validez de la misma para ser considerada como insumo primario y conclusiones relacionadas con la recopilación y el análisis de la información.

Este informe adicionalmente debe contener un reporte con la priorización de las redes de alcantarillado que según el criterio del Contratista, previa consulta con la EAB-ESP y previa revisión y aprobación del Interventor, requirieron inspección detallada con equipos de circuito cerrado de televisión, teniendo en cuenta lo descrito en el aparte "Labores de inspección de redes de alcantarillado con equipos de CCTV".

Los planos deben contener el análisis de la información recopilada y la definición de la infraestructura existente.

El informe y los planos deben incluir una relación de las redes de alcantarillado priorizadas hasta la segunda entrega, sobre las cuales se hayan adelantado y/o se prevea adelantar las labores de inspección con equipos de CCTV (Circuito Cerrado de Televisión), acompañada de un cronograma de ejecución de los trabajos de inspección que falten por ejecutar, especificando tiempos y actividades, con el fin de verificar que el resultado de esta labor se tenga oportunamente para la etapa de estudios y diseños.

4.1.2.5 Diseños de Factibilidad

El Contratista debe presentar la totalidad de las alternativas analizadas para la solución de interferencias generadas sobre la infraestructura de redes de alcantarillado, haciendo una

descripción general de cada una incluyendo las conclusiones y recomendaciones técnicas más importantes que hayan permitido la selección de la más adecuada, con una revisión técnica preliminar por parte del Interventor.

Para la alternativa seleccionada, el Contratista debe presentar el prediseño de las obras de drenaje vial y de espacio púbico, protección y/o traslado de redes externas y conexiones domiciliarias de alcantarillado, y solicitudes de la EAB-ESP relacionadas con requerimientos y necesidades de rehabilitación, renovación, aumento de capacidad hidráulica y expansión, de redes externas y conexiones domiciliarias de acueducto y alcantarillado (en caso de haber sido expresado oficialmente por la EAB-ESP). Lo anterior, se obtiene por el cruce de la información del proyecto a ejecutar con el Inventario y Diagnóstico de Redes Existentes y las Solicitudes de la EAB-ESP; enmarcado en la Ley 1682 de 2013 y las directrices contenidas en la *Guía de Coordinación IDU, ESP y TIC en proyecto de infraestructura de transporte*[1] del IDU y en los convenios Interadministrativos vigentes, suscritos con la EAB.

Se debe incluir la gestión realizada por el Contratista ante cada Entidad o ESP, así como la información de los acuerdos a los que haya llegado, las decisiones tomadas, los delegados designados y la documentación de soporte respectiva (actas, informes, u otro tipo de documentos) que se haya generado en el proceso.

Las soluciones técnicas propuestas deben cumplir con todas las normas y criterios de las compañías de servicio y deben contar la aprobación del Interventor, la que a su vez actuará para estos efectos basada en los reglamentos técnicos de la Empresa de Acueducto de Bogotá.

4.1.2.5.1 Informe y planos preliminares de análisis de alternativas

Para la elaboración de este informe que debe presentar el Contratista para cada una de las redes de servicios públicos según lo establecido en los presentes Términos de Referencia, se requiere llevar a cabo las labores relacionadas con el análisis completo de las implicaciones de cada alternativa dentro de la información primaria y secundaria recolectada.

Este informe adicionalmente debe contener un reporte de análisis preliminar de solución a afectaciones sobre redes hidráulicas previamente identificadas según el criterio del Contratista, de manera paralela debe contar con la respectiva consulta con la EAB-ESP y previa revisión y aprobación del Interventor.

Para cada una de las alternativas y con base en la información recopilada, el Contratista debe realizar un diseño preliminar en planta y presentar los planos en los cuales se puedan identificar los alineamientos propuestos para las redes de servicios públicos, teniendo en cuenta lo estipulado en el presente Capítulo.

De otra parte, debe entregar los informes correspondientes a la totalidad de las labores de inspección de redes con equipos de CCTV.

4.2 Redes Secas

A partir de los alcances generales definidos en el apartado inicial, para el componente de redes secas se busca detallar las redes de energía, telecomunicaciones, informática y gas natural que el operador de red suministre, conjuntamente con las interferencias identificadas, en cruces de calzada, intersecciones y espacio público, plantear una solución conceptual viable para el diseño proponiendo ya sean protecciones o reubicaciones de las redes que se necesiten de tal forma que basados en la Ley de Infraestructura No. 1682 de 2013, pueda realizarse un presupuesto estimado del componente. Deben contemplarse las directrices contenidas en la "Guía coordinación IDU, ESP y TIC en proyecto de infraestructura de transporte del IDU".

Se deben identificar las entidades y empresas de servicios públicos — ESP involucradas en el proyecto, con la determinación de los roles y responsabilidades de cada una de ellas en el desarrollo del mismo. Debe contener la gestión realizada ante cada Entidad ESP, incluyendo la información de los acuerdos a los que haya llegado, las decisiones tomadas, los delegados designados y la documentación de soporte respectiva (actas, informes, u otro tipo de documentos) que se haya generado en el proceso (aplica durante toda la ejecución del proyecto).

4.2.1 Debida Diligencia

4.2.1.1 Redes de Energía

El Contratista debe solicitar y analizar todos los planos de las redes de alta, media y baja tensión existentes en CODENSA, correspondientes al corredor objeto del proyecto, en las escalas manejadas por dicha entidad.

Conjuntamente con el Interventor se deben definir los sitios donde se deban hacer verificaciones en campo, debido a la incertidumbre de exactitud en la información recibida o donde se presenten grandes conflictos.

El Contratista debe recopilar y analizar toda la información adicional correspondiente, que se considere necesaria para la adecuada ejecución de los estudios y diseños.

4.2.1.2 Redes de Telecomunicaciones e informáticas

El Contratista debe solicitar, verificar y analizar todos los planos de redes telefónicas existentes correspondientes al corredor objeto del proyecto, en la E.T.B., COLOMBIA TELECOMUNICACIONES, UNE- EPM-BOGOTA y cualquier otra empresa identificada, en las escalas adecuadas manejadas por cada empresa.

Conjuntamente con el Interventor se deben definir los sitios donde se deban hacer verificaciones en campo, debido a la incertidumbre de exactitud en la información recibida o donde se presenten grandes conflictos.

El Contratista debe recopilar y analizar toda la información adicional correspondiente, que se considere necesaria para la adecuada ejecución de los estudios y diseños.

4.2.1.3 Redes de Gas Natural

El Contratista debe solicitar a VANTI S.A. ESP la información existente sobre planos de localización de infraestructura de soporte de red, las especificaciones técnicas de construcción de obras civiles de VANTI S.A. ESP y demás información sobre la localización de redes en la zona afectada por el proyecto.

Conjuntamente con el Interventor se deben definir los sitios donde se deban hacer verificaciones en campo, debido a la incertidumbre de exactitud en la información recibida o donde se presenten grandes conflictos.

El Contratista debe recopilar y analizar toda la información adicional correspondiente (incluida la información de contratos anteriores), que se considere necesaria para la adecuada ejecución de los estudios y diseños.

4.2.2 Factibilidad

En el componente redes secas (energía, telecomunicaciones y gas natural) se busca que en la alternativa seleccionada para el proyecto, se detallen cada una de las redes (energía por cada nivel de tensión, gas y telemáticas por cada cable operador que entreguen las ESP) y las interferencias identificadas con el fin de plantear una solución conceptual viable para el diseño y proponer una posible reubicación y/o protección de las redes que lo requieran, de tal manera que se pueda realizar una estimación confiable del presupuesto para el componente de redes secas, acorde con lo esperado en esta fase.

Se debe hacer visita de campo para ajustar el diagnóstico mediante verificación visual del mobiliario urbano y la infraestructura superficial de redes secas, identificados en las fases anteriores. Adicionalmente, se deben conocer las redes existentes y los planes de expansión futura de las empresas de servicios públicos. Finalmente, a la luz de las normas y la regulación vigente que aplique a cada caso de red, se debe definir el alcance de este componente; así como el marco legal bajo el cual se ejecutarán los trabajos dentro de dicho alcance.

5 RESULTADOS

Toda la información recolectada durante la ejecución del contrato debe contener:

(i) información cartográfica
(ii) información geográfica de la infraestructura y redes, para esto El Contratista debe entregarla en formato CAD y SHP o GEODATABASE

Para la realización de esta actividad el Contratista debe presentar, como mínimo, lo que se describe a continuación:

- Estructura lógica de las carpetas y organización de la información, garantizando la fácil consulta y manipulación de la información.
- Geodatabase estructurada del diagnóstico.
- Construcción del Catálogo de Objetos Geográficos, conforme a la NTC 5661 información geográfica método para catalogación de objetos geográficos. Los Objetos Geográficos deben ser validados por el DAPM y el Interventor.
- Construcción del Diccionario de Datos.
- Documentos léame (Documentos donde se presente los aspectos técnicos para la elaboración del SIG).
- Archivos editables en formato ArcMap (ArcGis – MXD).

5.1 Debida Diligencia

Se debe presentar un informe que contenga los siguientes productos:

- Diagnóstico, inventario de redes a partir de información secundaria. La información debe entregarse en una base georreferenciada en formato “shp” o “gdb” con su respectivo diccionario de datos.
- Recopilación del marco normativo y regulatorio.
- Revisión de la totalidad de la información obtenida con el fin de validar o no la conveniencia de esta como insumo primario. La validez de la información debe estar sustentada adecuadamente.
- Identificación de las entidades interesadas en el desarrollo del proyecto, oficios de radicación de solicitud o trámite y/o actas de reuniones interinstitucionales en las que se definan acuerdos que tengan incidencia en el proyecto.

5.2 Factibilidad

Se deben incluir lo siguiente para cada una de las redes (acueducto, alcantarillado, energía, gas, telecomunicaciones, etc.):

- Diagnóstico, inventario de redes. La información debe entregarse en una base georreferenciada en formato “shp” o “gdb” con su respectivo diccionario de datos y el respectivo registro fotográfico.
- Recopilación del marco normativo y regulatorio.
- Alcance de acuerdo con el marco normativo, regulatorio y legal aplicable a cada tipo de red.

- Identificación de las entidades interesadas en el desarrollo del proyecto, oficios de radicación de solicitud o trámite y/o actas de reuniones interinstitucionales en las que se definan acuerdos que tengan incidencia en el proyecto.
- Consolidación de las consultas y/o Actas y/o trámites con otras entidades o ESP interesadas en el proyecto, si es el caso oficios de radicación, y/o actas de reuniones interinstitucionales, en las que se definan acuerdos que tengan incidencia en el proyecto
- La totalidad de las alternativas analizadas para la solución de interferencias generadas sobre la infraestructura de las diferentes redes, haciendo una descripción general de cada una, incluyendo las conclusiones y recomendaciones técnicas más importantes que hayan permitido la selección de las más adecuadas; con una revisión técnica preliminar por parte del Interventor.
- Plano en planta con la propuesta de redes de alcantarillado que requiera el proyecto para el drenaje de las calzadas y/o espacio público propuesto, incluyendo prelocalización de estructuras (pozos y/o cámaras de conexión y sumideros) y para las conducciones, alineamiento, longitud, materiales y posibles diámetros.
- Prediseño de conexiones domiciliarias de alcantarillado
- Proposición de protecciones o reubicación de redes en conflicto con el proyecto.
- Informe con la descripción de los criterios y metodología utilizada para la propuesta de las redes a nivel de factibilidad
- Riesgos previsibles asociados a las proposiciones dadas.
- Presupuesto estimado
- Cantidades de obra estimadas: Incluir cantidades de obra y memorias de cálculo soportadas en un informe donde se identifiquen en diferentes capas los principales ítems propuestos (discriminadas por tipo de red)
- Conclusiones y recomendaciones generales y específicas del proyecto para tener en cuenta en la siguiente etapa.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA 10

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1. OBJETIVO 4
2. NORMATIVIDAD APLICABLE 5
2.1. Geotecnia 5
2.2. Pavimentos 5
3. ALCANCE 7
3.1. DEBIDA DILIGENCIA 9
3.1.1. Estudios de geología 10
3.1.2. Estudios geotécnicos 11
3.1.3. Pavimentos y espacio público asociado 11
3.1.4. Localización de redes de servicios para perforaciones 11
3.1.5. Exploración del subsuelo - campaña de reconocimiento de campo 12
3.1.6. Exploración Geotécnica para Taludes 23
3.1.7. Exploración Geotécnica para Redes Húmedas: 23
3.1.8. Exploración Geotécnica para Pavimentos: 23
3.1.9. Ensayos y actividades de campo 26
3.1.10. Ensayos de laboratorio 29
3.1.11. Investigación geofísica 35
3.2. FACTIBILIDAD 39
3.2.1. Consideraciones Geotécnicas para excavaciones 39
3.2.2. Consideraciones Geotécnicas para cimentaciones 41
3.2.3. Consideraciones para el Análisis Patológico de Estructuras 41
3.2.4. Consideraciones Ambientales para el Plan de Manejo de Tráfico 42
3.2.5. Consideraciones para el diseño de pavimentos 42
3.2.6. Plan De Auscultación 48
4. RESULTADOS 48
4.1. DEBIDA DILIGENCIA 50
4.2. FACTIBILIDAD TÉCNICA 50
4.2.1. Reconocimiento del terreno y ensayos de campo 50
4.2.2. Geotecnia - General 60
4.2.3. Estructura de línea elevada 60
4.2.4. Estructura de línea en túnel 60

4.2.5. Geotecnia y Mediciones para Pavimentos: 61
4.2.6. Caracterización geológica y geotécnica: 62
4.2.7. Geotecnia para Estructuras 64
4.2.8. Geotecnia para Taludes 64
4.2.9. Geotecnia para Redes Húmedas 65
4.2.10. Pavimentos 65
4.2.11. Control y aprobación del estudio 65
4.2.12. Plan de Auscultación 66

Especificación Técnica - 10 – Geotecnia y Pavimentos

1. OBJETIVO

El Proyecto de Diseño de la Infraestructura e Instalaciones de la Línea 2 del Metro de Bogotá, contempla la elaboración de un estudio geológico, geotécnico, geofísico e hidrogeológico completo para el diseño y dimensionamiento de las obras del sistema de metro, a nivel de factibilidad.

En este componente se debe realizar la caracterización geológica, geotécnica, hidrogeológica, sísmica y de amenaza existentes en el corredor, hacer recomendaciones geotécnicas para las estructuras contempladas en el proyecto como:

- Viaductos y puentes vehiculares o peatonales
- Cimentaciones para edificaciones de estaciones
- Pasos deprimidos
- Estructuras de contención de tierras
- Estructuras de pavimentos y espacio público asociado, protección y cimentaciones para redes
- Demás estructuras que lo requieran.

Con base en este estudio, se redactará el Capítulo de Geología y Geotecnia, que deberá asegurar la viabilidad de las obras, servir de apoyo para el diseño, detectar zonas problemáticas, sugerir las metodologías constructivas más apropiadas y permitir una valoración de las obras, realizar caracterización del subsuelo.

Para la realización de los trabajos, además de los reconocimientos in situ del terreno y de los ensayos de laboratorio que sean necesarios, se utilizará la documentación bibliográfica y cartográfica disponible, así como la información que proporcionen otros trabajos técnicos, estudios y proyectos anteriores, normativa del IDU, normas y especificaciones del INVIAS.

El Contratista y la Interventoría asumirán la responsabilidad del control y vigilancia de los trabajos anteriores, así como la interpretación de los datos obtenidos en la recopilación de información disponible y asumirá las recomendaciones finales, producto de los análisis geológico-geotécnicos realizados en el proyecto.

2. NORMATIVIDAD APLICABLE

2.1. GEOTECNIA

Los estudios indicados en el presente capítulo deberán estar orientados de conformidad con la Normatividad vigente, así:

- Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes Ministerio de Transporte CCP-2014 Resolución 108 de 26 de enero de 2015 o el que se encuentre vigente a la fecha de inicio del contrato, aplicado en obras de infraestructura vial tales como: puentes vehiculares, puentes peatonales, *box culvert*, estructuras de contención, estabilidad de taludes.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 Ley 400 de 1997 Decreto 926 de 2010, aplicado a edificaciones verticales, estaciones de sistemas de transporte.
- Decreto 523 de 2010 de la Alcaldía Mayor de Bogotá (Microzonificación Sísmica de Bogotá Distrito Capital) o el que se encuentre vigente. En caso de utilizar el espectro sísmico de la MZSB, en estructuras diferentes a edificaciones, se deberán hacer los análisis necesarios para llevar este espectro a un periodo de retorno de 1000 años de acuerdo con lo definido en el CCP-14.

NOTA:

Los equipos utilizados para la verificación de características técnicas durante el Diseño y Ejecución del proyecto deberán estar calibrados en un laboratorio acreditado para tal fin, los certificados de calibración de dichos equipos deben ser entregados para su aprobación a la Interventoría, antes de que el equipo sea utilizado.

Adicionalmente, teniendo en cuenta que se requiere la ejecución de ensayos, éstos deberán realizarse en laboratorios acreditados por el organismo competente, como la ONAC, o laboratorios idóneos certificados con las normas ISO/IEC 17025:2005 o ISO 9001:2008, o versiones más recientes, que aseguren la adecuada medición e identificación de los atributos técnicos objeto de evaluación. Los certificados de acreditación o de idoneidad, deberán ser entregados a la Interventoría antes de la realización de los ensayos, esto con la finalidad de que la Interventoría tenga aprobado el laboratorio de suelos previo al inicio del desarrollo del proyecto.

2.2. PAVIMENTOS

Los estudios indicados en el presente capítulo deberán estar orientados de conformidad con la normatividad relacionada a continuación:

- Resolución 1115 de 2012 “Por medio de la cual se adoptan los lineamientos Técnico – Ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital”
- Resolución 932 de 2015 “Por la cual se modifica y adiciona la Resolución 1115 de 2012”.
- Decreto 586 de 2015 “Por medio del cual se adopta el modelo eficiente y sostenible de gestión de los residuos de construcción y demolición – RCD en Bogotá D.C.”.
- Decreto 442 de 2015 “Por medio del cual se crea el Programa de aprovechamiento y/o valorización de llantas usadas en el Distrito Capital y se adoptan otras disposiciones”.
- Decreto 265 de 2016 “Por medio del cual se modifica el Decreto Distrital 442 de 2015 y se adoptan otras disposiciones”.
- Resolución 4100 de 2004 del Ministerio de Transporte, “Por la cual se adoptan los límites de pesos dimensiones en los vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera, para su operación normal en la red vial a nivel nacional”.
- Especificaciones técnicas generales de materiales Y construcción, para proyectos de infraestructura vial y de espacio público, para Bogotá D.C., - Especificaciones “IDU ET-IC-01”, o aquella que la sustituya.
- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y Normas de Ensayo para Materiales de Carreteras (INVIAS, 2013), específicamente la normatividad para ejecución de ensayos de campo y laboratorio.

Del mismo modo, los estudios indicados en el presente capítulo deberán ser elaborados de conformidad con los documentes técnicos relacionados enseguida:

- Anexo Técnico de Diagnóstico para Conservación de Infraestructura Vial de Bogotá, versión vigente.
- Instructivo “Toma de información de prediagnóstico de la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público construido de Bogotá D.C. para la estructuración de los programas de conservación”, versión vigente.
- Guía Alcance de los Entregables de Factibilidad, versión vigente.
- Guía Alcance de los Entregables en Etapa de Diseño, versión vigente.
- Guía IDU “Entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público”, versión vigente.
- Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación en Pavimentos Flexibles (INVIAS, 2008).
- Cartilla de Andenes de Bogotá (Secretaría Distrital de Planeación, 2018).
- Documento GU-GE-010. Guía para la estabilización del material producto de reciclaje en frio de pavimentos asfálticos (IDU, 2011).
- Documento GU-GE-011. Reciclaje de pavimento asfáltico in-situ estabilizado con aditivos bituminosos y/o hidráulicos (IDU, 2011).

3. ALCANCE

El estudio abordará, como mínimo, la evaluación de los siguientes puntos:

- Presentación del perfil geológico y geotécnico a lo largo del trazado de la línea del metro y de las plantas geológica en un ancho no menor de 500 metros, mediante un informe con sus respectivos planos. En ambos se representará la litología, la estructura de las capas e hidrogeología de los terrenos atravesados, realizados mediante perforaciones y los ensayos de laboratorio necesarios expuestos en la normatividad vigente del IDU y del INVIAS. Para los tramos en túnel se presentarán plantas geológicas en superficie y a cota de eje de túnel.
- Presentación de la caracterización geológica, geotécnica, geomorfológica e hidrogeológica del subsuelo a lo largo del trazado de la línea mediante un informe y planos.
- Identificación y evaluación de los puntos problemáticos, de acuerdo con las características geotécnicas alrededor del trazado de la línea, donde se presentarán mínimo dos alternativas de mitigación, a nivel de ingeniería conceptual, por cada punto y se tendrán en cuenta factores económicos y constructivos, pero es el Contratista el encargado de definir las acciones necesarias.
- Estudio de riesgos geotécnicos y recomendaciones para su mitigación donde se tendrán en cuenta factores económicos y constructivos.
- Análisis geotécnicos con la evaluación de capacidad portante, presiones de tierras, estabilidad de taludes y excavaciones, estructuras subterráneas, muros, terraplenes, asentamientos y subsidencia en el área de influencia del estudio, a lo largo del trazado de la línea del metro.
- Informe con las recomendaciones para la definición de las soluciones constructivas, haciendo hincapié en el emplazamiento y diseño de los túneles y obras subterráneas y de superficie e incluyendo la definición de los parámetros de diseño geotécnicos para las diferentes unidades geotécnicas identificadas a lo largo del trazado y el perfil geotécnico aplicable para el diseño de cada tramo de túnel y de cada estructura o de sus cimentaciones. Dicho perfil incluirá la definición del nivel freático de cálculo, y, en su caso de los posibles niveles freáticos colgados que pudieran existir.
- Informe con las recomendaciones de diseño de desmontes y terraplenes y medidas de protección de taludes, que incluirá el análisis de la plataforma, tanto en fondo de desmonte o excavación como en rasante superficial, así como el estudio de la base de los terraplenes y de sus diferentes capas constituyentes.
- Recomendaciones sobre la tipología de cimentación en estructuras y obras de fábrica.
- Estudio de materiales y recomendaciones sobre la procedencia de materiales para rellenos, áridos, balasto, etc.

- Estudio de ubicación de posibles vertederos y, en su caso, recomendaciones para el tratamiento previo de los materiales.
- Recomendaciones para el Diseño Sísmico.
- Definir y controlar la instrumentación geotécnica para el monitoreo que se instalara a lo largo del corredor férreo.
- Recomendaciones para la auscultación geotécnica de presiones de agua y tierra, control de deformaciones horizontales y asentamientos, subsidencia regional e integridad estructural.

Ante la presencia de túneles y obras subterráneas, éstas se definirán en planta y alzado, especificando en los informes y planos las especificaciones y los gálibos propuestos (Véase ET-24 - Proyecto de Túnel). y justificando la viabilidad de su construcción, metodología constructiva, estimación del costo según el tipo de terreno y explotación a la vista de los problemas que puedan preverse.

Así mismo, se estudiarán las características de las obras subterráneas, realizando un informe con la descripción de su geología previsible, de los niveles freáticos y de las características geomecánicas de los materiales a atravesar, las dificultades para su excavación, tratamientos previos, la entrada del túnel, sostenimiento, revestimiento, acabados, y tratamientos especiales, disposición de aguas lluvias y residuales y sistema de transporte, así como las unidades más indicadas para su correcta valoración.

Se prestará especial atención a la posible afectación a construcciones cercanas durante y después del proceso constructivo, así como a la adecuación de éste a las limitaciones de espacio. Para tal fin, se diseñará y entregará un sistema de auscultación apropiado que incluya el control de puntos topográficos, asentamientos, desplazamientos horizontales y niveles freáticos.

El estudio de las obras subterráneas incluirá en el informe como mínimo:

- Planos con el perfil geológico y geotécnico con indicación de la litología, estructura e hidrogeología de los terrenos atravesados, con superposición del trazado.
- Planta cartográfica con superposición del trazado a lo largo de la línea del metro.
- Informe con la definición de las características y parámetros geológico-geotécnicos e hidrogeológicos a lo largo de la traza de la línea del metro.
- Informe y planos con la propuesta justificada de la sección en los túneles.
- Informe con la propuesta y justificación del procedimiento constructivo a emplear, que garantice la viabilidad de su ejecución.
- Informe y planos con la definición estructural de las obras subterráneas.

3.1. DEBIDA DILIGENCIA

La búsqueda, recopilación y análisis de información secundaria, debe contemplar aspectos principales como: antecedentes de proyectos, estudios y normatividad, en lo relacionado con geología, geomorfología, zonificación sísmica, antecedentes de amenazas por inundaciones o remoción en masa, hidráulica e hidrología, cartografía, uso del suelo, y en general todos aquellos aspectos que permitan tener un adecuado conocimiento del proyecto desde el punto de vista geotécnico, lo cual se debe complementar con el reconocimiento visual de las zonas que hacen parte del proyecto, con el objetivo fundamental de realizar un diagnóstico preliminar.

En general, se tomará como referencia los siguientes productos para el área de influencia del trazado:

- Planos de cartografía geológica, geomorfológica e hidrogeológica.
- Planos de base topográfica, junto con fotografías aéreas e imágenes satelitales.
- Planos e información hidrológica y climatológica.
- Informe y planos con la zonificación geotécnica y estudios de amenaza por fenómenos de remoción en masa para Bogotá D.C.
- Informe y planos con el estudio de microzonificación sísmica de Bogotá y estudios de respuesta sísmica local, junto con normativa vigente de espectros de diseño sísmico.
- Estudios geotécnicos previos en informes y planos para las obras de infraestructura, edificaciones y redes de servicios.
- Base de datos de sondeos, monitoreos y apiques, así como ensayos de campo y laboratorio suministrados por las entidades distritales a cargo.
- Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción para proyectos de infraestructura vial y de espacio público en Bogotá D.C. - IDU ET 2005.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 Ley 400 de 1997 Decreto 926 de 2010, aplicado a edificaciones verticales, estaciones de sistemas de transporte.
- Normas Técnicas Colombianas – NTC.
- Asociación Francesa de Normalización – AFNOR.
- Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras – INVIAS.
- Normas AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials para la ejecución de pruebas de campo y ensayos de laboratorio.
- Normas ASTM American Society for Testing Materials para la ejecución de pruebas de campo y ensayos de laboratorio.

Adicionalmente, se debe complementar la información geológica e hidrogeológica mediante un informe y planos con análisis multitemporal de fotografías aéreas, con el fin de identificar cursos de agua actualmente inexistentes, rellenos de origen reciente y otras características geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas de la zona de estudio.

Por otro lado, se realizará una recopilación de experiencias previas en la construcción de obras o proyectos similares y de los métodos constructivos empleados en la ciudad para obras subterráneas.

Como resultado del proceso de recopilación y análisis de información, y considerando integralmente otros de los estudios requeridos en los presentes Pliegos de Condiciones, como por ejemplo tránsito, topografía y redes entre otros, el Contratista deberá presentar el plan de investigación del subsuelo a realizar para la Factibilidad, correspondientes a las estructuras que presente el proyecto como: pavimento, túneles, cimentación para viaductos, estaciones y estructuras principales, redes de servicios públicos, muros de contención, pasos deprimidos, puentes y demás estructuras que requieran del análisis geotécnico. El Contratista deberá revisar la investigación del subsuelo realizada en otros contratos y establecer la pertinencia de utilizar la información contenida en éste, para determinar las complementaciones y verificaciones que considere del caso, debidamente justificadas.

La proyección de la caracterización del subsuelo mediante sondeos, apiques, trincheras, deberá ser el resultado del alcance de Factibilidad del proyecto y en conjunto con el Geólogo y Geotecnista en los sitios de estructuras, excavaciones o cortes de ladera.

En todo caso, el plan de investigación del subsuelo deberá estar aprobado por la Interventoría y presentarse para revisión de la empresa Metro Bogotá S.A. con el correspondiente cronograma de ejecución y valoración económica de los trabajos a realizar, e indicando claramente el presupuesto correspondiente a cada obra y el presupuesto total para los Estudios Geotécnicos. Todo el Plan de Investigación Geotécnica deberá presentarse debidamente justificado desde el punto de vista técnico.

Los insumos necesarios para el análisis de alternativas desde el componente de geotecnia y pavimentos provienen de la campaña geotécnica y mediciones en el pavimento existente.

3.1.1. Estudios de geología

El Contratista debe en primer lugar consultar estudios previamente ejecutados, mapas y bibliografía, para luego establecer características geológicas realizando en esta actividad el mapeo detallado del terreno, especialmente de los taludes, con indicación de fallas geológicas y de la estructura litológica a lo largo del trazado, determinará el perfil geológico y efectuará el análisis geológico estructural. El estudio se efectuará en base a mapas topográficos o de restitución fotogramétrica a escala 1:25.000 o menos o de imágenes satelitales con escala 1: 1000000. Se realizará la evaluación de la estabilidad de los taludes existentes, en los sectores rocosos. Se examinará las propiedades de los materiales de relleno y se pondrá particular énfasis en la investigación geológica de los sectores críticos identificados. Se examinarán las superficies expuestas. Igualmente, se realizará la caracterización de las posibles fuentes de materiales.

Durante la realización del reconocimiento de campo debe haber constantemente a pie de obra un técnico por parte del Contratista, el cual deberá ser profesional en Geología, y quien redactará diariamente un informe con los aspectos que puedan resultar de interés al objeto del estudio, así como las incidencias surgidas.

3.1.2. Estudios geotécnicos

Como producto del reconocimiento visual de la zona de proyecto, así como también del proceso de búsqueda y análisis de información, el Contratista debe establecer características geotécnicas, en las cuales se identificarán las propiedades físicas y mecánicas del subsuelo, la localización sísmica, geotécnica y la existencia de amenazas como la remoción en masa o inundación; a partir de las cuales se dan las respectivas recomendaciones geotécnicas, que incluyan criterios generales de cimentación para estructuras principales, redes de servicios públicos, potenciales problemas de estabilidad, así como también el grado de riesgo y posible afectación de las construcciones existentes frente a las obras que resultarán de los estudios y diseños de los presentes Términos de Condiciones Contractuales.

3.1.3. Pavimentos y espacio público asociado

Con el propósito de establecer las características y condiciones de las infraestructuras pertenecientes al proyecto, así como también de orientar el planteamiento de intervención y diseño de pavimento y espacio público asociado, el Contratista debe realizar la identificación, inventario y diagnóstico de las estructuras existentes del tramo en estudio, y como resultado debe producirse la respectiva cartografía a escalas avaladas por la el Contratante y la Interventoría, llevando un cuidadoso registro fotográfico de todo el reconocimiento visual y el correspondiente inventario de las condiciones geotécnicas más importantes del proyecto.

Los insumos necesarios para el análisis de alternativas desde el componente de pavimentos provendrán de la campaña geotécnica de pavimentos y mediciones en el pavimento existente.

La información recopilada debe ser la suficiente para el diseño de nuevos pavimentos vehiculares, ciclorrutas y espacio público asociado, rehabilitación de pavimentos existentes y diseño de pavimentos para el sistema férreo.

3.1.4. Localización de redes de servicios para perforaciones

El grupo encargado de realizar los sondeos del subsuelo, por parte del Contratista, estará en estrecha comunicación con el grupo encargado de realizar la investigación de redes de servicios existentes, con el fin de compartir información que pueda ser útil para ambos y que se presentará mediante un informe y planos.

El Contratista será, en última instancia, el directo responsable de los daños que los trabajos de campo puedan ocasionar a terceros o a los servicios públicos existentes.

3.1.5. Exploración del subsuelo - campaña de reconocimiento de campo

Las actividades de exploración del subsuelo están orientadas a determinar las características geológico-geotécnicas de los terrenos afectados por el trazado de la línea de Metro. Para lograr su finalidad, se realizarán los sondeos que se determinan en el proyecto de reconocimiento, de los cuales se obtendrán las muestras necesarias para determinar con precisión razonable la caracterización geotécnica de los materiales y establecer posteriormente el modelo geológico-geotécnico de análisis.

Así mismo, la exploración del subsuelo deberá estar enfocada en la identificación, tanto de las acciones a considerar sobre la infraestructura a nivel, como el método constructivo más adecuado para la realización de las fundaciones de las estructuras del sistema. Para alcanzar este objetivo, se realizarán las pruebas de campo necesarias, con el fin de establecer las características mecánicas y de resistencia de los diferentes estratos o capas de suelo encontradas en los registros de perforación.

Se deberá determinar y definir el nivel freático de la zona disponiendo de piezómetros instalados en sondeos. Particularmente, se buscará identificar niveles confinados y/o artesianos que pudieran causar problemas durante las labores de construcción de las cimentaciones.

Los sondeos se realizarán con extracción continua de testigo y deberán llegar hasta una profundidad mínima de 30 metros por debajo de la cota prevista para la solera del túnel; en el caso de fundaciones profundas, deberán llegar hasta una profundidad mínima de 4 veces el diámetro por debajo de la cota de la punta; en el caso de fundaciones superficiales se deberá reconocer hasta una profundidad por debajo de la cota prevista para dicha cimentación igual a 1,5 veces el ancho de la losa corrida de cimentación o 2,5 veces el lado de la zapata de mayor dimensión (en cualquier caso, se fijará en el proyecto de reconocimiento).

Las muestras obtenidas durante la exploración del subsuelo serán conservadas en las correspondientes cajas portatestigos. Las muestras serán almacenadas en locales con las condiciones apropiadas de conservación, hasta tres (3) meses después de terminado el contrato de la “Estructuración Técnica”, siendo responsable el Contratista de su guarda y custodia durante este plazo. Un (1) mes antes de vencerse este término el Contratista informará a la Empresa Metro de Bogotá S.A. de la proximidad de la entrega de las muestras. Si vencido el término de custodia la empresa Metro de Bogotá no hubiere reclamado las cajas portatestigos, el Contratista, antes de proceder a deshacerse de ellas, notificará sus intenciones a la empresa Metro de Bogotá S.A. y esperará un plazo prudencial para recibir respuesta.

3.1.5.1. Plan de Investigaciones de Geotecnia

El Plan de Investigaciones de Geotecnia preparado por el Contratista y aprobado por el Contratante, la Interventoría y la EMB, estará constituido por los planos en planta y perfil a escala 1:5000 con indicación de las prospecciones y los trabajos de campo a llevar a cabo. El Contratista presentará una memoria justificativa de las labores de reconocimiento geotécnico con base en información de referencia disponible, conceptos geotécnicos y constructivos, así como necesidades y objetivos de los mismos. Los planos tendrán un grado de definición suficiente para que un técnico, que pudiera ser otro distinto de quien los ha preparado, lleve a cabo el replanteo en el campo de cada punto de prospección y para que pueda gestionar la petición de los permisos necesarios.

El Contratista propondrá el programa de trabajos a realizar. Una vez aprobado dicho programa por el Interventor, y una vez materializados estos puntos en el terreno por el Contratista, éste será responsable de su posterior localización. También será responsable de la petición de todos los permisos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos de campo.

Los trabajos por llevar a cabo descritos en el Plan de Investigaciones de Geotecnia serán programados en el tiempo y expresados en un cronograma con indicación de los recursos requeridos (personal, maquinaria de perforación, sondas, penetrómetros, muestreadores, retroexcavadoras, laboratorios, equipos de delineación y equipos de ingeniería), habilitando los plazos y el número de los mismos que permitan asegurar la calidad del trabajo con arreglo a su rendimiento.

El Contratista pondrá a disposición del proyecto todos los recursos de personal, medios y equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos; así mismo, dispondrá de técnicos calificados para el seguimiento en campo del plan de reconocimiento.

Durante la realización del reconocimiento de campo deberá permanecer constantemente a pie de obra un técnico por parte del Contratista quien deberá tener la titulación adecuada (Ingeniero Civil, Geólogo o Ingeniero Geólogo), y quien redactará un parte diario de los aspectos que puedan resultar de interés al objeto del Estudio, así como las incidencias surgidas.

El Plan de Investigaciones de Geotecnia y el programa serán las herramientas de control de desarrollo de los trabajos. A tal fin, el Contratista entregará semanalmente y/o con la periodicidad que indique el Interventor un informe de las prospecciones y trabajos de campo realizados, que incluirá las fotografías de los puntos de prospección, los registros gráficos y fotografías de los sondeos y los apiques, juntos con los porcentajes de avance de las actividades desarrolladas de acuerdo con el cronograma que será presentado por el Contratista al inicio del contrato.

El Plan de Investigaciones de Geotecnia constituido por la memoria, los planos, el presupuesto, el programa, las prescripciones técnicas de este pliego y un plan de seguridad y salud para la realización del mismo, deberán presentarse en el formato establecido por el Interventor.

El Contratante, durante el desarrollo del proyecto, proporcionará todas las instrucciones necesarias para asegurar la calidad del trabajo.

3.1.5.2. Especificaciones generales de los trabajos

El Contratista debe presentar para aprobación de la Interventoría y la EMB, un Plan de Investigaciones de Geotecnia, el cual incluirá un programa detallado de los trabajos de campo, con las cantidades de ensayos a realizar, el valor de estos, el equipo de coordinación de los trabajos, la cantidad de equipos que utilizará, los laboratorios donde se realizarán los ensayos, la gestión de tramites de PMT, entre otros aspectos. La aprobación de este plan será requisito para iniciar los trabajos de campo.

Durante la campaña geotécnica, el Contratista deberá realizar los trabajos de campo, regulados por las indicaciones del presente documento, en el tipo y la cantidad que el Contratista estime conveniente basado en la debida justificación técnica propuesta en el Plan de Investigaciones de Geotecnia, el cual deber ser aprobado por la Interventoría:

- Ejecución de sondeos mecánicos con extracción de testigo continúo.
- Ejecución de apiques manuales y mecánicos.
- Toma de muestras inalteradas y parafinadas.
- Identificación, preparación, conservación y envío al laboratorio de las muestras obtenidas.
- Ejecución de ensayos de penetración estándar (SPT).
- Ejecución de ensayos de veleta de campo (SVT) y ensayo de penetrómetro de bolsillo.
- Ejecución de ensayos de penetración dinámica tipo Borros y DPSH.
- Ejecución de ensayos de piezocono estándar y sísmico (CPTU y SCPTU).
- Ejecución de ensayos de Presiómetro (PMT) y Dilatómetro (DMT).
- Ensayos de carga con placa.
- Ensayos de permeabilidad tipo Lugeon y Lefranc.
- Instalación de piezómetros de tubo abierto tipo Casagrande.
- Medición y registro de niveles freáticos.

Los trabajos se ejecutarán siguiendo las normas técnicas vigentes de buena práctica, con el fin de conseguir una identificación satisfactoria de los terrenos encontrados y la recuperación de muestras representativas. En cualquier caso, el Contratista seguirá las indicaciones que reciba por parte de la Interventoría.

La campaña geotécnica de exploración del subsuelo se complementará con una campaña exhaustiva de investigación geofísica. En general, se contemplarán, pero no se limitará, los siguientes tipos de exploración geofísica, en la cantidad que el Contratista estime conveniente(previa aprobación de la Interventoría) y que se incluirán en el informe:

- Sondeos eléctricos verticales (SEV) y sondeos electromagnéticos (SEDT).
- Líneas de reflexión y refracción sísmica.
- Ensayos Downhole.
- Tomografía eléctrica y sísmica.
- Prospecciones con GPR y análisis espectral de ondas de superficie SASW.
- Análisis multicanal de ondas superficiales MASW
- Análisis de micro trepidaciones en arreglo multicanal MAM y Método sísmico de refracción de micro tremores ReMi.

Todo el equipo de trabajo deberá estar en buenas condiciones durante el transcurso de la campaña. Si a juicio de la Interventoría el equipo suministrado es inadecuado, deberá ser reemplazado a costa del Contratista por otros equipos adecuados. El Contratista, en todos los trabajos que se le encomienden, deberá utilizar sus propios equipos materiales y humanos ofertados, con prioridad respecto a los equipos de sus colaboradores o subcontratistas. Estos equipos no podrán ser sustituidos por otros distintos sin la aprobación expresa previa de la Interventoría.

El Contratista deberá garantizar la realización de todos los trabajos necesarios para la localización y replanteo de los sondeos, apiques, prospecciones geofísicas u otros puntos o zonas de investigación y registro. En este sentido, se indicarán las coordenadas y cotas de los trabajos de exploración del subsuelo, referenciadas al sistema de georreferenciación del IGAC. En cualquier caso, el Contratista realizará un informe y la representación en planos de todos los puntos de investigación, junto a un croquis detallado y fotografía en color de cada punto.

El Interventor fijará el sistema y precisión del replanteo y nivelación, en función del tipo de trabajo, su importancia y la existencia de cartografía y/o bases de replanteo suficientemente

próximas al área de los trabajos, de acuerdo con las especificaciones técnicas de las actividades de levantamiento topográfico de los presentes términos de referencia.

El Contratista se encargará de la recopilación y oportuna entrega de todos los registros, informes y datos obtenidos o preparados como parte de los trabajos de exploración del subsuelo. Así mismo, se realizará la preparación y entrega del informe final que recoja todos los trabajos y datos obtenidos de los mismos. El informe final debe ir acompañado del capítulo con todos los registros, fotografías y localización de las labores de exploración del subsuelo y ensayos de campo.

El Contratista, con base en los registros de perforación deberá presentar perfiles típicos de diseño, los cuales serán el resultado del análisis acoplado (profundidad, estrato, espesor) para cada estructura propuesta. Con base en el planteamiento del perfil o los perfiles típicos de diseño, se debe presentar la descripción y secuencia de ensayos de caracterización física y mecánica de cada uno de los estratos que lo componen para establecer el comportamiento ante solicitaciones externas.

El Contratista deberá entregar a la Interventoría una copia del procedimiento de ejecución a utilizar para aquellos ensayos o trabajos que no estén regulados por una normativa oficial publicada, así como la verificación y calibración de los equipos a utilizar.

El plazo de ejecución de los trabajos será compatible con los plazos de entrega de productos según el cronograma aprobado.

En la ejecución de la campaña de campo se tendrán en cuenta, como mínimo, las siguientes prescripciones generales:

- Realizar como mínimo una (1) exploración cada 300 m a lo largo del trazado del túnel de línea, con una profundidad mínima de 30 m bajo la cota de contrabóveda supuesta en el diseño conceptual. Las exploraciones serán las siguientes:
  - Perforación a rotación, con extracción de testigo continuo.
  - Ensayo CPTU Así mismo, se deberá efectuar un (1) ensayo SCPTU por cada dos (2) CPTU ejecutados.
- Realizar como mínimo una (1) exploración cada 300 m a lo largo de la estructura de línea elevada, a una profundidad de mínima de 60 m. Las exploraciones serán las siguientes:
  - Perforación a rotación, con extracción de testigo continuo.
  - Ensayo CPTU Así mismo, se deberá efectuar un (1) ensayo SCPTU por cada dos (2) CPTU ejecutados.
- Para la caracterización geotécnica del terreno en la que se ubique la zona de Patio - Taller se realizarán cinco sondeos del orden 15 m de profundidad, y tres sondeos de mínimo 60 m de profundidad en las zonas donde el relleno previsto en la ingeniería conceptual presente mayor altura.

- Se deberá realizar la ejecución de dos (2) sondeos por puente vehicular a una profundidad mínima de 50 m y de 20 m mínimo para puentes peatonales, o donde se presente rechazo. Ensayos de caracterización física y mecánica de los estratos encontrados. (Se deberá contar como mínimo con los siguientes ensayos, y sin limitarse a ellos: Humedad natural, granulometría, límites de Atterberg, límites de contracción, peso específico, peso unitario, compresión inconfinada, corte directo, consolidación, contenido de materia orgánica, etc.).
- Realizar al menos dos (2) sondeos y un (1) ensayo SCPTU en la ubicación de las futuras estaciones, a una profundidad de 10 m bajo la cota de fondo de las pantallas previstas, pero nunca a una profundidad inferior a 30 m bajo la cota de contrabóveda supuesta.
- Realizar sondeos adicionales en zonas singulares, tales como aquellas con presencia de alta densidad de edificaciones o en aquellas en donde se prevean posibles tratamientos del terreno o dificultades geotécnicas, de acuerdo con las indicaciones del Interventor.
- Realizar como mínimo un (1) apique cada 300 ml, a una profundidad de 3.0 m, a lo largo de la estructura de línea de metro a nivel (si aplica). Complementar la información de los apiques con pruebas mecánicas in situ como ensayos de placa, SPT y DCP.
- Se realizará testificación geofísica (reflexión y refracción sísmica, SASW, MASW, resistividad, tomografía eléctrica o sísmica, ReMi, etc.), cada 600 m de trazado, y en aquellos en donde se detecte presencia de nivel (o niveles) de acuíferos confinados. Adicionalmente, de deberá ejecutar un (1) ensayo tipo downhole en cada estación.
- En las proximidades a estaciones de servicio o zonas de almacenamiento de combustibles, se realizará un sondeo (ejecutado por una empresa con experiencia probada), para analizar la posible contaminación medioambiental.
- De todos los reconocimientos realizados se deberán dar coordenadas UTM, de acuerdo con el levantamiento topográfico efectuado.
- Para la ejecución de perforaciones mecánicas, ensayos CPTU y SCPTU, se debe hacer previamente un apique con profundidad mínima de 1,5 metros con el propósito de verificar la presencia de redes húmedas y secas que puedan verse afectadas durante el proceso de perforación. El nivel cero (0) de perforación se contará a partir del fondo del apique.

Los ensayos in situ convencionales y la toma de muestras de suelo, se realizará como se indica a continuación:

- En los suelos granulares se efectuarán ensayos de penetración estándar (SPT) a intervalos no mayores de 2,0 m y siempre que cambie la naturaleza del terreno.
- En los suelos arcillosos y limosos se tomarán muestras inalteradas a intervalos no mayores de 3,0 m mediante toma-muestras de pared delgada o Shelby, intercaladas

con ensayos de veleta de campo (SVT), penetración estándar (SPT) y/o testigos parafinados, de modo que se obtenga una muestra o se realice un ensayo como máximo cada 2,0 m. Las muestras de turba y suelos orgánicos serán obtenidas siguiendo las mismas especificaciones.

- Muestra de agua en los acuíferos y siempre que se detecte en un sondeo, asegurándose que es agua del terreno y no la empleada en la perforación.
- En la medida de lo posible, se tomarán lecturas de penetrómetro de bolsillo para las muestras en condiciones inalteradas y remoldadas en profundidad.

Los ensayos in situ a ejecutar en el interior de los sondeos, además de los citados SPT, CPTU y SCPTU serán, en principio:

- De permeabilidad Lugeon o Lefranc, de acuerdo con el tipo de suelo o roca encontrado, o cuando se detecte un acuífero saturado y que pueda verse afectado por la excavación/perforación de la línea de metro. Se deberá hacer como mínimo en la zona del humedal Juan Amarillo un (1) ensayo cada 5 m, tres (3) ensayos en cada perforación de mínimo 60 m en la zona del patio-taller. En general, se debe tener valores de permeabilidad de todos los estratos encontrados en la exploración del subsuelo.
- Ensayo de presiómetro y/o dilatómetro, al menos en las proximidades del trazado en los sondeos de línea (3 por sondeo) y en toda la profundidad de las estaciones (5 por sondeo de estación).
- En los ensayos CPTU y SCPTU, se deberá ejecutar ensayos de disipación de presión de poros cuando se detecte un acuífero saturado y/o en la zona del humedal Juan Amarillo, y que pueda verse afectado por la excavación/perforación de la línea de metro. En general, se debe tener valores de permeabilidad de todos los estratos encontrados en la exploración del subsuelo.

Los ensayos de laboratorio a realizar y su cantidad, serán, como mínimo:

- Identificación y clasificación de suelos: granulometría por tamizado y/o sedimentación y/o límites de Atterberg, a realizar en un mínimo del 50% de las muestras totales.
- Determinación del contenido de humedad natural, densidad seca y peso específico de las partículas en un mínimo del 50% de las muestras y testigos parafinados.
- Determinación de contenidos de materia orgánica, sulfatos solubles y carbonatos en suelo. Se analizarán al menos dos (2) muestras por sondeo y en aquellas zonas en donde se prevea la presencia de elementos agresivos.
- Resistencia a la compresión inconfinada en un 40% de las muestras inalteradas y testigos parafinados.
- Ensayos de corte directo y corte torsional en al menos un 30% de las muestras inalteradas y/o testigos parafinados obtenidos.

- Ensayos triaxiales estáticos tipo CU en el 5% de las muestras inalteradas disponibles.
- Ensayos de triaxial cíclico, columna resonante y bender element para el 5% de las muestras inalteradas disponibles.
- Ensayos de consolidación unidimensional en un mínimo del 15% de las muestras inalteradas y testigos parafinados.
- Análisis de expansividad (presión de expansión, expansión libre y Lambe): a realizar en, al menos, un 10 % de las muestras inalteradas y testigos parafinados extraídos de los niveles en estudio.
- Agresividad de las aguas en el concreto: en el 100% de las muestras de agua extraídas. Se determinará el pH de las aguas, CO2 agresivo, contenido en amonio, magnesio, sulfatos y residuos secos.

La ejecución de los trabajos de reconocimiento se realizará tal y como se indica en el Pliego de Condiciones, siendo necesario para ello:

- Presentar un Plan de Investigaciones de Geotecnia con un trazado (en planta y alzado) los más definido posible.
- Los trabajos serán supervisados en todo momento por personal cualificado (Ingeniero civil, geólogo, ingeniero geólogo, o profesional en áreas afines) de la empresa consultora o en su defecto por la empresa que realiza el estudio geotécnico, no siendo admisible que la supervisión continua de los trabajos la realice la empresa encargada de realizar los sondeos.
- En la oferta se indicará la empresa o empresas encargadas de la ejecución de la campaña de campo, la cual, en caso de ser adjudicataria, deberá ser expresamente aceptada por el Contratante y la Interventoría.
- Toda la información se suministrará de modo que sea fácilmente integrable en la base de datos del proyecto.

Con base en el decreto 523 de 2010, mapa o decreto de Microzonificación Sísmica de Bogotá, Código colombiano de Puentes CCP-14 y los datos o información secundaria que existan de ensayos de respuesta sísmica en el corredor o áreas aferentes al proyecto se deberá presentar una tabla resumen con la descripción de zonas de respuesta sísmica de los sectores en donde se tenga previsto la construcción de estructuras; como parte de la información contenida en la tabla está:

- Zona espesor del depósito.
- Descripción geotécnica general.
- Descripción geológica de la zona
- Cargas para diseño estructural de factibilidad, suministradas por el componente de estructuras.

3.1.5.3. Prescripciones específicas

Los sondeos mecánicos se realizarán con avance por rotación y recuperación continua de testigo. Puntualmente, si las circunstancias lo requieren, y previa aprobación de la Interventoría, se podrían emplear otros sistemas de perforación.

Ocasionalmente la Interventoría podrá ordenar o autorizar la perforación por método de avance a rotopercusión, con o sin recuperación del detritus y con la entubación que se precise para otras operaciones o ensayos posteriores.

En suelos, salvo condiciones especiales de dureza u otras circunstancias, se hará la perforación en seco. En cualquier caso, en suelos cohesivos se deberá buscar obtener no menos del 95% de recuperación, y en suelos granulares no menos del 90%.

Para estabilizar los sondeos, cuando se perfore con adición de agua, si fuera preciso, se utilizará entubación metálica de diámetro no inferior a 98 mm. En ningún caso la entubación penetrará en el terreno a mayor profundidad que la prevista para la ejecución de ensayos o toma de muestras.

Cuando se perfore con adición de agua, el nivel de la misma en el sondeo se mantendrá en todo momento a la altura del nivel freático o ligeramente por encima del mismo. Tanto la herramienta de perforación, como el toma muestras de ensayos SPT, se retirarán lentamente, manteniendo una aportación continua de agua a fin de evitar el posible aflojamiento del suelo.

En todos los casos el fondo de la perforación deberá limpiarse convenientemente antes de realizar cualquier operación de toma de muestras o ensayos, no admitiéndose en el fondo del sondeo un espesor de sedimentos mayor de 5 cm. La limpieza del fondo se efectuará de forma que se asegure que el suelo a ensayar no resulta alterado por la operación.

En los casos en que la elevada dureza del terreno no permita tomar muestras inalteradas convencionales, se parafinarán porciones representativas del testigo obtenido. No obstante, el Contratista, previa aceptación de la Interventoría, podrá cambiar la metodología de toma de muestras o ensayos si lo consideran oportuno, en función de las características del terreno y/o profundidad de las prospecciones.

Cuando se trate de sondeos para la investigación de la cimentación de estructuras y se encuentre un estrato potente de roca, se penetrará en ella un mínimo de cinco (5) metros, salvo autorización expresa en contrario, con el fin de garantizar que la roca encontrada no corresponda a bloques de gran tamaño sino a roca in-situ.

En roca, se perforará a rotación, utilizando batería doble y con extracción de testigo continua. El diámetro interior mínimo del tubo batería será de setenta (70) milímetros. Las coronas de perforación serán las más adecuadas a las características del terreno.

Si las recuperaciones obtenidas fueran suficientes y la calidad del testigo adecuada, a juicio del Interventor, ésta podrá autorizar al Contratista la utilización de batería sencilla.

El Contratista deberá controlar la velocidad y la presión de la perforación, caudal y presión de agua y longitud de carrera, con el fin de conseguir la máxima recuperación de testigo posible. A este respecto, si el Interventor lo ordenara, se procederá al registro continuo de los principales parámetros de perforación, tanto analógica como digitalmente. Los parámetros a registrar serán principalmente los siguientes: velocidad de avance, revoluciones por minuto, par de rotación, carga sobre la corona, presión de inyección, caudal de inyección, etc.

Si se encontraran formaciones blandas o muy fracturadas, el Contratista tomará las precauciones necesarias para mantener el testigo tan inalterado como sea posible y conseguir su recuperación. En suelos metaestables, muy sensibles a la adición de agua, deberá limitarse la aportación de agua al sondeo, realizando en seco la maniobra anterior a la toma de muestras o ensayos de penetración.

En algunas condiciones de especial dificultad de recuperación de testigo, el Interventor podrá ordenar la utilización de baterías especiales, refrigeradas por aire, y/o la utilización de baterías triples, dotadas de camisa de fibra de vidrio. En roca, la longitud de carrera no será en ningún caso mayor de tres (3) metros. En formaciones blandas o fracturadas, esta longitud no deberá exceder de un metro y medio (1,5 m), reduciéndose incluso a medio (0,5) metro si fuera aconsejable.

Una vez extraído el tubo portatestigos del sondeo, se sacará el testigo del mismo cuidadosamente, colocándolo en una caja de cartón parafinado, preparada al efecto y suministrada por el Contratista.

El testigo se clasificará, midiéndose la recuperación obtenida, y se situará en la caja portatestigos siguiendo la secuencia en que fue obtenido, disponiendo separadores entre las diferentes maniobras realizadas y delimitando las cotas de toma de muestras (SPT, SVT, muestras inalteradas, testigos parafinados, etc.).

Además del porcentaje de recuperación, se determinará el índice de calidad de roca (RQD) para todos los testigos de roca obtenidos. Este índice, expresado como tanto por ciento, se obtendrá como cociente entre la longitud total del testigo, considerando solamente aquellas partes del mismo de al menos diez (10) centímetros de longitud, y la longitud de perforación en cada maniobra. Aquellas fracturas que evidencien haber sido producidas durante la perforación o manipulación de los testigos, no se considerarán como tales a los efectos de determinar el índice RQD.

El Contratista deberá llevar un registro o parte de campo continuo de la ejecución de cada sondeo, en el que el perforador haga constar como mínimo los siguientes datos: maquinaria y equipos

utilizados, fechas de ejecución, coordenadas y cota de boca, operaciones realizadas, columna estratigráfica y descripción de los terrenos encontrados indicando en qué tramos se ha perforado en seco y cuáles con adición de agua u otros fluidos autorizados. También se incluirán los resultados de los ensayos de penetración realizados, situación y características de las muestras obtenidas, ganancias y/o pérdidas del líquido de perforación, cotas del nivel freático y de otros niveles acuíferos, recuperaciones obtenidas, diámetro del sondeo y cuantas incidencias se hubieran producido durante la perforación.

Este registro de campo deberá estar a disposición del Interventor en cualquier momento, como comprobación del avance del sondeo y de la ejecución de dicha parte en tiempo real. Una vez terminado el sondeo, se entregará al menos una copia del parte de campo a la Interventoría.

Cada equipo de trabajos de campo (sondeos, apiques, etc.) deberá tener a pie de obra determinados medios de ayuda para la clasificación y descripción visual del terreno. Entre estos medios se fijan como imprescindibles los siguientes: cámara fotográfica, penetrómetro de bolsillo y ácido clorhídrico diluido para la determinación cualitativa de la presencia o contenido de carbonatos.

La clasificación y descripción de los suelos y rocas encontrados durante las labores de exploración del subsuelo se efectuarán de acuerdo con los criterios de la normativa de mecánica de suelos y rocas vigente.

3.1.5.4. Localización y replanteo

Los sondeos se llevarán a cabo en los puntos previstos en el Plan de Investigaciones de Geotecnia, en donde los datos obtenidos permitan asegurar el cumplimiento del objeto de su perforación, cuidando de minimizar la ocupación de viales, la afección al tráfico y la perturbación del entorno.

En los sitios a perforar, en donde deban ser tenidas en cuenta medidas de seguridad para protección de servicios urbanos o instalaciones enterradas, se realizará previamente la preparación del terreno con los medios auxiliares necesarios.

Las perforaciones tendrán señalizada el área de trabajo y dispondrán de las medidas de seguridad para los viandantes, la circulación de vehículos, el mobiliario urbano, el arbolado y, en definitiva, el entorno en que se lleva a cabo la actuación.

Las bocas de los sondeos terminados quedarán protegidas con tapas metálicas y enrasadas, disponiendo de sistemas de apertura con herramientas específicas que permitan la medición regular del nivel freático en los piezómetros instalados.

La situación de los sondeos será determinada topográficamente, debiendo quedar localizados por referencias a puntos fijos bien identificados. La cota será determinada por nivelación geométrica.

Los puntos investigados serán fotografiados durante la realización de los sondeos y después de finalizados.

3.1.6. Exploración Geotécnica para Taludes

- La Información que deberá ser obtenida a partir de sondeos, barrenos, apiques o trincheras. Se realizarán mínimo dos (2) exploraciones geotécnicas por talud, localizadas de tal forma tal que se pueda obtener un perfil geotécnico típico.
- Ensayos de caracterización física y mecánica de los estratos encontrados.
- Descripción geológica de la zona
- Perfil típico del talud y/o cuerpo del deslizamiento.
- Cargas para diseño de factibilidad, de obras de contención y/o mitigación.
- Ficha de diagnóstico actualizada con características principales del talud y/o deslizamiento.
- Información básica del talud en estudio como: - Longitud del talud, - Identificación de sobrecargas o cargas externas, - Presencia de Nivel Freático, Presencia de fisuras de tracción.
- Para las actividades de exploración geotécnica, los ensayos de laboratorio para estabilidad de taludes, sin limitarse a ellos son: humedad natural; granulometría; límites de Atterberg; límites de contracción; peso específico; peso unitario; compresión inconfinada; ensayo de corte directo, en la condición requerida dependiendo el tipo de suelo; consolidación rápida; y consolidación lenta con descarga

3.1.7. Exploración Geotécnica para Redes Húmedas:

- Planos de localización de redes húmedas
- Esquemas de investigación de redes
- Implantación de las alternativas del proyecto
- Exploración del subsuelo: Se deberá realizar como mínimo 1 sondeo o barreno o apique en el área de influencia directa del proyecto en el que se evidencie la interferencia con redes húmedas.
- Ensayos de caracterización física y mecánica de los estratos encontrados
- La Tabla resumen de los ensayos de laboratorio deberán contener como mínimo la siguiente información: clasificación del suelo por SUCS o por AASHTO; límite líquido; índice de plasticidad; descripción de la muestra; compresión inconfinada, y demás información requerida por las empresas propietarias de las redes.

3.1.8. Exploración Geotécnica para Pavimentos:

De acuerdo con los requerimientos del proyecto y con la información secundaria disponible, se debe afinar la información de los parámetros geo-mecánicos de los suelos y estructura existente de pavimento que conforman los corredores viales, de esta forma la exploración se deberá ver

como una ampliación y/o actualización a lo existente. El Contratista deberá proyectar la exploración de acuerdo con la magnitud de la obra específica sin desconocer los datos existentes y de acuerdo con el presupuesto especificado.

La ejecución de exploración y localización de puntos deberá ser una acción conjunta y concertada entre el Contratista, las entidades de servicios públicos, y los propietarios de las estructuras que se hallen en el área aferente al sitio.

Durante la exploración del subsuelo y caracterización de la estructura existente de pavimento, se deberán proyectar los ensayos de deflectometría por impacto FWD si es necesario.

Para la exploración y mediciones a realizar se debe tener en cuenta:

- Presentar una tabla resumen de los ensayos de laboratorio y perfil estratigráfico por calzada de los suelos de subrasante, y de las capas de materiales granulares existentes, en el caso de que la vía, posee estructura de pavimento. La información deberá ser presentada por calzada. Para proyectos tipo Troncal, en donde la calzada está compuesta por varios carriles, el Contratista deberá presentar la información por carril.
- La Tabla resumen de los ensayos de laboratorio deberán contener como mínimo la siguiente información, sin limitarse a estos: número de sondeo; número de muestra; profundidad del estrato; clasificación del suelo por SUCS o por AASHTO; límite líquido; índice de plasticidad; descripción de la muestra; clasificación de posible expansividad de los suelos de subrasante, a partir de la obtención de los límites de Atterberg; CBR en condición seca y en condición de inmersión; sectorización geotécnica; CBR de diseño; módulo resiliente de diseño, parámetro que podrá ser determinado a partir de medición directa, o a partir de correlaciones con CBR o deflectometría; y tabla de proyección de frecuencias horarias y TPD.

3.1.8.1. *Mediciones e información para pavimentos:*

- Implantación geométrica del trazado definido, la exploración geotécnica del proyecto en el área de influencia directa acorde con lo definido en la etapa de prefactibilidad.
- Volúmenes vehiculares a partir de información primaria.
- Tasas de crecimiento de tránsito.
- Proyección de frecuencias horarias y TPD.
- Volúmenes vehiculares obtenidos a partir de información secundaria, siempre y cuando se tenga una información secundaria muy cercana al proyecto.
- Determinación del estado de condición superficial del pavimento, actividad que puede ser desarrollada por medio de la metodología PCI.
- Capacidad de soporte de la subrasante a partir de la medición directa en campo, esta información se deberá obtener mediante la ejecución de apiques espaciados máximo

cada 250 m por calzada en el caso de pavimentos y a una profundidad de 1.50 m o hasta que se encuentre el nivel de la subrasante, mientras que para espacio público los apiques se realizarán espaciados máximos cada 250 m por tramo, o 1 apique por cada intersección.

- A partir de la caracterización geotécnica desarrollada en el corredor vial de estudio, se deberá presentar la tabla resumen de ensayos de laboratorio y los correspondientes perfiles estratigráficos.
- En la tabla resumen de ensayos de laboratorio para el componente de geotecnia para pavimentos, se deberá indicar entre otros los siguientes datos: Abscisa, Apique No., Muestra, Profundidad del estrato, Descripción de la muestra.
- Se deberá realizar una tabla de sectorización geotécnica por parámetros encontrados.
- Para espacio público, se deberá tomar un apique por ejes conectores.
- Cuando las actividades a desarrollar en espacio público corresponden a mejoramiento o a actualización de la superficie del andén, el cual inicialmente fue construido bajo normativa IDU, No es necesaria la ejecución de apiques, puesto a que solamente se mejorarán los materiales a superficie, teniendo como procedimiento, el cambio de la textura o el terminado.
- Sección transversal recomendada en los componentes de geometría y espacio público.
- Identificación de posibles fuentes de materiales para materiales de base y de subbase.
- Identificación de posibles plantas de asfalto para pavimentos flexibles.
- Identificación de posibles plantas de concreto hidráulico en caso de que el pavimento se proyecte en rígido.
- Identificación de las entidades interesadas en el desarrollo del proyecto, oficios de radicación y/o actas de reuniones interinstitucionales en las que se definan acuerdos que tengan incidencia en el proyecto.
- Riesgos asociados a la alternativa de diseño seleccionada.
- Estimación de cantidades o índices para la alternativa seleccionada, que permitan establecer un costo preliminar del componente.
- Conclusiones y recomendaciones para tener en cuenta en la siguiente etapa de proyecto.

El Contratista deberá realizar una revisión a:

- Certificaciones de calibración de los equipos de ensayos, prensas, balanzas etc., vigencias que dependen del tipo de equipo y de la Superintendencia de Industria y Comercio.
- Los resultados obtenidos de los laboratorios de ensayos deberán indicar fuera de la norma de ensayo el equipo utilizado y certificado de calibración a fin de establecer su calidad.

- El resultado mismo que se halle dentro de las características del suelo en particular, cada resultado deberá entregarse independientemente indicando la norma de ensayo que la rige ASTM, IDU, NTC.
- Se deberá entregar los registros crudos de campo y los perfiles construidos con las propiedades halladas en los resultados de laboratorio.

3.1.9. Ensayos y actividades de campo

3.1.9.1. *Toma de muestras y testigos parafinados*

La toma de muestras inalteradas para el reconocimiento en suelos blandos se realizará mediante la utilización de toma muestras de pared delgada o tubo Shelby. Antes de proceder a la toma de una muestra, se retirarán todos los materiales sueltos o alterados del fondo del sondeo.

La toma de la muestra se efectuará a velocidad constante, hincando lentamente el toma muestras en el terreno mediante presión. Una vez hincado el toma muestras, la muestra se cortará del terreno por rotación, sacándose seguidamente el toma muestras con las debidas precauciones. En ningún caso se aceptará el hincado de muestreadores de pared delgada o tubo Shelby por medio de golpes o rotación.

Extraído el toma muestras y separado el varillaje, se eliminarán cuidadosamente el menos 3,0 cm de la muestra por ambos extremos y se rellenarán inmediatamente los huecos con parafina líquida. Los extremos del tubo que aloja a la muestra deberán protegerse con tapas cuidadosamente ajustadas. Los tubos que contengan las muestras se etiquetarán para su identificación, almacenándose cuidadosamente para su envío al laboratorio.

El toma muestras de pared delgada para reconocer los suelos blandos, tendrá de 1 a 2 mm de espesor de pared, longitud mínima de 45 cm y diámetro mínimo interior de 70 mm. No podrán utilizarse toma muestras de diámetros inferiores sin la aprobación del Interventor. Este tipo de toma muestras, en número razonable, con los complementos necesarios para su uso, estará permanentemente en obra como dotación básica del equipo de sondeos.

El toma muestras seleccionado para reconocer el resto de los suelos, será de pared gruesa de 4 mm de espesor, longitud mínima de 60 cm y diámetro mínimo interior de 70 mm. La secuencia y demás condiciones de hinca de estos toma muestras serán las mismas que para la realización del ensayo SPT, con idea de facilitar la correlación del golpeo con dicho ensayo.

Cuando la resistencia del terreno sea elevada, impidiendo la toma de muestras inalteradas de longitud suficiente para su posterior ensayo en el laboratorio y el terreno sea cohesivo, se sustituirá la toma de muestra inalterada por el parafinado de un trozo de testigo obtenido de la mayor longitud posible (> 35 cm). Estas porciones, previa limpieza superficial, se recubrirán con

material no absorbente, y el conjunto se protegerá con un baño de parafina, de espesor suficiente para asegurar la invariabilidad de sus condiciones de humedad.

En circunstancias especiales, el Interventor podrá autorizar otros sistemas de protección de las muestras, siempre que se garantice su inalterabilidad. El diámetro mínimo de las muestras parafinadas será de 70 mm. Cada porción de testigo seleccionado se etiquetará para su correcta identificación.

Las normas de aplicación para la toma de muestras inalteradas en sondeos serán la ASTM D-3550/84 y ASTM D-1587/94.

3.1.9.2. Toma de muestras en saco

En los apiques se tomarán muestras alteradas en saco para la realización de ensayos en el número y cuantía que se determinen. La cantidad por cada muestra será la suficiente para poder realizar al menos granulometría completa, límites de Atterberg, un ensayo Proctor modificado y un CBR. Dicha cantidad será determinada en función del tamaño máximo de los granos del material. Se considera que el peso de cada muestra deberá ser de la menos unos 60 Kg. para los materiales más finos.

El envasado de las muestras se realizará en sacos de plástico de suficiente consistencia para su transporte y de modo que se evite durante el mismo la pérdida de finos. De cada muestra en saco se tomará una fracción suficiente para la determinación de la humedad natural. Esta fracción se recogerá en un envase hermético. Cada envase será etiquetado correctamente para su identificación, utilizando al menos dos (2) etiquetas adhesivas, una de las cuales, se colocará en el interior del saco como medida de seguridad.

Este tipo de muestras se podrá tomar bien en superficie o de cortes de taludes, apiques o sondeos con barrera helicoidal.

3.1.9.3. Envase, protección y transporte de muestras

Todas las muestras y testigos se envasarán convenientemente para evitar su alteración durante el transporte o almacenamiento, y se enviarán a la mayor brevedad posible al laboratorio. Las cajas deberán estar siempre protegidas de la intemperie.

Las muestras inalteradas deberán conservarse en el laboratorio en un ambiente de temperatura y humedad controladas. Únicamente se procederá a la apertura de los envases de las muestras que vayan a ensayarse y sólo en el momento de la realización de los ensayos correspondientes. El resto de las muestras deberán conservarse en condiciones óptimas de humedad y temperatura.

3.1.9.4. Ensayos de permeabilidad “in situ”

Se procederá a la realización de ensayos de permeabilidad in-situ, para la caracterización hidrogeológica de todos los materiales encontrados en la exploración del subsuelo. El tipo de ensayo, Lugeon o Lefranc, se decidirá según la naturaleza y estado del terreno.

En roca se realizarán ensayos Lugeon, reservándose los ensayos Lefranc para suelos granulares o cohesivos y rocas blandas o rocas duras muy fracturadas. Si al realizar ensayos Lefranc, la inestabilidad del terreno lo aconsejará, se procedería a rellenar con gravilla el tramo de ensayo.

En ambos casos se aportará la descripción del método seguido, y las relaciones presión-admisión, carga de agua-admisión, para cada tramo ensayado, con el fin de poder estimar la permeabilidad y/o inyectabilidad del terreno.

Cuando sea necesario, se realizarán pruebas de bombeo con el fin de determinar con mejor precisión la permeabilidad del terreno en los estratos que se considere importantes para el desarrollo de la obra.

Para realizar los ensayos de permeabilidad in-situ, se debe seguir la recomendación de las normas ASTM aplicables.

3.1.9.5. Observaciones del nivel freático

El Contratista deberá llevar un registro del nivel freático en al menos un (1) sondeo por estación y el 50% de los sondeos de línea, no sólo durante la perforación, sino también tras su finalización, al menos hasta la terminación de la campaña. Para ello, en los sondeos seleccionados se instalará un piezómetro de tubo abierto tipo Casagrande.

Estos tubos tendrán un diámetro útil comprendido entre 50 y 100 mm y las uniones serán soldadas o roscadas. Los extremos de estos tubos se deben tapar y proteger adecuadamente. Durante la instalación de los piezómetros, se deberá proveer de material de filtro para la zona de medición del nivel piezométrico, así como de bentonita granulada para sellar y aislar el filtro y lechada de bentonita-cemento para completar el relleno entre el espacio anular de la perforación y la tubería.

Los tubos piezométricos se nivelarán cuidadosamente, dejando en el extremo libre una referencia de nivel. El Contratista tomará las medidas necesarias para evitar el enterramiento del sondeo antes de la colocación del tubo piezométrico. Si fuera necesario, el tubo se colocará antes de retirar completamente la entubación. Los tubos, además de permitir el control diferido del nivel freático, podrán ser utilizados en su momento para el rellenado u obturación de los sondeos. Si estuviera previsto realizar algún ensayo especial en el interior del sondeo, se podrá ordenar la colocación de un revestimiento provisional de las características que se precisen.

En los sondeos en curso se controlará la posición del agua en los mismos, indicando la profundidad a que se encuentra el sondeo, y la fecha y hora de las lecturas. Durante la realización de cada campaña de campo el Contratista efectuará diariamente como mínimo dos mediciones del nivel freático en todos los sondeos terminados, debidamente espaciadas o con la secuencia que se indique según la duración de los trabajos.

Cuando se perfore en seco, se anotará el nivel al que se detectó por primera vez el agua y la posterior evolución de los niveles de ésta. Si se perfora con agua, se realizarán al menos dos achiques de la misma, controlando los niveles de achique y las posibles recuperaciones de nivel, de modo que se garantice la comprobación y posición del nivel freático. Por tanto, el Contratista deberá proponer y en su caso tener, a pie de obra, el adecuado equipo para realizar estos achiques (cacillo, mini bomba, aire comprimido, etc.).

El Contratista llevará un registro de estos niveles, en el que se hará constar junto a cada medición, la fecha y hora en que fue efectuada, así como todas las incidencias que a su juicio puedan tener influencia en los niveles medidos, lluvias, etc. En caso de que fuera preciso o conveniente, se instalarán piezómetros de modo que puedan aislarse los distintos acuíferos interceptados en cada sondeo.

Todos los registros de nivel freático deben tomarse de acuerdo con lo especificado en la norma ASTM D-4750.

3.1.9.6. Toma de muestras de agua

Cuando se encuentra agua en el terreno en alguno de los puntos de reconocimiento (sondeos, apiques, etc.), se procederá a la toma de muestras para el estudio de su agresividad y/o potabilidad. Si se hubiese perforado con adición de agua, además de la muestra de agua del propio terreno, se adjuntará una muestra del agua utilizada para perforar.

Las muestras de agua se envasarán en recipientes limpios de plástico o vidrio, dotados de cierre hermético, procediéndose al llenado de los mismos después de enjuagarlos con el agua a muestrear. Cada una de las muestras se etiquetará correctamente indicando su procedencia.

La toma de muestra de agua para análisis químicos se ejecutará de acuerdo con lo establecido en la Norma UNE 41.122/95 o su equivalente.

3.1.10. Ensayos de laboratorio

Sobre las muestras obtenidas en las actividades de campo, se realizarán todos los ensayos necesarios para conseguir la adecuada caracterización del suelo atravesado, tanto desde el punto de vista del diseño como de la construcción, definiéndose los parámetros geotécnicos básicos al efecto.

Los ensayos de laboratorio comenzarán en el menor tiempo posible y se harán simultáneamente junto con la ejecución de los trabajos de campo. El tipo de ensayos a efectuar dependerá del tipo de suelo localizado y la calidad de las muestras extraídas.

El procedimiento de ejecución será el regulado por las normas descritas en el cuadro siguiente o bien, en caso de no existir, estas seguirán las reglas de la buena práctica establecidas y de acuerdo con lo definido con la Interventoría.

El Contratista deberá realizar los ensayos necesarios por estrato, que le permitan determinar los diferentes parámetros de resistencia, deformación y compresibilidad del suelo, así como anexar los resultados de cada una de las pruebas ejecutadas. Los parámetros de resistencia y deformabilidad estarán en función del cálculo de la capacidad portante y estabilidad de excavaciones, en tanto que los parámetros de compresibilidad permitirán establecer los asentamientos a corto, mediano y largo plazo.

Dentro de la ejecución y análisis de los ensayos de laboratorio y de campo, el Contratista deberá identificar suelos difíciles (colapsables, expansivos o dispersivos), con el objetivo de efectuar un detallado análisis de las obras de prevención. El Contratista deberá reconocerlos, identificarlos y diseñar las alternativas de tratamiento para asegurar la estabilidad de las obras.

Todos los ensayos se realizarán en un laboratorio acreditado para la realización de ensayos de mecánica del suelo (SE).

El nombre y datos de dicho laboratorio se incluirán en la documentación técnica que se acompañará a la proposición.

ID	DENOMINACIÓN	Unidad	NORMA
	GEOTECNIA Y PAVIMENTOS		
1	Apertura y descripción de muestras	Un	I.N.V. E - 102 - 07
2	Preparación de cada muestra para cualquier número de ensayos.	Un	ASTM D7015
3	Apique hasta 3m de profundidad de 1,5X1,5 - Extracción de muestras, CBR - relleno y adecuación con equipo mecánico del sitio - incluye transporte	Un	
4	Determinación de humedad natural.	Un	I.N.V. E - 122 - 07
5	Determinación de densidad aparente.	Un	ASTM D-7263
6	Determinación de peso específico del suelo.	Un	ASTM 0-4254

ID	DENOMINACIÓN	Unidad	NORMA
7	Determinación del límite líquido de los suelos	Un	I.N.V. E-125
8	Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	Un	I.N.V. E-126
9	Determinación del límite de retracción.	Un	I.N.V. E-125-07, I.N.V. E-126- 07
10	Determinación del tamaño de las partículas de los suelos.	Un	I.N.V. E-123-07
11	Granulometría del material por sedimentación o lavado	Un	ASTM WK11776
12	Equivalente de arena.	Un	I.N.V. E - 133 - 07
13	Relación de Soporte del Suelo (CBR DE LABORATORIO)	Un	I.N.V. E - 148 - 07
14	Consolidación unidimensional de suelos	Un	INV E 151: 2013
15	Comprensión Simple en suelos.	Un	I.N.V. E - 152 - 07
16	Determinación de la resistencia al corte: método del corte directo en suelos no cohesivos	Un	I.N.V. E - 154 - 07
17	Determinación de la resistencia al corte: método del corte directo en suelos cohesivos	Un	I.N.V. E - 154 - 07
18	Corte torsional en suelos	Un	ASTM D-6467
19	Compresión Triaxial estático en suelos	Un	I.N.V. E - 153 - 07
20	Compresión Triaxial cíclico en suelos.	Un	ASTM D-5311
21	Columna resonante en suelos	Un	ASTM 04015
22	Velocidad de onda de corte en laboratorio (bender element)	Un	ASTM WK23118
23	Colapsabilidad en edómetro según norma.	Un	I.N.V. E - 157 - 07
24	Presión máxima de expansión, en muestra inalterada o remodelada.	Un	ASTM D-3877
25	Expansión libre, en muestra inalterada o remodelada en edómetro.	Un	ASTM D-3877
26	Ensayo de dispersión o erosión interna (Pin-hole)	Un	ASTM 04647

ID	DENOMINACIÓN	Unidad	NORMA
27	Proctor normal.	Un	I.N.V. E - 141 - 07
28	Proctor modificado.	Un	ASTM 0.1557
29	Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino.	Un	I.N.V. E - 213 - 07
30	Densidad relativa y absorción del agregado grueso o fino	Un	INV E 223: 2013
31	Determinación coeficiente desgaste de Los Ángeles	Un	I.N.V. E - 218 - 07, I.N.V. E - 219-07
32	Compresión simple en roca, incluso tallado y refrentado.	Un	ASTM D-2938
33	Compresión simple en roca con bandas extensométricas.	Un	ASTM D-3148
34	Corte sobre discontinuidades rocosas	Un	ASTM 04554
35	Triaxial en roca	Un	ASTM 04406
36	Ensayo a tracción indirecta (brasileño)	Un	ASTM D-3967
37	Determinación de la dureza Schmidt	Un	ASTM 0.5873
38	Determinación del desmoronamiento de rocas blandas	Un	ASTM 0-4644
39	Porcentaje de absorción de agua	Un	ASTM C-97
40	Carbonatos (cuantitativo)	Un	ASTM 04373
41	Determinación del contenido de sulfatos solubles	Un	ASTM C-1580
42	Determinación de la materia orgánica	Un	ASTM D-2974
43	Perforación con Brocas y Muestreo para Investigaciones en el Sitio	Un	I.N.V. E - 108 - 07
44	Análisis químico completo de agua para calificar su agresividad al hormigón, determinando: pH, sustancias orgánicas solubles en éter, sulfatos, sustancias solubles en agua, cloruros, hidratos de carbono	Un	TGL-11357
45	Clasificación de suelos y de mezclas de suelos y agregados con fines de construcción de carreteras (Sistema AASHTO)	Un	I.N.V. E-180

ID	DENOMINACIÓN	Unidad	NORMA
46	Sistema unificado de clasificación de suelos para propósitos de ingeniería	Un	I.N.V. E-181
47	Densidad de Campo Método del Cono de Arena	Un	
48	Extracción de Núcleos de concreto asfáltico (Diámetros 2", 3", 4" y 6")	Un	
49	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN SUELO BLANDO para profundidades hasta 10m. Incl. recuperación continua muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta	m	
50	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN SUELO BLANDO para profundidades desde 10m hasta 30m. Incl. recuperación continua muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta	m	
51	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN SUELO BLANDO para profundidades desde 30m hasta 50m. Incl. recuperación continua muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta	m	
52	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN SUELO BLANDO para profundidades superiores a 50m. Incl. recuperación continua muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta	m	
53	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN SUELO DURO para profundidades hasta 10m. Incl. recuperación continua muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta	m	
54	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN SUELO DURO para profundidades desde 10m hasta 30m. Incl. recuperación continua muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta	m	
55	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN SUELO DURO para profundidades desde 30m hasta 50m. Incl. recuperación continua muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta	m	
56	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN SUELO DURO para profundidades superiores a 50m. Incl. recuperación continua	m	

ID	DENOMINACIÓN	Unidad	NORMA
	muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta		
57	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN COLUVIÓN/ALUVIÓN para profundidades hasta 10m. Incl. recuperación continua muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta	m	
58	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN COLUVIÓN/ALUVIÓN para profundidades desde 10m hasta 30m. Incl. recuperación continua muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta	m	
59	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN COLUVIÓN/ALUVIÓN para profundidades desde 30m hasta 50m. Incl. recuperación continua muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta	m	
60	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN COLUVIÓN/ALUVIÓN para profundidades superiores a 50m. Incl. recuperación continua muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta	m	
61	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN ROCA para profundidades hasta 10m. Incl. recuperación continua muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta	m	
62	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN ROCA para profundidades desde 10m hasta 30m. Incl. recuperación continua muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta	m	
63	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN ROCA para profundidades desde 30m hasta 50m. Incl. recuperación continua muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta	m	
64	PERFORACIÓN MECÁNICA POR ROTACIÓN EN ROCA para profundidades superiores a 50m. Incl. recuperación continua muestras, descripción visual estratos encontrados, lecturas de campo, tipo y profundidad de muestras recuperadas, SPT, Veleta	m	

ID	DENOMINACIÓN	Unidad	NORMA
65	Ensayo de CPTU hasta 30 m	m	
66	Ensayo de CPTU hasta 50 m	m	
67	Ensayo de CPTU hasta 30 m (Cono Sísmico SCPTu)	m	
68	Ensayo de CPTU hasta 50 m (Cono Sísmico SCPTu)	m	
69	Ensayo de Downhole hasta 30 m (Sin perforación, ni tubería de PVC)	m	
70	Ensayo de Downhole hasta 50 m (Sin perforación, ni tubería de PVC)	m	
71	Sistema (Sondeo) eléctrico vertical (30 metros de profundidad)	m	
72	Detección de redes mediante barrido con georradar	Un	
73	Toma de deflexiones con equipo de alto rendimiento (FWD o HWD) para evaluación de capacidad estructural en pavimento flexible	Punto	
74	Levantamiento de Fallas para determinar el PCI (Norma ASTM D 6433-11) con equipo de alto rendimiento (incluye calibración, patronamiento, movilización de equipo y vehículo escolta)	km-Car	
75	Medición de espesores en pavimento flexible con georradar y actividad de perforación para validación de espesores y calibración y patronamiento de equipos	km-Car	
76	Ensayo de permeabilidad *in situ* tipo Lugeon	Un	ASTM D4630 - 19
77	Ensayo de permeabilidad *in situ* tipo Lefranc	Un	ASTM D4631 - 18

3.1.11. Investigación geofísica

Las actividades de exploración geofísica estarán encaminadas a complementar el modelo geológico- geotécnico de análisis, junto con la caracterización de los materiales encontrados durante la campaña geotécnica. En general, su programación debe evaluar los siguientes aspectos:

- Determinación de la estratigrafía y posición del nivel freático en el perfil geotécnico.
- Identificación de acuíferos y zonas de fallas geológicas, presencia de discontinuidades y zonas fracturadas.
- Perfil de velocidades de ondas de corte (Vs), ondas de compresión (Vp) y resistividades en el terreno.
- Identificación de la profundidad del basamento rocoso y/o zonas con alto contraste de impedancia.

- Tomografía eléctrica y sísmica del perfil geotécnico.
- Localización de redes de servicios y estructuras enterradas.

En los siguientes subnumerales se describen los diferentes tipos de investigación geofísica a utilizarse a lo largo del proyecto, con el fin de complementar la información geotécnica disponible.

3.1.11.1. Sondeos eléctricos verticales SEV y electromagnéticos SEDT

El equipo de instrumentación estará formado por un milivoltímetro de estado sólido con lectura mínima de 0,1 mV y escalas de medida de 1 mV a 100V, un miliamperímetro con lectura mínima de 0,3 mA y un rango de medidas hasta 300 mA, un acumulador de batería de 400 V y electrodos impolarizables de material poroso y cobre.

Los datos obtenidos en campo deberán interpretarse en gabinete. Una vez interpretadas las curvas de resistividades, se presentarán los resultados con los valores de resistividad natural en Ohmios y los valores de espesor en metros, confeccionándose perfiles geoeléctricos que han de correlacionarse de una forma lógica con la geología de la zona. El error entre los valores de resistividad obtenidos en campo y los calculados en gabinete no superará el 5%.

En el caso de que la expansión lateral de las capas sea menor que la apertura del dispositivo de medida o bien si existen contrastes laterales de resistividad, se podrán sustituir los SEV por sondeos electromagnéticos en el dominio del tiempo (SEDT).

Los SEDT aportan una mayor focalización de las medidas según el tamaño del bucle que se emplee, a su vez función de la penetración requerida. Los quipos de SEDT habrán de tener las características adecuadas al rango de profundidades a investigar (tiempos de muestreo, etc.).

Todas las investigaciones realizadas se reflejarán en un plano de planta, que formará parte del informe final, donde se incluirán los perfiles realizados, las curvas de resistividades y toda la información que sea necesaria para complementar el perfil geotécnico de análisis.

3.1.11.2. Líneas de reflexión y refracción sísmica

Los trabajos geofísicos para la obtención de perfiles geotécnicos mediante la técnica de líneas de reflexión y refracción sísmica se realizarán con un equipo capaz de trabajar con registros analógico y digital y con geófonos de 10 Hz, tanto horizontales como verticales.

Cada equipo tendrá un mínimo de doce (12) canales independientes con resolución de ganancias, amplificación de la señal recibida y con memoria independiente para cada canal. Deberá observarse la señal en pantalla CRT y obtenerse los registros mediante fotografía o registro analógico o impresora incorporada de papel autosensible.

El número mínimo de disparos a efectuar por línea será de tres (uno central y dos extremos) en el caso de seis geófonos; cinco en el caso de doce geófonos (uno central, dos extremos y dos exteriores), y siete de 24 geófonos (tres centrales, dos extremos y dos exteriores). Se proporcionará el registro digital de cada disparo y las curvas dromocrónicas del conjunto de la línea. Con los datos obtenidos en campo, se elaborarán unos perfiles con la velocidad sísmica de ondas de corte y compresión, Vs y Vp, respectivamente. Así mismo, se indicará el espesor de cada capa encontrada y se analizará su correspondencia con lo descrito en el perfil geotécnico de los sondeos.

Se redactará un informe indicando las conclusiones sobre presencia de discontinuidades, zonas fracturadas y constantes elásticas del terreno. Se incluirá un plano de planta con la situación de los reconocimientos efectuados, que formará parte del informe final.

3.1.11.3. Ensayos Down-hole y testificación geofísica de sondeos

La testificación geofísica de sondeos se define como un conjunto de técnicas que conducen al conocimiento de diferentes características de los materiales atravesados por un sondeo mecánico mediante la interpretación de un registro continuo o diagrafía.

En el caso específico de ensayos Down-hole, se dispondrá de una sonda con geófono de componente triaxial (2 horizontales y 1 vertical) y un sismógrafo, en donde se registrarán los tiempos de viaje de ondas S y P a través del terreno en profundidad. Las mediciones se realizarán por cada metro de avance de la sonda dentro de la perforación, tanto en ascenso como en descenso dentro de la tubería.

Por otro lado, las diagafías que se realizarán pueden ser combinaciones de los siguientes: gamma natural, gamma-gamma, neutrón-neutrón, parámetros eléctricos (resistividad-potencial eléctrico), sónica de onda completa y térmica.

Los registros se realizarán, tanto en el descenso como en el ascenso de la sonda por el interior del sondeo, considerándose ambos como un único perfil. Las medidas se realizarán utilizando cada una de las sondas correspondientes con un equipo electrónico que interprete adecuadamente las señales enviadas por la sonda y que sea capaz de indicar en cada momento la posición de la sonda, con una precisión de centímetros y la velocidad de la misma.

Con los datos obtenidos se elaborará un informe final que contenga las diagrafías correctamente representadas, la interpretación litológica de las mismas y las distintas características de los materiales atravesados, los datos del sondeo mecánico que pudieran ser de interés para su interpretación y un plano de situación en planta con las investigaciones realizadas. Así mismo, se indicará cual es el software y/o el método a aplicar para la interpretación litológica o paramétrica de las diagrafías.

3.1.11.4. Prospecciones con geo-radar GPR

El geo-radar se basa en la emisión de impulsos electromagnéticos, de muy corta duración, en la banda UHF/VHF, que se repiten con una determinada frecuencia.

La frecuencia a emplear será la adecuada para estudiar los niveles superiores del terreno, con la resolución adaptada al espesor de la capa más fina. En consecuencia, las antenas y conjuntos de los equipos a utilizar serán capaces de operar en el rango de frecuencias más adecuado a la profundidad y resolución a alcanzar.

Se indicará el método de procesado de la señal y el software a emplear, así como las constantes dieléctricas estimadas para obtener la escala de profundidades. Esta escala debe estar avalada y correlacionada mediante los datos de espesores obtenidos de apiques manuales o mecánicas, previamente realizadas, situadas en el perfil geofísico.

El Interventor podrá exigir la ejecución posterior de alguna calicata en puntos de perfil elegidos al azar y/o sobre puntos de anomalías geofísicas, para comprobar la precisión de los espesores suministrados por el geo-radar. Esta precisión en la medida o determinación de espesores estará comprendida en el intervalo de (+3% y -3%).

Por otro lado, el geo-radar servirá para la detección de redes de servicios y estructuras enterradas que puedan verse afectadas durante la ejecución de las campañas de campo y la obra misma.

3.1.11.5. Tomografía eléctrica y sísmica

Las tomografías eléctricas y sísmicas tienen por objeto determinar la distribución real de la resistividad de un perfil de medidas de resistividad aparente, obtenidas con prospecciones eléctricas de corriente continua y de velocidades de onda del subsuelo a lo largo del mismo perfil por medio de información de ondas de superficie, complementada con líneas de refracción sísmica y ensayos downhole.

Por medio de estos ensayos, se presentará una imagen del perfil del terreno en la resolución adecuada, junto con las principales características de los materiales encontrados.

La presentación de resultados contendrá el perfil del subsuelo a escala horizontal 1:5000 y vertical 1:500, siendo la superficie del terreno fiel reflejo de la cartografía.

3.1.11.1. Análisis multicanal de ondas superficiales MASW

La prospección por medio de MASW tiene como objeto determinar el perfil de velocidades de onda de corte (v_s) del subsuelo, a partir de la medición de ondas superficiales de forma activa (p.e. impacto con herramientas apropiadas). Se realiza el registro usando un receptor multicanal de mínimo 24 canales con frecuencias entre 1 Hz y 30 Hz. Con la interpretación de la medición de ondas activas es posible obtener perfiles con profundidades de aproximadamente 30 m.

Con el objeto de obtener información en profundidades mayores a la obtenida con la medición activa (aproximadamente 100 m), se debe complementar la medición activa con la medición pasiva (p.e. tráfico de vehículos, paso de maquinaria). La medición pasiva se denomina ReMi (refracción de microtremores) para arreglos lineales o MAM (Análisis de microtremores en arreglo multicanal) para arreglos bidimensionales.

Con los datos obtenidos en campo, se elaborarán unos perfiles con la velocidad sísmica de ondas de corte Vs. Así mismo, se indicará el espesor de cada capa encontrada y se analizará su correspondencia con lo descrito en el perfil geotécnico de los sondeos.

Se redactará un informe indicando las conclusiones sobre presencia de discontinuidades, zonas fracturadas y constantes elásticas del terreno. Se incluirá un plano de planta con la situación de los reconocimientos efectuados, que formará parte del informe final.

3.2. FACTIBILIDAD

A partir de información primaria y secundaria, se debe realizar una caracterización geotécnica de la zona de estudio, tanto para pavimentos como para estructuras. Deberán obtenerse aspectos como la identificación de potenciales problemas y criterios geotécnicos generales. Igualmente, se deberá hacer un diagnóstico de pavimentos existentes a partir de una inspección visual y finalmente presentar a nivel de prediseño una propuesta de solución para estructuras de pavimento y espacio público, cimentación de estructuras y estructuras de contención. Por último, debe hacerse un cálculo de cantidades que permita hacer una estimación de costos del proyecto en lo que se refiere al componente.

Los criterios presentados en este documento corresponden a los criterios básicos para la elaboración de los Estudios Geotécnicos, pero será responsabilidad del Contratista realizar las actividades y análisis que permitan elaborar un estudio confiable.

Considerando la información disponible de la exploración geotécnica realizada, los análisis correspondientes al componente de geotecnia y pavimentos deberán tener en cuenta las consideraciones descritas a continuación de acuerdo con las estructuras contempladas en el proyecto.

3.2.1. Consideraciones Geotécnicas para excavaciones

Sea a cielo abierto o por túnel: este aspecto es aplicable a los diseños de las estaciones y tramos del proyecto que serán deprimidos, al igual que el diseño de protecciones y/o traslados de redes.

Para el caso de excavaciones a cielo abierto se deberá analizar la estabilidad de las paredes o talud y con esta las estructuras cercanas sean edificaciones o redes o cualquier otra que se halle dentro del área de influencia del proyecto y la estabilidad del fondo.

En el caso de túneles se deberá evaluar la estabilidad de construcciones cercanas y el sistema de redes o cambios en los esfuerzos, deformaciones, y cualquier otro aspecto relacionado con el sistema de construcción.

Se modelará según el tipo de material que se halle en el medio según sea en condiciones no drenada ($\phi = 0$) o drenada, en el momento de la construcción y posteriormente, indicando todas y cada una de las cargas que pudieran tener influencia en el comportamiento de la estabilidad del proceso de excavación.

En el caso de existencia de aguas establecer los procesos de control y bombeo a fin mantener la estabilidad de las estructuras cercanas. De igual manera conociendo el régimen hidráulico, proyectar los sistemas de drenaje que garantice que la estructura deprimida se mantenga sin agua libres, pero que no pierda la estabilidad las áreas aferentes.

Se tendrá en cuenta las deformaciones elásticas inmediatas; expansión, compresión.

Se indicará el método de estabilización y/o contención; sean temporales o definitivos más adecuado y modelado según los procesos o etapas de excavación, especificando el tipo de obra de estabilización utilizado y sus características técnicas

Se deberá indicar como afectaría el proceso constructivo en las estructuras cercanas, redes o cualquier otra estructura existente en el área aferente a la obra especifica de excavación.

Se recomendará los procesos y obras de protección necesarias o su traslado en caso de redes.

Se modelará el comportamiento del suelo con la nueva estructura en condición inicial y con el tiempo, Interacción suelo estructura, La modelación se deberá hacer con las metodologías actuales, y verificado por elementos finitos, indicando el programa y modelo constitutivo utilizado.

En el caso de redes las modelaciones, comportamientos, protecciones o traslados deberán ser socializados con las empresas de servicios públicos.

Se deberá entregar presupuesto detallado con las especificaciones de materiales y construcción, que deben cumplir la Normativa IDU-ET-2011 V.3.

Se ha indicado los tópicos mínimos para el análisis de una excavación, pero si existen situaciones que amerita otros tratamientos se deberá estudiar en compañía de la Interventoría.

Un aspecto importante dentro de este tipo de obras es; proyectar un sistema de monitoreo con equipos, así, es imprescindible la utilización de piezómetros e inclinómetros, sin limitarse a ella, para hacer seguimiento a las deformaciones en el momento de construcción, y en un dado caso poder tomar decisiones en obra, como también retroalimentar los diseños propuestos.

3.2.2. Consideraciones Geotécnicas para cimentaciones

El diseño o recomendaciones de cimentación deberá tener en cuenta dos aspectos los cuales deberán ser compatibles: como es la capacidad portante y los asentamientos

- Capacidad portante: calculada con las metodologías aceptadas en el país y regidas por el CCP-14 y la NSR-10, Titulo H.
- Asentamientos: Estos deberán ser calculados hallando la consolidación primaria y secundaria que determine las deformaciones que sufrirá el depósito de suelo y su afectación a superficie y con las estructuras cercanas. Calculada con las metodologías aceptadas en país y regidas por el CCP-14 y la NSR-10, Titulo H
- Especificar si son necesarios materiales de mejoramiento y sus especificaciones teniendo en cuenta la Norma IDU-ET-2011 V.3.
- Se deberá verificar con modelación de elementos finitos, indicando el programa utilizado, modelo constitutivo y sus características.
- Se deberá entregar presupuesto detallado con las especificaciones de materiales y construcción, que deben cumplir la Normativa IDU-ET-2011 V.3.

3.2.3. Consideraciones para el Análisis Patológico de Estructuras

En el caso de estudios patológicos de estructuras y/o redes existentes.

- Recopilación información existente. Se deberá acopiar:
  - Estudios de suelos de la estructura especifica.
  - Planos de construcción de la cimentación
  - Libro de obra del proceso constructivo de la cimentación.
  - Resultado del ensayo de carga en el caso de puentes
- Exploración del subsuelo: la cual dependerá exclusivamente de la información existente pues si no se encuentra datos suficientes queda a criterio del Contratista con la aprobación de la Interventoría y la EMB de la investigación de campo para verificar las características geomecánicas del depósito y la caracterización de la cimentación existente.
- Análisis de la información: El resultado de este análisis dictaminara la bondad de utilizar la estructura tal como está con las nuevas condiciones de esfuerzo y deformación o su refuerzo o cambio.
- Los aspectos de diseño y proceso constructivo ya fueron tratados en el numeral anterior
- Se deberá entregar presupuesto detallado con las especificaciones de materiales y construcción, que deben cumplir la Normativa IDU-ET-2011 V.3.

3.2.4. Consideraciones Ambientales para el Plan de Manejo de Tráfico

Dado que algunos o su gran mayoría de los sitios de exploración interrumpirán el tráfico se hace necesario que el Contratista estructure el Plan de Manejo de Tráfico y lo someta a aprobación de la Secretaria Distrital de Movilidad.

Así mismo, si las exploraciones se pretenden realizar en sitios aledaños a los cuerpos de agua, se debe verificar la zonificación ambiental y de ser el caso solicitar lineamientos a la Secretaría Distrital de Ambiente.

3.2.5. Consideraciones para el diseño de pavimentos

Para el diseño de detalle de pavimentos se deben tener en cuenta los siguientes parámetros, consideraciones y condiciones técnico - ambientales presentados a continuación.

3.2.5.1. Consideraciones y Parámetros de Diseño para Pavimentos Rígidos

Para el diseño de pavimentos rígidos, se utilizará el método de la PCA 1984, adicionalmente se deberá realizar la verificación con métodos empírico – mecánicos, ASSHTO 1993 y/o elementos finitos.

A continuación, se presentan los parámetros de diseño que se deben tener en cuenta para el diseño de pavimento rígido:

- Período de diseño: 20 años
- Consumo de fatiga máximo: 100%
- Consumo por erosión máximo de la capa de soporte de la losa: Para mezclas asfálticas o materiales que presenten similar comportamiento ante la degradación por efecto del agua y el tránsito, el consumo máximo permitido es del 100%.
- Material granulares básicos y/o estabilizados: 100%
- Factor de seguridad de carga (FSC): 1.10
- Factor de seguridad por repeticiones de carga (FSRC): 1.10
- Módulo de rotura del concreto (MR): Se deberán obtener valores de módulo de rotura entre 4.3 y 4.5 MPa. El diseño de pavimento deberá elaborarse con un solo valor de MR.
- La relación largo / ancho de las losas deberá entre los siguientes rangos $1.0<L/A<1.25$ siendo: L: Longitud de la losa, A: Ancho de la losa, H: Espesor de la losa.
- Distribución de cargas por eje: El Contratista deberá seleccionar el espectro de cargas de los vehículos según las características de tránsito urbano obtenidas por medio de los estudios de tránsito.
- Instrumentación: El Contratista debe plantear un esquema de instrumentación, el cual debe ser implementado durante la construcción, para hacer el seguimiento de las

diferentes variables de análisis detallando las frecuencias de medición en el tiempo y el alcance de las mismas (carga, deflexión, esfuerzos, gradiente térmico, etc.).

- Especificaciones de referencia: Especificaciones técnicas generales de materiales Y construcción, para proyectos de infraestructura vial y de espacio público, para Bogotá D.C., - Especificaciones "IDU ET-IC-01", o aquella que la sustituya.

De la misma manera, se presentan las consideraciones para tener en cuenta, estas aplican indistintamente para las calzadas del sistema TransMilenio y mixtas:

- La modulación de las losas con relaciones de esbeltez mayor a 1.25 o aquellas con interferencia de pozos, alcantarillados o cajas de servicios públicos deberán aparecer en un capítulo independiente, dentro de las memorias de cálculo donde se especifiquen las consideraciones de diseño y los detalles constructivos (planos y esquemas).
- Las losas de concreto que queden ubicadas en zonas de intersecciones viales a nivel o bajo consideraciones especiales (zonas de estaciones y parqueos) deberán diseñarse teniendo en cuenta la variable tránsito (diferente al resto del corredor vial) y detalles particulares de juntas (construcción, contracción y de expansión, entre otras).
- Las juntas deberán diseñarse tomando en consideración la modulación de las losas, las características del concreto a emplear y las condiciones ambientales específicas del área del proyecto.
- Se deberá realizar el diseño de las barras de amarre y de transferencia para los pavimentos rígidos de manera que garanticen un adecuado desempeño estructural.
- En el diseño de modulación de las losas, se deberán considerar los esfuerzos y deformaciones causados por gradientes térmicos en cuanto a fenómenos de alabeo.
- En el caso de efectuarse el diseño con efecto berma, el Contratista deberá soportar técnicamente dicho mecanismo, mediante modelos de transferencia y disipación de esfuerzos en el borde de las losas.
- Se deberá realizar un análisis de sensibilidad del espesor del pavimento respecto a la vida útil del proyecto.
- Adicional a los espesores de las diferentes capas que componen la estructura de pavimento, el Contratista debe efectuar los diseños de drenajes superficiales y superficiales que permitan mantener un adecuado comportamiento estructural y funcional del corredor vial durante la vida útil del proyecto.
- La proyección de mezclas asfálticas bajo la losa de concreto hidráulico, no deberán ser consideradas como efecto estructural, y que afecte directamente el espesor de la misma, estas deberán ser tenidas en cuenta como capa de nivelación y anti - erosión.

3.2.5.2. Consideraciones y Parámetros de Diseño para Pavimentos Flexibles:

Para las capas de rodadura de mezclas asfálticas convencionales, mejoradas con polímeros y de alto módulo, se utilizarán metodologías de diseño de pavimentos flexibles como: el método Shell 1978 con el Adendo 1984, con verificación con métodos empírico – mecánicos, AASHTO 1993 y elementos finitos.

A continuación, se presentan los parámetros de diseño que se deben tener en cuenta para el diseño de pavimento flexible:

- Período de diseño: 10 años, teniendo en cuenta actividades de mantenimiento periódico y rutinario, considerando las acciones establecidas en el Anexo Técnico de Diagnóstico para la conservación de la infraestructura de Bogotá con el que cuenta la Entidad.
- Ejes Equivalentes: 8.2 toneladas
- Distribución de cargas por eje: El Contratista deberá seleccionar el espectro de cargas de los vehículos, según las características de tránsito urbano obtenidos por medio de los estudios de tránsito.
- Instrumentación: El Contratista debe plantear un esquema de instrumentación para hacer el seguimiento de las diferentes variables de análisis detallando las frecuencias de medición en el tiempo y el alcance de las mismas (carga, deflexión, esfuerzos, gradiente térmico, etc.)
- Especificaciones de Referencia: Especificaciones técnicas generales de materiales Y construcción, para proyectos de infraestructura vial y de espacio público, para Bogotá D.C., - Especificaciones “IDU ET-IC-01”, o aquellas que las sustituyan.
- Se deberá llevar a cabo el plan de manejo de desvíos, en aquellas vías ubicadas en la zona de influencia del proyecto.

Se deben tener en cuenta las consideraciones descritas a continuación para las calzadas de pavimento flexible:

- El periodo de diseño será siempre de 10 años, y se deberán considerar estrategias de mantenimiento, esto con el fin de mantener en adecuado estado los niveles de servicio.
- La modelación de la estructura se realizará utilizando como mínimo la metodología de Shell 1978 con el Adendo 1984 verificando con métodos empírico – mecánicos tales como el AASHTO 1993 o elementos finitos, generando los correspondientes análisis comparativos de las estructuras de diseño obtenidas.
- Se deberá realizar análisis de sensibilidad de la estructura de pavimento analizada.

- Cuando se tengan tránsitos de vía T4 o T5, será obligatorio la ejecución de ensayos de módulo resiliente a la capa de subrasante o apoyo de la estructura de pavimento, no se permitirán correlaciones a partir del CBR.
- Los materiales empleados de los diseños propuestos por el Contratista deberán cumplir con los parámetros indicados en las Especificaciones IDU ET-IC-01 vigentes.

3.2.5.3. Consideraciones para el diseño de intervenciones sobre pavimentos existentes

Para el diseño de intervenciones sobre pavimentos existentes se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- A partir de los estudios deflectométricos se debe hacer una evaluación del estado estructural del pavimento.
- De acuerdo con el cálculo de cargas vehiculares proyectadas, se debe hacer un cálculo de vida remanente.
- Si la vida remanente es inferior al periodo de análisis (10 años para pavimentos flexibles y 20 años para pavimentos rígidos) se deben analizar alternativas de intervención.
- La solución propuesta debe considerar mantener o reciclar la mayor cantidad de materiales existentes.
- Como última alternativa se propondrá la reconstrucción total del pavimento.

3.2.5.4. Consideraciones para el Espacio Público Asociado:

- Con base en los resultados de la investigación geotécnica realizada para el diseño de pavimentos, el Contratista deberá identificar y diagnosticar posibles condiciones especiales del subsuelo como suelos colapsables, expansivos, fisurados o dispersivos, así como los posibles efectos de la vegetación que puedan afectar las estructuras de espacio público asociado a las vías.
- Deberán determinarse las condiciones de carga particulares o condiciones especiales del proyecto que requieran diseños y recomendaciones geotécnicas adicionales como accesos a garajes, zonas de parqueo, pompeyanos y sótanos bajo andenes entre otros.
- Para las actividades de espacio público asociado, en donde se lleven acciones de mejoramiento, no es necesario realizar exploración geotécnica.
- Los materiales empleados para espacio público asociado deberán cumplir con los parámetros indicados en las Especificaciones IDU ET-IC-01 vigentes.

3.2.5.5. Consideraciones Generales de Diseño

El Contratista con el soporte de programas de evaluación de deterioro de pavimentos, debe estimar el flujo de recursos apropiado para garantizar el estado funcional y estructural del

pavimento durante su vida útil, el cual debe conservar el mejor balance económico y operativo del proyecto en función de diversas estrategias de mantenimiento.

Las vías que se vean afectadas por el plan de manejo de desvíos (tránsito desviado y generado por transporte de escombros y material de construcción), deben ser analizadas de manera particular desde el componente de pavimentos por medio de un diagnóstico y evaluación deflectométrica para asegurar que al final de la etapa de construcción del corredor estudiado, presenten igual o mejor condición funcional y estructural que el presentado inicialmente.

3.2.5.6. Condiciones Técnico - Ambientales Especiales

3.2.5.6.1 Grano de Caucho Reciclado

Según el Decreto 442 de 2015 “Por medio del cual se crea el Programa de aprovechamiento y/o valorización de llantas usadas en el Distrito Capital y se adoptan otras disposiciones”:

Artículo 10.- Aprovechamiento de llantas usadas en obras de infraestructura del transporte en el Distrito Capital. Desde el 1 de Julio de 2016, toda obra de infraestructura de transporte en el Distrito Capital que se ejecute y adelante en procesos constructivos con asfalto, deberá prever el uso de materiales provenientes del aprovechamiento de llanta usada en las proporciones técnica que para el efecto exige el instituto de Desarrollo Urbano, en la totalidad de metros cuadrados de la mezcla asfáltica usada para la obra.

Posteriormente, el Decreto 265 de 2016 “Por medio del cual se modifica el Decreto Distrital 442 de 2015 y se adoptan otras disposiciones”, estableció entre otros:

Que según lo informado por la Secretaría Distrital de Ambiente el Instituto de Desarrollo Urbano elaboró un documento técnico denominado "CONCEPTO TÉCNICO PARA LOS LINEAMIENTOS DE USO Y UTILIZACIÓN DEL GRANO DE CAUCHO GCR EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ", en el que se concluye que:

1. No es viable la aplicación de mezcla asfáltica con GCR en el 100% del área a intervenir como lo plantea el artículo 10 del Decreto 442 de 2015.

2. Para cumplir con el aprovechamiento de llantas usadas en los porcentajes establecidos en la resolución 6981 de 2011, se considera apropiado continuar con la instalación de mezclas asfálticas con GCR en vías vehiculares (Troncales de tráfico mixto, Malla Vial Arterial No Troncal, Malla Vial Intermedia y Malla Vial Local), en donde producto de un Estudio y de un Diseño la estrategia de intervención sea REHABILITACIÓN, RECONSTRUCCIÓN y CONSTRUCCIÓN.

Para el caso de la construcción o reconstrucción de ciclo-rutas, su utilización dependerá del comportamiento del precio en el mercado.

4. Las actuales mezclas por vía húmeda son muy costosas, se necesita impulsar otras alternativas como la vía seca para propiciar una disminución de precios, lo cual también se producirá si estas mezclas compiten en el mercado con otros productos y tecnologías que también producen mejoras similares e importantes. De no ser así y mantenerse el esquema de la vía húmeda, se reduce el logro de la meta física.

En consecuencia, el Decreto 265 de 2016 resolvió:

Artículo 4°. - Modificase el artículo 10 del Decreto 442 de 2015, el cual queda así:

Artículo 10.- Aprovechamiento de llantas usadas en obras de infraestructura del transporte en el Distrito Capital. Desde el 1 de julio de 2016, toda obra de infraestructura de transporte en el Distrito Capital que se ejecute y adelante en procesos constructivos con asfalto, deberá prever el uso de materiales provenientes del aprovechamiento de llantas usadas en las proporciones técnicas que para el efecto exija el Instituto de Desarrollo Urbano, en la totalidad de metro cuadrado de la mezcla asfáltica usada para la obra en un porcentaje no menor al 25% de la totalidad del volumen de la mezcla asfáltica usada en vías vehiculares (Troncales de tráfico mixto, Malla Vial Arterial No Troncal, Malla Vial Intermedia y Malla Vial Local).

Parágrafo 1.- El Instituto de Desarrollo Urbano - IDU, establecerá los lineamientos técnicos para el uso de materiales provenientes del aprovechamiento de llanta usadas en procesos constructivos con asfalto.

Así las cosas, el Contratista deberá asegurarse de que en los planteamientos se permita la implementación del Decreto 265 de 2016 “Por medio del cual se modifica el Decreto Distrital 442 de 2015 y se adoptan otras disposiciones”, o aquella normatividad ambiental que se encuentre vigente durante la ejecución de los estudios y diseños.

Para el caso en el que el diseño prevea varias capas asfálticas, al menos una de ellas deberá contener materiales provenientes del aprovechamiento de llantas usadas.

El empleo de mezcla asfáltica mejorada con GCR se exceptúa para las siguientes actividades: mantenimiento rutinario, parcheos, bacheos, actividades puntuales de mantenimiento en estructuras (puentes, pontones, pasos deprimidos, edificaciones y obras de estabilización de taludes) y espacio público (andenes y ciclorrutas). Del mismo modo, buscando optimizar los recursos del Distrito, en aras de no reducir innecesariamente la meta física de los contratos de obra, no serán propuestas mezclas con GCR como capas anti-erosión en pavimentos rígidos, ni como rodadura en ciclorrutas, considerando su alto costo y nulo beneficio técnico en dichas estructuras.

3.2.6. Plan De Auscultación

El Contratista deberá diseñar el plan de auscultación donde definirá la cantidad mínima y la ubicación de instrumentación necesaria para realizar los monitoreos geotécnicos, para que sea realizado por el Contratista de construcción quien deberá presentar informes periódicos de las lecturas de la instrumentación, que serán definidos por el Contratista.

Los objetivos del plan son los siguientes:

- Control hidrogeológico de suelos, en profundidad mediante piezómetros abiertos y de cuerda vibrante.
- Control de deformaciones y desplazamientos del terreno en superficie (subsidencias), originados por los trabajos de excavación. Por ese motivo se deberán instalar hitos de nivelación superficial e hitos combinados, así como tubos inclinométricos y extensómetros incrementales (si la Dirección de Obra lo considerase necesario se podrían llegar a utilizar extensómetros de varillas).
- Control de movimientos en edificaciones y estructuras próximas a la zona de las obras mediante topografía manual y automatizada basada en el uso de prismas y teodolitos (manuales y robotizados).
- Control de estructuras integrantes de la propia obra mediante inclinómetros verticales biaxiales en pantalla, inclinómetros verticales y/o extensiómetros incrementales en el trasdós de pantalla, extensómetros en pantallas e hitos combinados para el control de coordenadas XYZ.

Seguimiento de la instrumentación:

Para definir la frecuencia de lectura de cada instrumento en concreto, se ha de considerar, por un lado, la distancia del frente de excavación a la sección en la que el instrumento en cuestión se encuentra cuanto más cerca este, mayor deberá ser la frecuencia de lectura

4. RESULTADOS

El Contratista presentará los siguientes documentos en desarrollo del estudio:

- Plan de Investigaciones Geotécnicas. Al inicio de los trabajos el Contratista presentará una propuesta justificada con indicación de número, posición y profundidad estimada de las prospecciones de campo y ensayos in situ a realizar, así como estimación de número de muestras y ensayos a realizar sobre las mismas.
- Plan de Calidad del proyecto, que incluirá la descripción y programación de actividades, propuesta metodológica, asignación de recursos, organigrama y cronograma de actividades. Este documento se entregará previo a la iniciación del proyecto.

- Informes de avance de las actividades ejecutadas, con frecuencia quincenal, a lo largo de totalidad de la duración del proyecto.
- Se entregará un fichero en formato compatible con la base de datos geotécnicos del IDU, con todos los reconocimientos georreferenciados.

Todos los documentos deberán presentarse en el formato establecido por el Contratante y deberán anexarse las hojas de cálculo en formato editable y los modelos realizados.

Los informes de los estudios geotécnicos contendrán como mínimo la siguiente información y capítulos:

- Memoria descriptiva de las actividades desarrolladas.
- Recopilación y análisis de información disponible.
- Geología, Geomorfología e Hidrogeología.
- Exploración del subsuelo.
- Ensayos de campo y laboratorio.
- Caracterización geomecánica del trazado y modelo geológico-geotécnico de análisis.
- Análisis geotécnicos con estimaciones de asentamientos y subsidencias, cargas de diseño y capacidades portantes, estabilidad de terraplenes, excavaciones y túneles, presiones sobre estructuras, muros y pantallas, redes de flujo y comportamiento sísmico de la infraestructura.
- Evaluación de las diferentes alternativas de cimentación, excavaciones y las obras complementarias que se estimen convenientes.
- Conclusiones y recomendaciones geotécnicas que incluyan la determinación de métodos constructivos, programa de auscultación, soluciones geotécnicas a los posibles problemas, recomendaciones constructivas y diseño de la infraestructura.

Asimismo, se realizará una evaluación específica de los siguientes aspectos:

- Los factores de seguridad y/o factores de reducción de resistencia y mayoración de carga para tener en cuenta en la construcción del proyecto, los cuales estarán en total acuerdo con la normatividad y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente aplicable.
- Drenaje, edificaciones vecinas, procesos constructivos y otros aspectos que ameriten estudio.
- En caso de que se detecten situaciones especiales del subsuelo, como la presencia de suelos orgánicos, expansivos, colapsables, dispersivos, susceptibles de licuación o cualquier otro estado que implique inestabilidad de las estructuras, se indicará su localización y se darán recomendaciones específicas sobre el tratamiento que debe recibir este suelo.

- Recomendaciones de obras complementarias que sean requeridas para el adecuado funcionamiento de las estructuras a implementar, en las cuales deberá incluirse el diseño y planos requeridos.
- Conclusiones acerca de los criterios establecidos para el estudio, resultados obtenidos y alternativas estudiadas.
- Evaluación de alternativas y recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto de construcción de la Línea 2 del Metro de Bogotá, en lo referente a los diferentes elementos constitutivos del sistema (túneles, cimentaciones para estaciones, vía a nivel etc.).
- Especial énfasis se debe hacer por parte del Contratista a los análisis sísmicos de las diferentes estructuras, en razón a la importancia y ubicación del proyecto; Para tal efecto, se deben garantizar los parámetros sísmicos con los cuales se efectúen los diseños a partir de pruebas de campo y laboratorio, acompañado de la normativa de estudios de respuesta sísmica local y de la Microzonificación Sísmica actualizada de la ciudad.
- En la memoria se incluirán gráficas, ábacos, referencias bibliográficas y todo aquello que dé claridad al estudio. Similarmente, en los apéndices del Informe deberán quedar recogidos todos los datos que se indican en los siguientes subnumerales.

4.1. DEBIDA DILIGENCIA

Dentro de la “Debida diligencia de la información”, se debe presentar un informe en el que consolide los principales hallazgos de la recopilación y análisis de la información existente y el Plan de Investigaciones de Geotecnia.

4.2. FACTIBILIDAD TÉCNICA

Para la factibilidad a continuación se presentan los resultados que deben ser incluidos, de acuerdo con las estructuras que se contemplan en el proyecto.

El estudio de las obras incluirá en el informe, como mínimo:

4.2.1. Reconocimiento del terreno y ensayos de campo

4.2.1.1. *Sondeos*

Por cada sondeo se adjuntará una ficha técnica, en el formato correspondiente, que contenga la siguiente información:

a) Contratista.
b) Denominación contractual.
c) Identificación del sondeo y referencia a los datos de levantamiento.
d) Coordenadas y cota del terreno.

e) Fecha de comienzo y terminación.
f) Identificación de la máquina utilizada.
g) Tabulación de los resultados y detalles de todos los sondeos, tipo de batería, corona, útiles de perforación, diámetro del testigo y datos de revestimiento con información completa de la disposición vertical y clasificación de los materiales atravesados.
h) Para cada muestra obtenida, las cotas del principio y del fondo, tipo, longitud y número (todas las muestras se numerarán consecutivamente).
i) Número de golpes necesarios para cada 15 cm de penetración de los toma muestras tipo cuchara partida.
j) Cota del nivel freático y observaciones sobre el agua freática.
k) Observaciones sobre variaciones en la pérdida del líquido de perforación.
l) Método y cuantía de presión utilizada para introducir el toma muestras de pared delgada y longitud y diámetro de cada una de las muestras obtenidas.
m) Fotografía en color de todas las cajas portatestigos y de la zona donde se hayan realizado todos y cada uno de los sondeos incluyendo la sonda posicionada durante su ejecución y la boca del sondeo finalizado.
n) Registro de la testificación.
o) Resultados de los ensayos de campo y de laboratorio.

Además, en los sondeos en roca se incluirá también:

a) Longitud y porcentaje de testigo obtenido para cada maniobra longitud perforada. Numeración correlativa de las muestras.
b) Tipo de roca, datos estructurales (buzamiento de las capas, estratificación, juntas, relleno y esquistosidad).
c) Cota de cada cambio de tipo de roca.
d) Cotas en las que se observa cambios en la velocidad de avance del sondeo, con las observaciones precisas.
e) Parámetros de perforación (velocidad de avance, presión, par revoluciones; en relación con la profundidad), cuando se soliciten expresamente; en caso contrario, sólo se anotarán observaciones cualitativas de dichos parámetros.

4.2.1.2. *Apiques*

Por cada calicata se adjuntará una ficha técnica que contenga la siguiente información:

a) Fecha de ejecución.
b) Datos comunes a todas las prospecciones.
c) Nombre del Contratista.
d) Denominación contractual.
e) Identificación y coordenadas de posición.

f) Cota del terreno.
g) Fecha/s de ejecución.
h) Maquinaria utilizada.
i) Condiciones sobre excavabilidad del terreno, estabilidad de las paredes y posición del nivel freático.
j) Columna estratigráfica del corte visualizado en la cata, indicando espesores y naturaleza del terreno atravesado y profundidad a la que se han tomado las muestras.
k) Resultados de los ensayos de laboratorio (ensayos de identificación, Proctor, CBR, químicos, etc.).
l) Fotografías en color de la cata y de la zona de ejecución.

4.2.1.3. *Ensayos de penetración dinámica o estática*

Por cada ensayo de penetración se adjuntará una ficha técnica que contenga lo siguiente:

a) Contratista y nombre del técnico responsable designado por la misma.
b) Denominación contractual.
c) Identificación del ensayo de penetración y referencia a los datos de levantamiento.
d) Cota del terreno.
e) Fecha de ensayo.
f) Identificación de la maquinaria utilizada.
g) Profundidad obtenida y cota del fondo del reconocimiento.
h) Altura de caída y peso de la masa.
i) En los penetrómetros dinámicos, número de golpes necesarios para cada 20 cm de penetración con sus gráficos correspondientes.
j) En los penetrómetros estáticos, resistencia en punta y rozamiento lateral, con sus gráficos, incluidos los de presión intersticial en los piezoconos y de disipaciones de la misma.
k) Dimensiones de la punta y diámetro del varillaje.
l) Cota del nivel freático cuando sea posible su medición o estimación.
m) Sistema de golpeo (automático o manual).
n) Fotografía en color del emplazamiento de cada uno de los ensayos.

4.2.1.4. *Investigación geofísica*

En la presentación de los resultados de la investigación geofísica, deberán adjuntarse los siguientes datos:

a) Contratista y nombre del técnico responsable designado por la misma.
b) Denominación contractual.
c) Plano de replanteo en planta de los perfiles investigados.
d) Identificación de la prospección.
e) Coordenadas y cotas del terreno.

f) Fecha de su ejecución.
g) Nombre del técnico u operador.
h) Perfiles de las alineaciones analizadas, junto con los datos que han sido utilizados para la interpretación. Método analítico seguido.
i) Planos de isopacas o isobatas, con curvas de nivel cada 2 m.
j) Características de los horizontes obtenidos.
k) Descripción de los equipos utilizados, medios auxiliares y cuantas observaciones sean precisas, en relación con la ejecución.

4.2.1.5. *Ensayos de carga con placa*

Se adjuntará el corte del terreno visualizado en la calicata abierta, especialmente las características del suelo bajo la placa.

Asimismo, se adjuntarán los partes de campo del ensayo, junto con la curva presión-asentamiento y un croquis del montaje realizado, además de la caracterización del suelo ensayado y de fotografías en color.

4.2.1.6. *Estaciones geomecánicas*

Se presentará una ficha individualizada de cada estacón tomada en campo, conteniendo la descripción de los apartados siguientes:

a) Denominación de la estación.
b) Situación.
c) Tipo de discontinuidades analizadas.
d) Orientación de las discontinuidades.
e) Rugosidad de la discontinuidad.
f) Continuidad de la misma.
g) Espaciado medio medido.
h) Tipo de relleno, con observaciones organolépticas del mismo.
i) Presencia de aguas, oxidaciones, etc.
j) Cada estación será perfectamente identificable en los planos de planta geológica que se realizarán para el estudio geotécnico.

4.2.1.7. *Ensayos de laboratorio*

En todos los ensayos se presentarán los valores numéricos y gráficos correspondientes, adaptados a los impresos normalizados en cada caso. En su defecto, podrán utilizarse impresos distintos, siempre y cuando sean suficientemente claros y precisos para poder deducir de ellos los parámetros buscados. Todas las hojas de resultados y gráficos de los ensayos vendrán firmadas originalmente por el jefe de laboratorio y con el sello del mismo.

Cada ensayo estará referenciado con el origen de la muestra, profundidad, tipo de muestra, obra de procedencia, fecha de obtención, fecha de ensayo y cuantos otros datos se consideren precisos para la mejor interpretación del mismo. Si se estimara conveniente, el Interventor podría solicitar las hojas de cálculo utilizadas para la realización de cada ensayo.

4.2.1.8. *Geotecnia para Fundaciones (Edificaciones, estaciones, puentes férreos, Vehiculares y Peatonales):*

Se debe efectuar la caracterización geomecánica del depósito de suelo presente en la zona de ubicación de cada uno de los puentes vehiculares y peatonales, con base en el estudio geotécnico, y efectuando la exploración y los ensayos de campo y de laboratorio necesarios para determinar el comportamiento físico-mecánico del suelo; con el objeto de realizar la interpretación técnica que permita evaluar los posibles mecanismos de falla, las condiciones de servicio adecuadas, suministrar los parámetros y las recomendaciones necesarios para el diseño y la construcción de las cimentaciones y obras relacionadas.

El diseño de fundaciones para las estaciones, edificaciones y de los puentes férreos, vehiculares y peatonales, se debe presentar dentro del informe de geotecnia:

- Perfil Estratigráfico.
- Análisis Geotécnico.
- Análisis de Capacidad Portante y Deformación.
- Resultados, Conclusiones y Recomendaciones; detallando los trabajos desarrollados a partir de la campaña geotécnica y ensayos de laboratorio.

El Contratista adjuntará en una base de datos georreferenciada (SIG) para cada *sondeo mecánico*, que contenga la siguiente información:

a) Nombre del Contratista.

b) Denominación contractual.

c) Identificación del sondeo y referencia a los datos de levantamiento.

d) Coordenadas y cota del terreno.

e) Fecha de comienzo y terminación.

f) Identificación de la máquina utilizada.

g) Tabulación de los resultados y detalles de todos los sondeos, tipo de batería, corona, útiles de perforación, diámetro del testigo y datos de revestimiento con información completa de la disposición vertical y clasificación de los materiales atravesados.

h) Para cada muestra obtenida, las cotas del principio y del fondo, tipo, longitud y número (todas las muestras se numerarán consecutivamente).

i) Número de golpes necesarios para cada 15 cm de penetración de los toma muestras tipo cuchara partida.

j) Cota del nivel freático y observaciones sobre el agua freática.

k) Observaciones sobre variaciones en la pérdida del líquido de perforación.

l) Método y cuantía de presión utilizada para introducir el toma muestras de pared delgada y longitud y diámetro de cada una de las muestras obtenidas.

m) Fotografía en color de todas las cajas portatestigos y de la zona donde se hayan realizado todos y cada uno de los sondeos incluyendo la sonda posicionada durante su ejecución y la boca del sondeo finalizado.

n) Registro de la testificación.

o) Resultados de los ensayos de campo y laboratorio.

p) Además, en los sondeos en roca se incluirá también:

q) Longitud y porcentaje de testigo obtenido para cada maniobra longitud perforada. Numeración correlativa de las muestras.

r) Tipo de roca, datos estructurales (buzamiento de las capas, estratificación, juntas, relleno y esquistosidad).

s) Cota de cada cambio de tipo de roca.

t) Cotas en las que se observa cambios en la velocidad de avance del sondeo, con las observaciones precisas.

u) Parámetros de perforación (velocidad de avance, presión, par revoluciones; en relación con la profundidad), cuando se soliciten expresamente; en caso contrario, sólo se anotarán observaciones cualitativas de dichos parámetros.

Por cada ensayo de *penetración*, el Contratista adjuntará una ficha técnica que contenga lo siguiente:

a) Contratista y nombre del técnico responsable designado por la misma.

b) Denominación contractual.

c) Identificación del ensayo de penetración y referencia a los datos de levantamiento.

d) Cota del terreno.

e) Fecha de ensayo.

f) Identificación de la maquinaria utilizada, dimensiones de la puntaza y diámetro del varillaje.

g) Profundidad obtenida y cota del fondo del reconocimiento.

h) resistencia en punta y rozamiento lateral, con sus gráficos, incluidos los de presión intersticial en los piezoconos y de disipaciones de la misma.

i) Cota del nivel freático cuando sea posible su medición o estimación.

j) Fotografía en color del emplazamiento de cada uno de los ensayos.

El Contratista debe realizar los ensayos necesarios por estrato, para conocer los parámetros que le permitan determinar la resistencia, deformación y compresibilidad del suelo de fundación y anexar los resultados de cada una de las pruebas ejecutadas. Para ello deben justificarse con los respectivos ensayos de laboratorio los parámetros obtenidos.

En todos los ensayos de laboratorio se presentarán los valores numéricos y/o gráficos correspondientes, adaptados a los impresos normalizados en cada caso. En su defecto, podrán utilizarse impresos distintos, siempre y cuando sean suficientemente claros y precisos para poder deducir de ellos los parámetros buscados. Todas las hojas de resultados y gráficos de los ensayos vendrán firmadas originalmente por el jefe de laboratorio y con el sello del mismo.

Cada ensayo estará referenciado con el origen de la muestra, profundidad, tipo de muestra, obra de procedencia, fecha de obtención, fecha de ensayo y cuantos otros datos se consideren precisos para la mejor interpretación del mismo. Si se estimara conveniente, el Interventor podría solicitar las hojas de cálculo utilizadas para la realización de cada ensayo.

Se debe establecer el perfil de diseño y plantear al Interventor para su estudio y concepto de conformidad, un completo plan de ensayos de laboratorio. En principio a las muestras alteradas ya descritas se deben practicar ensayos de: humedad natural; clasificación (granulometría y límites de plasticidad),

A las muestras inalteradas, se les debe practicar ensayos de: humedad natural; clasificación; peso unitario; compresión inconfinada; corte directo, triaxial y consolidación.

Para los efectos de evaluación del potencial de licuación de los suelos debe practicarse los ensayos de triaxial cíclico con esfuerzo controlado y en las muestras de suelo granular se deben ejecutar ensayos que permitan determinar la permeabilidad.

La anterior información será condensada en perfiles estratigráficos por sondeo dentro de los planos, específicamente en el alzado de cada puente proyectado debe aparecer la columna estratigráfica detallada y la ubicación exacta de las mismas en los apoyos correspondientes, consignando los valores de los parámetros de resistencia y compresibilidad provenientes de los ensayos practicados a la profundidad exacta de muestreo.

Consideraciones al respecto:

- En los registros de campo, debe quedar indicada la información de la existencia o no del nivel freático y su variación durante los sondeos.
- Se deben presentar los resultados de resistencias in-situ del suelo, así como el porcentaje de recobro y RQD (en caso de que aplique).
- Para la caracterización geotécnica de la parcela en la que se ubique la zona de Patio / Talleres se realizarán los sondeos que sean necesarios atendiendo a lo indicado (y aplicable considerando un alcance de factibilidad) en el Código NSR-10 o la norma que la reemplace según las características que finalmente tenga esta edificación.
- Para el ramal de acceso a cocheras, se realizarán los sondeos mecánicos necesarios a lo largo del mismo que garanticen una distancia máxima entre los mismos de 500 m.
- Se deben realizar ensayos de Penetración Estándar (SPT) y Veleta de Campo.
- Si se considera cimentación profunda con pilotes que se apoyen en roca, se deben tomar núcleos de por lo menos 3 metros por debajo de la cota prevista de la punta, para asegurar que no se trata de bloques. Si los pilotes se embeben en roca y con el objeto de asegurar que no se trate de bloques y así mismo determinar las características de la roca dentro de la zona de influencia de la cimentación, se deben tomar núcleos de 3 m como mínimo por debajo de la cota prevista para la punta, o una longitud igual al menos tres veces el diámetro del pilote, en caso de que estos sean aislados, o de dos veces la dimensión mayor para pilotes en grupo; en cualquier caso se debe tomar la mayor longitud que resulte de acuerdo con lo anterior.
- Debe presentarse la exploración y ensayos para los diseños geotécnicos y recomendaciones respectivas, para la cimentación de rampas y escaleras de acceso al puente.

- Para la ejecución de los ensayos de laboratorio, el Contratista debe contar con el concepto de conformidad de la Interventoría y del Contratante respecto al plan presentado y la valoración económica que esta efectúe en concordancia con el presupuesto disponible para esta actividad, sin detrimento de la investigación del subsuelo requerida para las demás obras proyectadas.

Se deben presentar en el archivo SIG:

- Plano de localización de los sondeos y barrenos ejecutados, debidamente georreferenciados al sistema de referencia Magna-Sirgas.
- Tabla consolidada de resultados de ensayos de laboratorio y los correspondientes perfiles estratigráficos.
- Definición de modelo geotécnico, parámetros de diseño y condiciones especiales del subsuelo.

4.2.1.9. *Geotecnia para Taludes*

Para los taludes potencialmente inestables en el área de estudio del proyecto y para los taludes generados con el proyecto, se deben hacer los análisis de estabilidad necesarios y el diseño las estructuras de contención correspondientes en los casos en que sea necesario proyectar, lo indicado el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR/10, o la norma que lo reemplace, prestando especial atención a las zonas donde se puedan presentar sectores inestables desde el punto de vista geotécnico y geológico.

Consideraciones al respecto:

- Se debe verificar la exploración geotécnica desarrollada durante la factibilidad, revisando que se hayan efectuado como mínimo dos (2) sondeos, uno en la corona del talud y otro en la pata o parte inferior; en todo caso se debe complementar la información existente a partir de la ejecución, de tal manera que quede caracterizado cada uno de los estratos que forman parte de la zona inestable, hasta que se encuentre un estrato competente.
- Se deben realizar las pruebas de campo necesarias para conocer las características mecánicas y de resistencia de los diferentes estratos encontrados, en donde debe quedar indicado la presencia o no del nivel freático y su variación durante los sondeos, el resultado de resistencias *in-situ* del suelo, así como el porcentaje de recobro y RQD según su aplicación.
- Por cada estrato o capa de suelo encontrado se realizarán ensayos de: clasificación; granulometría y límites de Atterberg; humedad natural; ensayos de compresión inconfinada; consolidación unidimensional; corte directo, para la posterior obtención de los parámetros C’ y Φ’, dependiendo del tipo de material encontrado en el perfil estratigráfico.

- Las perforaciones deben incluir ensayos in-situ, como el SPT y el ensayo de veleta, y se deben reportar los valores de resistencia en el sitio, de tal manera que se logre obtener un conocimiento amplio de las características del perfil estratigráfico.
- En el informe del estudio de suelos debe anexarse todos los registros de perforación debidamente firmados y referenciados en cuanto a cotas y abscisas del proyecto, así como también los planos y tablas en los que se consolide la información referente a los perfiles estratigráficos y caracterización de los materiales identificados.
- Definición del alcance del proyecto que incluya la descripción del área de influencia, la situación actual, las cargas a las que estará sometido el talud.
- Identificación de potenciales problemas (suelos expansivos y suelos licuables).
- Localización del proyecto en términos de la microzonificación geológica, geotécnica, sísmica, y de amenaza.
- Análisis del espectro sísmico de diseño a partir de información secundaria (NSR-10, microzonificación sísmica).
- Información topográfica básica del talud en estudio donde se pueda identificar longitud del talud, sobrecargas o cargas externas, presencia de aguas estancadas o del nivel freático, presencia de fisuras de tracción, ángulo de inclinación natural, etc.
- Si es en roca, levantamiento preliminar de discontinuidades con el fin de establecer tipos de falla y análisis preliminar de estabilidad.
- Informe de diagnóstico geotécnico del talud, clasificación del deslizamiento, según metodologías existentes a partir de visita a terreno e identificación de posibles causas del deslizamiento.
- Plano planta perfil del proyecto, con sus respectivas secciones transversales.
- Esquema de la exploración geotécnica, primaria y secundaria.
- Tabla consolidada de resultados de ensayos de laboratorio y los correspondientes perfiles estratigráficos.
- Análisis de la estructura geológica a intervenir.
- Definición de modelo geotécnico, parámetros de diseño y condiciones especiales del subsuelo.
- Análisis de estabilidad de acuerdo con las metodologías existentes, teniendo en cuenta las condiciones presentadas de geotecnia, geología y morfología del talud a partir de la cual se proyecta las alternativas de solución.
- Planteamiento de posibles alternativas de estabilización.

4.2.1.10. *Geotecnia para Redes Húmedas*

Teniendo en cuenta los resultados de la investigación de redes y de la investigación geotécnica preliminar, se ejecutará la exploración del subsuelo requerida, de acuerdo con las normas técnicas establecidas por las empresas de servicios públicos. En todo caso el Contratista debe bajo

su responsabilidad, estimar el tipo de perforaciones a realizar, el número de metros de perforación y su distribución, y que permitan elaborar un estudio confiable, realizando además la correspondiente valoración económica de la investigación del subsuelo para esta actividad. De igual forma los diseños deben seguir la normatividad indicada.

Los análisis geotécnicos correspondientes a las redes húmedas deben ser incluidos tanto en el diseño geotécnico, como en el diseño hidráulico.

4.2.2. Geotecnia - General

- Identificación de las entidades interesadas en el desarrollo del proyecto, oficios de radicación y/o actas de reuniones interinstitucionales en las que se definan acuerdos que tengan incidencia en el proyecto.
- Riesgos asociados a la alternativa seleccionada.
- Estimación de cantidades o índices para la alternativa seleccionada, que permitan establecer un costo preliminar del componente.
- Conclusiones y recomendaciones para tener en cuenta en la siguiente etapa de diseño (incluye aspectos técnicos, aspectos constructivos y plan de exploración).

4.2.3. Estructura de línea elevada

Para la estructura de línea de metro a nivel, se presentará el perfil geológico-geotécnico con escalas vertical y horizontales iguales, con definición de fallas y contactos mecánicos, zonas tectonizadas o alteradas, corrimientos, zonas carstificadas o milonitizadas y rocas alterables, solubles o expansivas. La caracterización geotécnica del trazado incluirá los parámetros de resistencia y deformabilidad del suelo, permeabilidad, alterabilidad, expansividad y erosionabilidad por sectores.

Asimismo, se presentará la descripción y especificaciones de los materiales que forman parte de la estructura de línea férrea, que incluirá planos de corte transversal y longitudinal, costes de taludes y terraplenes, filtros y estructuras de drenaje.

Dentro del informe se evaluará la problemática previsible durante las etapas de excavación y construcción, el cálculo de subsidencias, capacidad de carga del terreno, asentamientos, taludes y terraplenes de la vía, manejo de las aguas superficiales, el tipo de tratamiento para el mejoramiento de la subrasante en la cimentación de la estructura de terraplén y en general de cualquier otro tipo de tratamiento que se considere oportuno para la correcta ejecución y funcionamiento de la obra.

4.2.4. Estructura de línea en túnel

En la estructura de línea en túnel se determinará, además, el perfil geológico-geotécnico con escalas vertical y horizontal iguales, con definición de fallas y contactos mecánicos, zonas

tectonizadas o alteradas, corrimientos, zonas carstificadas o milonitizadas y rocas alterables, solubles o expansivas.

La caracterización geotécnica incluirá los parámetros de resistencia y deformabilidad, permeabilidad, alterabilidad, expansividad y erosionabilidad por sectores. Igualmente se incluirá el valor RMR y las clases de terreno atravesado en relación con el tipo de sostenimiento recomendado.

El estudio, analizará la perforabilidad mecánica, la longitud de avance y destroza, el revestimiento recomendado, la problemática previsible de la excavación, el cálculo de subsidencias, los taludes de los emboquilles, el tipo de paraguas recomendado y el caudal máximo previsto, y en general de cualquier otro tratamiento que se considere oportuno.

Así mismo, se determinará la seguridad respecto a inestabilidad de bloques o corrimientos y el estado de tensiones y deformaciones del terreno, junto a los criterios de admisibilidad y los consecuentes coeficientes de seguridad.

4.2.5. Geotecnia y Mediciones para Pavimentos:

Se debe recopilar y analizar la siguiente información:

- Plan de investigación del subsuelo, a realizar para los estudios y diseños. Esta actividad se llevará a cabo utilizando la información de exploración geotécnica desarrollada durante la factibilidad, de tal manera que se complemente la exploración geotécnica más no se repita en los puntos en que se realizó la factibilidad.

- Esta actividad se debe realizar a partir de la toma de muestras de materiales para ensayos de laboratorio a los materiales de subrasante, así como a las capas de pavimento existente, esto con la finalidad de determinar sus características geotécnicas, espesores de capa, presencia del nivel freático (si lo hay), y estado general de las capas de apoyo.

- Se debe establecer el perfil estratigráfico, y plantear a la Interventoría y al Contratante para su estudio y concepto de conformidad, un estricto plan de ensayos de laboratorio. En principio a las muestras alteradas, se deben practicar ensayos de Humedad Natural y Clasificación (granulometría y límites de Plasticidad), con base en lo descrito en AASHTO o USCS, y a las muestras inalteradas se les debe practicar ensayos de Humedad Natural, Clasificación, Peso Unitario, CBR, adicionando aquellos ensayos que se estimen convenientes y en todo caso estableciendo el plan de ensayos de acuerdo con las condiciones previstas del subsuelo. Los resultados obtenidos por apiques o sondeos deben quedar correctamente referenciados con su correspondiente localización dentro del proyecto e indicando claramente la delimitación de cada estrato con sus respectivas cotas.

- Se debe determinar el Estado de Condición del pavimento. De acuerdo a lo anterior, se debe ejecutar un diagnóstico con el objeto de conocer el estado superficial, estructural y la capacidad de soporte de la subrasante; en donde se recopilen, midan y calculen aspectos como: tipo de superficie; existencia, tipo, severidad y extensión de fallas superficiales; determinación del PCI; estudio deflectométrico, con verificación del estudio por componentes; determinación de la capacidad estructural actual comparada con la requerida para el periodo de análisis. Se recomienda emplear la metodología estipulada en el Manual de Rehabilitación de Pavimentos Flexibles del INVIAS.

- Identificación de fuentes de materiales, de tal manera que para la construcción se tenga identificadas, entre otras, planta de agregados con sus respectivas caracterizaciones, planta de asfalto (con la respectiva caracterización de los agregados que conformaran las mezclas, características del bitumen, leyes de fatiga), planta de concreto hidráulico (caracterización por separado de los agregados, y de las mezclas en concreto hidráulico).

- Agentes estabilizantes, en caso de que como parte de la estabilización de la subrasante sea necesario realizar estabilizaciones geotécnicas con algún tipo de aditivo.

4.2.6. Caracterización geológica y geotécnica:

- Planta geológica en un ancho no menor de 500 metros y perfil geológico y geotécnico a lo largo del trazado de la línea. En ambos se representará la litología, la estructura de las capas e hidrogeología de los terrenos atravesados (en el caso de que la intervención propuesta por el diseñador así lo requiera para resolver un impacto potencial en las condiciones hidrogeológicas del entorno), deducidas a partir de la información recabada de las perforaciones y los ensayos de campo y laboratorio necesarios expuestos en la normatividad vigente. Estos perfiles deben mostrar escala vertical y horizontal iguales, con definición de fallas, contactos mecánicos y zonas tectonizadas o alteradas si las hubiere, corrimientos, zonas carstificadas o milonitizadas, presencias de rocas alterables, solubles o expansivas, etc.

- Caracterización geológica y geotécnica del subsuelo a lo largo del trazado de la línea mediante un informe y planos. La caracterización geotécnica incluirá la clasificación unificada del suelo (SUCS), los parámetros de resistencia y deformabilidad del suelo, permeabilidad, alterabilidad, expansividad, erosionabilidad, etc. por sectores.

- Descripción y especificaciones de los materiales que forman parte de las nuevas infraestructuras, que incluirá planos de corte transversal y longitudinal, cortes de taludes y terraplenes, filtros y estructuras de drenaje.

- Identificación y evaluación de los puntos problemáticos, de acuerdo con las características geotécnicas alrededor del trazado de la línea, donde se presentarán mínimo dos

alternativas de mitigación a nivel de ingeniería conceptual por cada punto y se tendrán en cuenta factores económicos y constructivos, pero es el Contratista el encargado de definir las acciones necesarias.

- Estudio de riesgos geotécnicos y recomendaciones para su mitigación donde se tendrán en cuenta factores económicos y constructivos.
- Evaluación de la problemática previsible durante las etapas de excavación y construcción, el cálculo de subsidencias, capacidad de carga del terreno, asentamientos, deformación lateral, taludes y terraplenes de la vía, manejo de las aguas superficiales, el tipo de tratamiento para el mejoramiento de la subrasante en la cimentación de la estructura de terraplén y en general de cualquier otro tipo de tratamiento que se considere oportuno para la correcta ejecución y funcionamiento de la obra.
- Estudios de campo y análisis geotécnicos con la evaluación capacidad portante de la subrasante, a lo largo del trazado de la línea.
- Estudios de campo y análisis geotécnicos con la evaluación de parámetros de resistencia del suelo, capacidad portante para los Estudios de Estabilidad de Taludes y Excavaciones, diseño geotécnico para muros de contención y Terraplenes, a lo largo de las alternativas de trazado del corredor.
- Informe con las recomendaciones de diseño de desmontes y terraplenes y medidas de protección de taludes, que incluirá el análisis de la plataforma, tanto en fondo de desmonte o excavación como en rasante superficial, así como el estudio de la base de los terraplenes y de sus diferentes capas constituyentes.
- Informe con las recomendaciones para la definición de las soluciones constructivas de superficie.
- Recomendaciones sobre la tipología de cimentación en estructuras y obras de fábrica, incluyendo la definición de los parámetros de diseño geotécnicos para las diferentes unidades geotécnicas identificadas a lo largo del trazado y el perfil geotécnico aplicable para el diseño de la Línea 2 del Metro de Bogotá y de cada estructura o de sus cimentaciones. Dicho perfil incluirá la definición del nivel freático de cálculo, y, en su caso de los posibles niveles freáticos colgados que pudieran existir
- Identificación de fuentes de Materiales y recomendaciones sobre la procedencia de materiales para rellenos, áridos, balasto, etc.
- Identificación de posibles botaderos y, en su caso, recomendaciones para el tratamiento previo de los materiales.,

- Espectro sísmico de diseño.
- Definir y controlar la instrumentación geotécnica para el monitoreo que se instalará a lo largo del corredor férreo.

4.2.7. Geotecnia para Estructuras

Para proyectos que incluyan estructuras *(Edificaciones, estaciones, patios y talleres, puentes férreos, puentes vehiculares, puentes peatonales, pasos deprimidos):*

- Definición del alcance del proyecto para el componente de geotecnia que incluya la relación, descripción de las estructuras y cargas que requiere el proyecto.
- Localización del proyecto en términos de la microzonificación geológica, geotécnica, sísmica, y de amenaza
- Análisis del espectro sísmico de diseño a partir de información secundaria (NSR-10, CCP-14, microzonificación sísmica de Bogotá, estudios en el área sobre respuesta sísmica de sitio).
- Descripción de la cimentación de las estructuras existentes, en caso de requerirse su reforzamiento o cambio.
- Planteamiento de alternativas de solución y metodología de diseño.
- Análisis técnico y comparativo de cada una de las alternativas.
- Definición de criterios y umbrales de calificación que, a partir de la matriz multicriterio, definirán el tipo de cimentación recomendada.
- Cantidades de obra aproximadas por alternativa de solución geotécnica que permitan obtener presupuesto estimado comparativo.

4.2.8. Geotecnia para Taludes

- Definición del alcance del proyecto que incluya la descripción del área de influencia, la situación actual, las cargas a las que estará sometido el talud.
- Identificación de potenciales problemas (suelos expansivos y suelos licuables.
- Localización del proyecto en términos de la microzonificación geológica, geotécnica, sísmica, y de amenaza.
- Análisis del espectro sísmico de diseño a partir de información secundaria (NSR-10 o la norma que lo reemplace, CCP-14, microzonificación sísmica de Bogotá, estudios en el área sobre respuesta sísmica de sitio)
- Información básica del talud en estudio como: Longitud del talud, identificación de sobrecargas o cargas externas, presencia de nivel freático, presencia de fisuras de tracción, etc.
- Informe de diagnóstico geotécnico del talud, clasificación del deslizamiento a partir de visita a terreno e identificación de posibles causas del deslizamiento.

- Plano planta perfil del proyecto, con sus respectivas secciones transversales.
- Planteamiento de posibles alternativas de solución.

4.2.9. Geotecnia para Redes Húmedas

- Identificar las interferencias de conformidad con las normas de las Empresas de servicios públicos para distanciamiento y profundidad, y necesidad de realizar instrumentación, monitoreo y estudios específicos para los diseños y construcción.
- Presupuesto estimado de los planes de exploración geotécnica, entibados, monitoreo (si aplica) y las soluciones de cimentación.
- Un predimensionamiento de las alternativas de solución con el análisis técnico y económico.

4.2.10. Pavimentos

- Informe que contenga la condición superficial y estructural los pavimentos existentes.
- Definición de criterios y umbrales para definir tipo de pavimento.
- Definición del alcance del proyecto a nivel del componente de pavimentos y espacio público asociado.
- Plano de localización de los apiques y barrenos ejecutados, debidamente georreferenciados al sistema de referencia Magna-Sirgas.
- Tabla consolidada de resultados de ensayos de laboratorio y los correspondientes perfiles estratigráficos.
- Planteamiento de alternativas de solución y metodología de diseño.
- Definición de parámetros de diseño y pre - dimensionamiento de las alternativas de solución con el análisis comparativo técnico y económico.
- Análisis del potencial de reutilización de materiales reciclados.
- Recomendaciones para tener en cuenta en los diseños (incluye aspectos técnicos, aspectos constructivos, plan de exploración)
- Cantidades de obra por alternativa de solución geotécnica que permitan obtener presupuesto estimado comparativo.
- Estimación de plan de mantenimiento largo plazo con estimación de costos.
- Riesgos asociados a la alternativa seleccionada.

4.2.11. Control y aprobación del estudio

Dentro del plan de Calidad del Proyecto, el Contratista deberá someter sus trabajos a aprobación, en lo que se refiere a las hipótesis técnicas de partida, alcance de la obra, localización de emplazamientos de sondeos, métodos de ejecución, tipo de máquinas a emplear, laboratorio de ensayos propuestos, etc.

El Interventor se encargará de revisar y aprobar todos los resultados derivados del estudio entregados por el Contratista, así como de las diferentes campañas realizadas en campo y laboratorio.

4.2.12. Plan de Auscultación

El Contratista deberá entregar el plan de auscultación a seguir antes y durante la construcción de la obra, relacionando en este, los equipos, personal, frecuencia de la toma de datos, y las medidas correctivas que deben tomarse. El plan de auscultación deberá ser entregado conjuntamente con el diseño del túnel.

De acuerdo con las mejoras ofrecidas por el Contratista en su oferta, se entregarán los Pliegos de Licitación, para la contratación por parte de la Administración de una Unidad de Seguimiento independiente, que centralice los datos de movimientos y de la instrumentación en general.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 11

ESTRUCTURAS

Bogotá D.C., abril de 2021

CONTENIDO

1. OBJETIVO 4
2. NORMATIVIDAD 4
3. INSUMOS NECESARIOS 5
4. ALCANCE 6
4.1 DEBIDA DILIGENCIA 6
4.2 FACTIBILIDAD 6
4.2.1 Consideraciones generales 6
4.2.2 Memorias de análisis y diseño de factibilidad 9
4.2.3 Planos de definición 10
4.2.4 Estructuras existentes 11
4.2.5 Cimentaciones 12
4.2.6 Viaductos, puentes y otras estructuras 12
4.2.7 Estaciones 13
4.2.8 Obras enterradas. 13
4.2.9 Obras civiles para los sistemas férreos 14
4.2.10 Aspectos arquitectónicos 14
5. RESULTADOS 15
5.1 DEBIDA DILIGENCIA 15
5.2 FACTIBILIDAD 15
5.2.1 Inventario de las estructuras existentes 15
5.2.2 Recomendaciones para estructuras existentes 15
5.2.3 Diseño de estructuras nuevas, a nivel de factibilidad 16
5.2.4 Estimación de cantidades de obra 17

5.2.5 Documento Técnico de Soporte 17

Carrera 9 No. 76-49 Pisos 3 - 4
Teléfono: +57 1 555 33 33
www.metrodebogota.gov.co

ET 11 - Estructuras

1. OBJETIVO

Definir los diferentes tipos de estructuras y el dimensionamiento, a nivel de factibilidad, de la solución estructural requerida para la Línea 2 del Metro de Bogotá; involucrando todas las estructuras principales y complementarias que el sistema requiera.

Las estructuras por diseñar a nivel de factibilidad comprenden las nuevas estructuras principales y complementarias necesarias para el funcionamiento de todos los sistemas y subsistemas férreos y viales del proyecto, los reemplazos o reparaciones de las estructuras existentes.

2. NORMATIVIDAD

- Norma Colombiana de Diseño de Puentes. LRFD. CCP-14, INVIAS - Resolución 108 del 26 de enero de 2015 (o la norma que la remplace)
- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications 2012. American Association of State Highway Bridges.
- LRFD Guide Specifications for the Design of Pedestrian Bridges de la AASHTO.
- Decreto 279 del 09 de septiembre de 2003 “Por la cual se reglamentan los puentes peatonales en el Distrito Capital”
- Cartilla para el puente peatonal prototipo para Bogotá, adoptada mediante resolución de la Dirección General del IDU No. 4892 del 25 de noviembre de 2009.
- Cartilla de Estaciones Sencillas
- Decreto Distrital 523 de diciembre 16 de 2010, Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D. C.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (o la norma que la remplace)
- Decretos modificatorios del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10: Decreto 2525 del 13 de julio de 2010, el Decreto 0092 del 17 de enero de 2011, el Decreto 0340 del 13 de febrero de 2012 y el Decreto 0945 del 05 de junio de 2017.
- Reglamento de concreto estructural ACI 318S-14
- Specification for Structural Steel Buildings AISC 360-16
- Recomendaciones para requisitos sísmicos de estructuras diferentes de edificaciones AIS 180-13.
- Normas NTC 4774 Accesibilidad de las personas al medio físico. Espacios Urbanos y Rurales. Cruces peatonales a nivel, elevados o puentes peatonales y pasos subterráneo

- NTC 4143 (Tercera actualización) Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios y Espacios Urbanos. Rampas fijas adecuadas y básicas.
- NCHRP350. Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features. Norma Americana para barandas de Puentes vehiculares.
- NCHRP537. Recommended Guidelines for Curb and Curb–Barrier Installations.
- EN 1317. Road restraint systems. Norma Europea para barandas en puentes vehiculares.
- Roadside Desing Guide AASTHO. Versión actualizada
- Manual for assessing safety hardware (MASH). FHWA
- Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción, para proyectos de infraestructura vial y de espacio público para Bogotá D.C. - ET-IC-01
- Normas SISTEC de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado, Agua y Aseo de Bogotá
- Especificaciones técnicas de Construcción INVIAS – 2014
- UIC. International Union of Railways
- AREMA. American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association

En caso de que la normatividad mencionada previamente sea actualizada en desarrollo del Contrato, el Contratista está en la obligación de actualizar los parámetros que sean modificados dentro del plazo y valor del Contrato inicialmente pactados.

3. INSUMOS NECESARIOS

Para la realización de los estudios estructurales para la factibilidad se requiere, entre otros, documentos los siguientes:

- Diseños del Contrato de Concesión No. 163 de 2019 cuyo objeto es *"… el otorgamiento de una concesión para que, de conformidad con lo previsto en este Contrato, el Concesionario, por su cuenta y riesgo, lleve a cabo todas las actividades necesarias para la financiación, Estudios y Diseños de Detalle Principales y Otros Estudios y Diseños de Detalle, ejecución de las Obras de Construcción, Obras de la Fase Previa, Obras de Edificaciones, Obras para Redes a Cargo del Concesionario, Obras de Adecuación y Reparación de Desvíos, Obras para Intersecciones Especiales, la Operación y el Mantenimiento del Proyecto, la Gestión Social y Ambiental, la Reversión Parcial y la Reversión de la infraestructura correspondiente a la PLMB, así como la financiación, diseño, instalación, suministro, pruebas individuales y de conjunto, Certificaciones, puesta en marcha, Operación, reposición, Mantenimiento y Reversión del Material Rodante y de los Sistemas Metro Ferroviarios y la prestación del servicio público de transporte férreo de pasajeros en Bogotá, a través de la PLMB. El alcance físico del Proyecto se describe, entre otros, en los Apéndices Técnicos 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 13, 16 y 18.*"

- Diseño para la primera línea del metro en el marco del sistema integrado de transporte público – SITP – para la ciudad de Bogotá.
- "Elaboración de un estudio que compare alternativas de ejecución por tramos y tipologías de la Primera Línea de metro para la ciudad de Bogotá - PLMB, identificando y cuantificando ahorros que optimicen el beneficio". Estudio realizado por SYSTRA en el año 2016.
- Datos geotécnicos y sísmicos.
- Diseño geométrico para la alternativa seleccionada y topográfica del corredor.
- Levantamientos estructuras existentes afectadas.

4. ALCANCE

4.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe, por su cuenta, investigar, recopilar, analizar, revisar, consultar y evaluar la información encontrada de todos los estudios previos que se han realizado en el área del proyecto, con el fin de verificar con la situación actual, comprobando en terreno, cuando sea necesario la concordancia de los planos encontrados, especialmente cuando se considere que estos serán un insumo para el diagnóstico o diseño del proyecto.

La revisión de la información producto de estudios previos busca que el Contratista conozca al detalle los insumos que existen, los evalúe y determine cuáles de ellos debe considerar como determinante en sus diseños; es decir, cuales siguen siendo válidos o pertinentes y cuales es necesario actualizar teniendo en cuenta los parámetros que se han planteado en el proyecto.

Además, es preciso revisar las normas relacionadas con todos los instrumentos de planeación y normativos adoptados o en proceso de adopción, que se localicen en el área de influencia del proyecto que puedan ser determinantes para el diseño de este. Por lo mismo, es preciso que el Contratista haga su propia investigación en las entidades competentes.

4.2 FACTIBILIDAD

4.2.1 Consideraciones generales

El alcance comprende los estudios y diseños necesarios para obtener el dimensionamiento de las estructuras a nivel de factibilidad, tales como viaductos de línea, edificaciones, estaciones, portales, deprimidos o soterrados, talleres, patios, subestaciones, puentes vehiculares, puentes peatonales, ciclo puentes, ciclo estaciones, deprimidos, estructuras hidráulicas, estructuras de contención, pasos peatonales y de traslado de subestaciones eléctricas (en caso de ser necesario)

y demás obras complementarias, en sus tipologías generales o soluciones tipo, necesarias para asegurar la viabilidad y la constructividad del proyecto de la Línea 2 del Metro de Bogotá, y que permitan la valoración y contratación posterior de la obra con una certidumbre razonable sobre la adecuación del precio de dicha contratación. Respecto al criterio de constructividad el Contratista debe considerar dentro de sus análisis, procesos de construcción viables, desde el punto de vista técnico, económico y de seguridad buscando reducir o prevenir errores, demoras o sobrecostos.

Para esto el Contratista debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Trazado horizontal y vertical de la línea
- Implantación de estaciones.
- Implantación de estructuras existentes afectadas
- Análisis de la información geotécnica y topográfica.
- Subestaciones eléctricas
- Centro de Control Operacional (En caso de que se decida por la alternativa de una edificación independiente al CCO de la Línea 1).
- Material rodante seleccionado, su gálibo cinemático en rectas y curvas y el sistema de captación de energía.
- Layout del patio taller
- Interfaces con otros sistemas y subsistemas.

El Contratista debe desarrollar como mínimo, para cada estructura a diseñar, las siguientes actividades básicas:

- Estimación de cargas muertas.
- Estimación de cargas vivas.
- Desarrollo de los sistemas estructurales para el viaducto, estaciones y cimentaciones, definidas en los documentos de antecedentes y en la descripción general del proyecto.
- Análisis y diseño básico de cimentaciones tipo.
- Análisis y diseño básico de alternativas de implantación geométrica tipo y puntos singulares o particulares que requieran soluciones específicas.
- Cálculo de cuantías estimadas necesarias para esas soluciones tipo y puntos singulares.
- Planteamiento de geometrías, pórticos, etc., para soluciones tipo del viaducto y puntos singulares o particulares que requieran soluciones específicas.
- Definición de detalles típicos.
- Determinación de cantidades de obra, de precisión suficiente para una adecuada estimación de costos.

- Especificaciones técnicas para asegurar la viabilidad constructiva.

Para la búsqueda, recopilación y análisis de información secundaria, se debe contemplar aspectos principales como: antecedentes de proyectos, estudios y normatividad vigente y, en general, todos aquellos aspectos que permitan tener un adecuado conocimiento del proyecto desde el punto de vista estructural, lo cual se debe complementar con el reconocimiento visual de las zonas que hacen parte del proyecto, con el objetivo fundamental de realizar un diagnóstico preliminar.

Para estructuras existentes, se debe realizar un análisis del estado estructural y funcional, a partir del diagnóstico visual y patológico realizado. Adicionalmente, se debe plantear una solución conceptual para el reforzamiento de las mismas en los casos en que se encuentre necesario. Igualmente, en los casos en los que sea necesario, se debe realizar un informe técnico que justifique la necesidad de demolición de estructuras.

Para las estructuras nuevas el Contratista debe realizar, en primera instancia, un listado de las estructuras requeridas, definiendo el tipo de estructura, localización, dimensionamiento, identificación de los materiales, memorias de cálculo, despiece de los elementos, detalles de refuerzo y cantidades de obra.

El Contratista debe analizar alternativas de solución para las estructuras nuevas, presentando análisis justificados de ventajas y desventajas, teniendo en cuenta variables tales como: sistema estructural, materiales (hormigón, acero, mixto, etc.), geometría, armonía con el concepto arquitectónico de los elementos, estimación y comparación de costos. De estas alternativas se debe seleccionar la más favorable.

La solución estructural para cubrir la luz total de los puentes o viaductos debe tener la mínima cantidad de apoyos, dentro de consideraciones de economía, diseño, seguridad vehicular, amplitud espacial y aspectos estéticos y atendiendo a los criterios ya fijados en las soluciones descritas en el alcance técnico. Así mismo, el Contratista debe armonizar las estructuras y especialmente los apoyos con los proyectos adelantados por el Instituto de Desarrollo Urbano.

Para el diseño de viaductos, puentes o soterrados de estructura férrea (cuando aplique) y de las estaciones (tipologías, dimensiones básicas, concepto arquitectónico, materiales) se debe partir de las soluciones descritas dentro de la descripción del proyecto y/o las incluidas en la prefactibilidad. El diseño por realizar debe cumplir consideraciones de economía, seguridad, amplitud espacial, aspectos estéticos, coordinación con otras estructuras existentes o proyectadas.

Las soluciones consideradas más idóneas, serán dibujadas en sus detalles tipo, para asegurar su adecuación funcional y constructiva. Se elegirá, razonablemente, la solución final, definiéndose las formas, materiales y acabados y las soluciones elegidas, serán dimensionadas en secciones tipo para confirmar su validez y su aplicabilidad por el adjudicatario de la construcción a la totalidad de la Línea a construir.

Al inicio de los diseños de las estructuras y sus cimentaciones, se describirán las acciones consideradas, con especial referencia a los efectos sísmicos y coeficientes adoptados de acuerdo con la normatividad. Se incluirá un cuadro con las hipótesis consideradas y sus combinaciones ponderadas, y un resumen por elemento.

En los muros y estructuras de contención se justificarán los empujes del terreno y los parámetros del mismo, que permitan la determinación de empujes e interacción muro - relleno.

Deben tenerse en cuenta las medidas preventivas para garantizar la durabilidad de las estructuras a fin de protegerlas del ataque de agentes agresivos.

Deben diseñarse las estructuras necesarias para las obras de drenaje y para el cruce de canales y ríos cumpliendo con las normas que exija la la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB). El Contratista debe solicitar a la EAAB los datos técnicos para el diseño de estas estructuras. Complementariamente, en caso de requerirse, el Contratista debe solicitar a las demás empresas de servicios públicos domiciliarios, la información necesaria que se requiera para el proyecto, programando con el Interventor reuniones coordinadas con representantes de la parte técnica de tales empresas. Así mismo debe tenerse en cuenta lo dispuesto por la Secretaría Distrital de Ambiente en cuanto a la normatividad relacionada con la zonificación de cuerpos de agua y sus Planes de Manejo Ambiental vigentes.

El diseño estructural a nivel de factibilidad debe contemplar el análisis de todos los elementos del proyecto en conjunto para lograr la armonía del sector de acuerdo con la normatividad vigente a la fecha de ejecución del proyecto objeto del presente proceso.

4.2.2 Memorias de análisis y diseño de factibilidad

El diseño a nivel de factibilidad de las estructuras incluidas en el estudio vendrá refrendado por los oportunos cálculos generales que se extenderán en cada caso a los aspectos que correspondan entre los siguientes:

- Replanteo geométrico en planta y alzado
- Capacidad portante de las cimentaciones

- Capacidad resistente de los elementos integrantes de las cimentaciones
- Diseño de los elementos estructurales
- Diseño de los elementos de sostenimiento de zanjas y entibaciones, diferenciando claramente las propuestas en función de las características previsibles de los terrenos y de posibles variaciones en altura que se pudieran detectar en el momento de la ejecución de las obras.

Todos los cálculos, se incluirán en el correspondiente anexo del estudio de forma editable y con la formulación activa con el fin de rastrear el origen de los cálculos. Si se incluye referencia a libros externos, estos deben anexarse.

Para cada uno de los elementos se especificará los métodos de cálculo empleados, hipótesis de carga consideradas, así como las características de los materiales y los coeficientes de seguridad adoptados.

Se debe tomar en consideración las cargas temporales de maquinaria de obra, las generadas durante los procedimientos constructivos y las definitivas, así como las afectaciones al tráfico normal de vehículos y de peatones.

4.2.3 Planos de definición

Todas las obras vendrán en planos adecuados con el detalle suficiente para posibilitar su correcta definición. Dichos planos contemplarán, según cuál sea la obra en cuestión, aspectos referentes a los siguientes detalles:

- Planta y alzado general de las estructuras, incluyendo replanteo básico.
- Cimentaciones: formas.
- Alzados: formas.
- Losas: geometría general, secciones tipo.
- Modulación estructural de edificaciones
- Modulación de columnas del viaducto.

En todos los planos se especificarán las características de los materiales empleados, los niveles de control supuestos y los coeficientes de mayoración de acciones y coeficientes de reducción de resistencias a adoptar en el Estudio, conforme lo prescriben la normatividad y reglamentos vigentes.

El alcance y definición de estas estructuras serán, por lo tanto, lo suficiente para que el adjudicatario del contrato de Ejecución del Proyecto no pueda tener ninguna duda, ni en el

proceso de licitación, ni en el posterior de desarrollo de ingeniería de detalle constructivo, ni en la fase de ejecución, respecto a las condiciones exigidas para la realización correcta de las estructuras así definidas.

4.2.4 Estructuras existentes

Las estructuras existentes que se encuentren afectadas de forma temporal o definitiva por las obras o la posterior explotación del Metro deben ser analizadas con objeto de verificar si su seguridad estructural se ve comprometida por la nueva situación creada a partir de la implantación del sistema férreo. En caso de que así sea, se estudiarán las medidas necesarias para garantizar su seguridad. Para cada una de estas estructuras existentes afectadas el Contratista debe realizar el inventario, levantamiento topográfico e identificación de las patologías existentes, así como la identificación de la intervención que se debe realizar.

Esta actividad comprende un análisis del estado estructural y funcional. A partir del diagnóstico visual y patológico, se deben realizar:

- Identificación de estructuras existentes: Listado y localización georreferenciada de las estructuras que se encuentran dentro de la zona de influencia del proyecto (puentes peatonales y vehiculares, deprimidos, estructuras hidráulicas y estructuras de contención), de acuerdo con la nomenclatura vial de la ciudad.

- Informe de Inspección visual: Documento con el resultado de la inspección visual realizada por el especialista a cada una de las estructuras identificadas, en el que se incluyan fotografías, descripción, tipología, material y listado de daños y patologías observadas.

- Recopilación de información: Listado de la información existente de diseño, construcción y mantenimiento de las estructuras existentes, previamente identificadas (informes, memorias y planos).
- Listado de estructuras existentes a conservar: Enumeración y relación de las estructuras existentes que deban ser conservadas como parte del proyecto.
- Ensayos y pruebas propuestos a realizar en las estructuras existentes que se prevean conservar y/o adecuar dentro del proyecto.

Como consecuencia de este diagnóstico de las estructuras existentes afectadas, el Contratista debe clasificarlas en:

- Estructuras a demoler: Se debe realizar un informe técnico que justifique la necesidad de demolición de estructuras y la manera como esta se remplazará (si es necesario).

- Estructuras a intervenir: Se deben plantear una solución a nivel de factibilidad para su reforzamiento. Estas soluciones conceptuales comprenden: Propuestas de intervención para reforzamiento, rehabilitación, adecuación o mantenimiento de las estructuras existentes, que serán conservadas dentro del proyecto.
- Estructuras a conservar: Se debe realizar un informe que justifique que las condiciones son suficientes y seguras para prestar el servicio sin ningún tipo de intervención inicial.

4.2.5 Cimentaciones

El estudio de las cimentaciones irá acompañado de la información geotécnica necesaria para asegurar la correcta ejecución de las cimentaciones, debiendo incluir en esta documentación los sondeos realizados. En los alzados longitudinales se dibujará el perfil del estrato en el que se incluirán las cimentaciones.

En general y dependiendo del tipo de estructura y de las cargas a las que este solicitada, se seleccionará el tipo de cimentación a implementar con su debida justificación. Al igual que en el tipo de estructura a utilizar, se debe hacer una valoración específica de cada tipo de cimentación.

La técnica más utilizada en la ciudad de Bogotá son pilotes de hormigón de gran longitud trabajando a fricción o barretes, prefiriéndose aquellas soluciones que reduzcan el tamaño en planta del cabezal de cimentación. Las cimentaciones deben seguir las recomendaciones producto de los resultados de los estudios de suelos.

Para el diseño estructural se deben tener en cuenta los estudios existentes de zonificación y/o Microzonificación de riesgo sísmico y todos aquellos posteriores que lo complementen, además de la aplicación de los reglamentos colombianos de diseño y construcción vigentes.

Todas las actividades relacionadas con la localización de los elementos de cimentación deben estar asociadas con la investigación de redes. En ningún caso se aceptarán suposiciones en la identificación de las redes de servicios públicos.

4.2.6 Viaductos, puentes y otras estructuras

El estudio se desarrollará utilizando la normativa vigente en todo lo que se refiere a acciones, materiales y demás elementos constitutivos de la obra.

En relación con los viaductos y puentes tanto para el sistema ferroviario (en los puntos donde se defina esta tipología) como para los vehiculares y/o peatonales, los diseños de factibilidad se

desarrollarán utilizando la normativa vigente en todo lo que se refiere a acciones, materiales y demás elementos constitutivos de la obra.

En cuanto a las estructuras para la vía se debe considerar la tipología del vehículo férreo seleccionado, con un sistema de rieles, con interacción con ruedas de acero. La aplicación del tren de cargas para el cálculo de estructuras se fijará según las normas aplicables.

El Contratista justificará adecuadamente las soluciones tipo de cimentación propuesta para las estructuras y obras de paso, incluyendo:

- Los datos del estudio geotécnico considerados.
- La justificación del tipo de cimentación.
- Los cálculos referentes a la capacidad portante.

Se indicarán los parámetros geotécnicos y los coeficientes de seguridad adoptados en los cálculos, así como la normativa seguida o las correspondientes referencias bibliográficas de las correlaciones utilizadas.

En los planos debe indicarse explícitamente la profundidad y dimensiones de las cimentaciones en las diferentes soluciones tipo que se hayan justificado como las más adecuadas para el proyecto.

4.2.7 Estaciones

El Contratista desarrollará el diseño de factibilidad de las estaciones elevadas y subterráneas de Metro (de paso, terminales, y de integración), y las del sistema de TransMilenio en el punto donde se traslapen, comprendiendo el estudio y definición de las diferentes obras que configuran las distintas tipologías de las estaciones, incluyendo los accesos, prevestíbulos, vestíbulos, andenes, zonas técnicas y operacionales, etc.; de acuerdo con los esquemas y soluciones incluidas el estudio de prefactibilidad y en la descripción técnica, parámetros operacionales de TRANSMILENIO S.A. y las directrices de la EMB.

4.2.8 Obras enterradas.

Se definen como obras enterradas aquellas obras que son recubiertas en su totalidad por suelo de una manera definitiva. En particular, se consideran obras enterradas a los desvíos de los servicios afectados.

Se prestará especial atención al diseño de la línea en trinchera cubierta, transiciones entre tipologías elevada y subterránea y de las estructuras de contención de tierras (entibación blindada, tablestacado, muros colados, barretes, muros de contención, etc.).

En el diseño de factibilidad de las estructuras de contención de tierras, se considerará que en situación definitiva actúa al menos el empuje en reposo, y como máximo el empuje pasivo afectado de un coeficiente de reducción, de acuerdo con el estudio geotécnico realizado por el Contratista.

El proyecto de túnel se describe en una especificación técnica separada.

4.2.9 Obras civiles para los sistemas férreos

El Contratista debe desarrollar el diseño a nivel de factibilidad correspondiente a las obras civiles y edificaciones necesarias para albergar o para garantizar la correcta funcionalidad de los sistemas y subsistemas férreos, tales como edificaciones del patio taller, obras civiles para albergar subestaciones eléctricas, o cualquier otra estructura complementaria.

En cuanto al Centro de Control Operacional (CCO) para la Línea 2, como se menciona en la especificación técnica ET-19, el Contratista debe estudiar y recomendar la mejor entre las siguientes dos opciones: i) Un CCO independiente de la Línea 1 y ii) Utilizar las mismas instalaciones del CCO de la Línea 1. En caso de que la EMB decida tomar la opción i) el Contratista debe diseñar a nivel de factibilidad la nueva edificación de acuerdo con los criterios definidos en esta especificación y en la correspondiente al CCO.

4.2.10 Aspectos arquitectónicos

La solución estructural debe ser armónica con el concepto arquitectónico de los elementos.

La solución estructural para cubrir la luz entre andenes de la vía inferior debe tener la mínima cantidad de apoyos dentro de las consideraciones de economía de diseño, seguridad peatonal, amplitud espacial y aspectos estéticos.

En lo que respecta a los aspectos urbanos y arquitectónicos, se debe tener en cuenta lo establecido en el Decreto 323 de 1992, reglamentario del Acuerdo 6/90 y lo contemplado en la Cartilla de Andenes (Decreto 308 de 2018) y la Cartilla Mobiliario Urbano Decreto 603 de 2007.

5. RESULTADOS

5.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe presentar, como parte de la "Debida Diligencia de la Información", un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

Dentro de los resultados obtenidos de la Debida Diligencia se debe indicar y determinar la validez de la información consultada, describiendo y justificando claramente las razones técnicas que soporten la respuesta sobre qué información es posible utilizar, cómo se va a utilizará durante la elaboración de los diseños de factibilidad y en qué medida cumple con lo requerido.

5.2 FACTIBILIDAD

Se debe incluir como mínimo los siguientes documentos:

5.2.1 Inventario de las estructuras existentes

- Identificación de estructuras existentes: Listado y localización georreferenciada de las estructuras que se encuentran dentro de la zona de influencia del proyecto (puentes peatonales y vehiculares, deprimidos, estructuras hidráulicas y estructuras de contención), de acuerdo con la nomenclatura vial de la ciudad.
- Informe de Inspección visual: Documento con el resultado de la inspección visual realizada por el especialista a cada una de las estructuras identificadas, en el que se incluyan fotografías, descripción, tipología, material y listado de daños y patologías observadas.
- Recopilación de información: Listado de la información existente de diseño, construcción y mantenimiento de las estructuras existentes, previamente identificadas (informes, memorias y planos).

5.2.2 Recomendaciones para estructuras existentes

- Listado de estructuras existentes a conservar: Enumeración y relación de las estructuras existentes que deben ser conservadas como parte del proyecto.
- Recomendación de ensayos propuestos: Ensayos y pruebas propuestos para realizar en las estructuras existentes que se prevean conservar y/o adecuar dentro del proyecto.

- Recomendación de Intervenciones: Propuestas de intervención para reforzamiento, rehabilitación, adecuación o mantenimiento de las estructuras existentes, que serán conservadas dentro del proyecto, incluyendo memorias del análisis y diseño de factibilidad estructural que contenga las cimentaciones y planos de definición con formas y cuantías.
- Recomendación de estructuras a realizar topografía de detalle: Listado de estructuras que requieren levantamiento topográfico detallado para su análisis.

5.2.3 Diseño de estructuras nuevas, a nivel de factibilidad.

- Listado de estructuras nuevas: listado de estructuras nuevas requeridas por alternativa que contenga dimensionamiento macro-geométrico, donde se incluya la localización de acuerdo con la nomenclatura vial.
- Análisis de alternativas de las soluciones estructurales nuevas a partir de los antecedentes ya fijados: análisis justificado de ventajas y desventajas para las estructuras principales, teniendo en cuenta variables como: sistema estructural, material, geometría y estimación de costos, del cual se debe seleccionar la alternativa más favorable.
- Dimensionamiento de estructuras nuevas: realizar el diseño de factibilidad para cada una de las estructuras nuevas requeridas, que incluya el dimensionamiento y caracterización de los materiales, incluyendo memorias del análisis y diseño de factibilidad estructural y de cimentaciones. El Contratista debe entregar la siguiente información: Memorias de cálculo de todos los elementos portantes, en las cuales se debe incluir la descripción de las teorías y análisis estructurales aplicados, descripción del sistema estructural usado, hipótesis de cargas, evaluación de cargas vivas y muertas, sismo, efectos de temperatura y condiciones especiales ambientales, niveles freáticos y condiciones particulares inducidos por niveles de inundación, efectos de flotación. Indicar el grado de capacidad de disipación de energía del sistema de resistencia sísmica, cálculo de fuerza sísmica, verificación de derivas y listados del procesamiento de datos.
- Esquemas de las estructuras propuestas: esquemas de geometría estructural con dimensiones y cuantías, incluyendo plantas y cortes de elementos principales de los dimensionamientos de las estructuras nuevas. Se deben indicar las especificaciones de los materiales de construcción respecto de la calidad exigida, los procedimientos constructivos y toda la información que se considere relevante, grado de capacidad de disipación de energía bajo el cual se diseñó el material estructural del sistema de resistencia sísmica, las cargas vivas y de acabados supuestas en los cálculos y el grupo de uso al cual pertenece.
- Esquemas constructivos en obras particulares que requieran soluciones específicas o construidas por fases, indicando la información especial al respecto.

- En aquellos planos que definan perfiles longitudinales o transversales de las estructuras con cimentaciones profundas subterráneas que se precisen (pilotes, barretes, pantallas, etc.) se representará, además de las características dimensionales de éstas en las agrupaciones de soluciones tipo que se hayan justificado, las geotécnicas de los terrenos por los que transcurren, así como los tratamientos de mejora del terreno que se proyecten.

5.2.4 Estimación de cantidades de obra

- Listado de ítems de obra: Definición de los ítems representativos al componente de estructuras, para reforzamiento, rehabilitación, adecuación, mantenimiento y/o construcción.
- Cálculo de cantidades de obra: Elaboración de la memoria de cantidades de obra con base en el dimensionamiento realizado, para cada ítem representativo de las estructuras del proyecto.
- Especificaciones técnicas básicas para la elaboración de la ingeniería de detalle de las estructuras y sus cimentaciones.
- Para llevar a cabo esta actividad debe considerarse la especificación técnica sobre elaboración del CAPEX.

5.2.5 Documento Técnico de Soporte

- Informe técnico que contenga los resultados del análisis de estructuras existentes, dimensionamiento de estructuras nuevas, estimación de cantidades de obra, conclusiones y recomendaciones para la etapa de diseño.
- Resumen ejecutivo.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 12

SEÑALIZACIÓN Y CONTROL DE TRENES

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 GLOSARIO 3
2 OBJETIVO 3
3 NORMATIVIDAD 4
4 INSUMOS NECESARIOS 6
5 ALCANCE 6
5.1 DEBIDA DILIGENCIA 8
5.2 FACTIBILIDAD 8
5.2.1 Especificaciones generales 8
5.2.2 Descripción funcional del Sistema de Señalización y Control de Trenes 16
6 RESULTADOS 26
6.1 DEBIDA DILIGENCIA 26
6.2 FACTIBILIDAD - SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN Y CONTROL DE TRENES 27

ET 12 – Señalización y Control de Trenes

1 GLOSARIO

ATC: Sistema Automático de Control de Trenes

ATO: Sistema Automático de Operación de Trenes

ATP: Sistema Automático de Protección de Trenes

ATS: Sistema Automático de Supervisión de Trenes

CBTC: Communication Based Train Control

CML: Conducción Manual Libre, CML

CMP: Conducción Manual Protegida, CMP

PCAA: Puesto de Control de Accionamiento de Aguja

CCO: Centro de Control Operacional

PCLC: Puesto de Control Local

PCLT: Puesto de Control Local de Talleres

SAI: Sistema de Alimentación Ininterrumpida

SCADA: Sistema de adquisición y control de datos (Supervisory Control And Data Adquisition)

UTO: Operación sin conductor (Unnatended Train Operation)

VUT: Vía Única Temporal

2 OBJETIVO

El objeto del presente documento consiste en definir las especificaciones funcionales, operativas y requerimientos técnicos mínimos que el Contratista debe cumplir en la elaboración de los diseños de factibilidad del sistema de Señalización y Control de Trenes de la Línea 2 del Metro de Bogotá, siguiendo los niveles de calidad y prestaciones establecidas en las presentes especificaciones.

Adicionalmente, las especificaciones contienen requerimientos que el Sistema CBTC debe tener en cuenta para proveer un sistema Automático de Control de Trenes (ATC) integrado en la Línea 2 del metro de Bogotá.

Aunque estas especificaciones técnicas recogen una descripción del alcance de los trabajos asociados a la redacción del Proyecto de Diseño a nivel de factibilidad y exponen los requerimientos de los distintos subsistemas que componen el sistema CBTC, no tiene como objetivo describir todos los detalles de los trabajos a realizar en este proyecto. El Contratista debe aportar la información técnica adicional que se requiera para completar la definición del sistema y sus prestaciones y así alcanzar el objetivo descrito.

El Contratista debe revisar, adaptar y complementar la documentación existente relativa al diseño del Sistema de Señalización y Control de Trenes, obtenida durante el proceso de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá, así como los Apéndices Técnicos definidos para la PLMB.

Con el producto de diseño así obtenido, se espera que un licitador posterior pueda desarrollar la ingeniería de detalle, su construcción y puesta en operación del sistema de señalización y control de trenes.

3 NORMATIVIDAD

Normativa del Comité Europeo de Normalización (UNE-EN):

- EN 45001: General criteria for the operation of testing laboratories (Criterios generales de funcionamiento de los laboratorios de pruebas).
- EN 50081: Electromagnetic compatibility – Generic emission standard (Contabilidad electromagnética – Norma genérica de emisión).
- EN 50082: Electromagnetic compatibility – Generic immunity standard (Contabilidad electromagnética – Norma genérica de inmunidad).
- ENV 50121: Railway applications. Electromagnetic Compatibility (Aplicaciones ferroviarias. Contabilidad Electromagnética). Partes 1, 2, 3, 4 y 5. Particularmente la parte 4 que referencia a Señalización y Comunicaciones.
- EN 50122-1: Railway applications. Fixed Installations. Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing. (Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Parte 1: Medidas de protección relativas a seguridad eléctrica o puesta a tierra en instalaciones fijas).
- EN 50122-2: Railway applications. Fixed Installations. Part 2: Protective provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems. (Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones Fijas. Parte 2: Medidas de protección contra los efectos de las corrientes vagabundas causadas por los sistemas de tracción eléctrica de corriente continua).
- EN 50124: Railway applications. Insulation coordination (Aplicaciones ferroviarias, Coordinación de aislamiento).
- EN 50125: Railway applications. Environmental conditions for equipment (Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para los equipos).

- EN 50126: Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS) (Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (RAMS)).
- EN 50128: Railway applications. Software for railway control and protection systems
- (Aplicaciones ferroviarias. Software para sistemas de protección y control de ferrocarriles).
- ENV 50129: Railway applications. Safety related electronic systems for signaling (Aplicaciones ferroviarias. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización).EN 50140: Radiated radio frequency electromagnetic field immunity tests (Pruebas de inmunidad en campos electromagnéticos de radio frecuencia radiados).
- ENV 50141: Compatibilidad electromagnética. Norma básica de inmunidad. Perturbaciones conducidas debidas a campos de radio frecuencia incluidos. Ensayos de inmunidad.
- EN 50159-1: Railway applications. Communication, signalling and processing systems. Part. 1: Safety-related communication in closed transmission systems. (Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Parte 1: Comunicación de seguridad en sistemas de transmisión cerrados).
- EN 50159-2: Railway applications. Communication, signalling and processing systems. Part. 2: Safety related communication in open transmission systems. (Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Parte 2: Comunicación de seguridad en sistemas de transmisión abiertos).
- EN 50162: Protection against corrosion by stray current from Direct-Current systems (Protección contra la corrosión por corrientes vagabundas de los sistemas de corriente continua).
- EN 50163: Railway applications. Supply voltages of traction systems (Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de alimentación de los sistemas de tracción).
- ENV 50204: Campo electromagnético radiado por los radio teléfonos digitales. Ensayos de inmunidad.
- EN 50238: Railway applications. Compatibility between Rolling Stock and Train Detection Systems. (Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad entre material móvil y los sistemas de detección de trenes).
- EN 50261: Railway applications. Mounting of electronic equipment. (Aplicaciones ferroviarias. Montaje de equipos electrónicos).
- EN 55011: Límites y métodos de medida de las características relativas a las perturbaciones radio eléctricas de los aparatos de industriales, científicos y médicos (ICM).
- EN 55022: Límites y métodos de medida de las características relativas a las perturbaciones radio eléctricas de los equipos de tecnología de la información.
- EN 60068-1: Ensayos ambientales. Parte 1: General y guía.
- EN 60439: Conjunto de aparelaje de baja tensión.

- EN 60529/IEC 529/ UNE 20324: Specification for degrees of protection provided by enclosures (IP code) (Especificación de los grados de protección proporcionados por los alojamientos (código IP)).
- EN 60947: Paramenta de baja tensión.
- EN 61000-4: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques (Compatibilidad electromagnética (CEM) – Parte 4: Técnicas de ensayo y medida.
- Normativa CENELEC.
- R009-001: Railway Applications - Communication, signalling and processing systems. Hazardous failure and Safety Integrity Levels (SIL) (Aplicaciones ferroviarias – Sistemas de comunicación, señalización y proceso. Fallos peligrosos y niveles de integridad de seguridad (SIL)).
- R009-004: Railway Applications - Systematic Allocation of Safety Integrity Requirements (Aplicaciones ferroviarias – Asignación sistemática de requisitos de integridad de seguridad).
- Cualquier otra norma aplicable a los sistemas y subsistemas indicados en esta especificación técnica, de uso estándar.

4 INSUMOS NECESARIOS

Para el diseño a nivel de factibilidad del Sistema de Señalización y Control de Trenes, se deben tener en cuenta entre otros los siguientes documentos:

- Productos de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá.
- Documento de diseño del sistema de señalización y control de trenes de la Ingeniería Básica avanzada de la línea 1 Expansión de la Primera Línea del Metro de Bogotá - Fase II.
- Referencias y bibliografía de sistemas de Señalización y Control de Trenes y de otros sistemas ferroviarios nacionales e internacionales en estructuración a nivel de factibilidad, en construcción o en operación.
- Documentos que se produzcan durante la ejecución del mismo Contrato y que complementen el diseño del sistema de señalización y control de trenes; entre estos los requerimientos del material rodante, superestructura de vía, puerta de andén o plataforma y alimentación de energía eléctrica.

En cualquier caso, estos documentos deben ser considerados como referencia, no limitándose los estudios y diseños a realizar lo reflejado o comentado en los mismos.

5 ALCANCE

El sistema CBTC es un sistema flexible, que permite la operación con o sin Conductor en el interior de los trenes. Además del sistema CBTC dispondrá de un sistema de señalización lateral luminosa

que junto con los contadores de ejes permitirá las circulaciones mixtas de trenes no equipados con CBTC circulaciones especiales para tareas de mantenimiento, vehículos Auxiliares de Mantenimiento o bien, circulaciones en modo degradado.

Dentro del alcance de las especificaciones técnicas se consideran los siguientes subsistemas, como parte del sistema de señalización y control de trenes:

- Elementos de campo de señalización: Cambiavías, Contadores de ejes, señales tipo led y señales fijas.
- Sistema de enclavamientos en toda la Línea y en Patio Talleres.
- Equipamiento fijo y embarcado de ATP, de ATO y equipamiento ATS que permita una automatización total de la Línea, incluidos Patios y Talleres.

Se tendrá en cuenta que el sistema de señalización debe tener la capacidad de un intervalo de operación de 90 segundos. Para esto, el Contratista debe realizar las respectivas simulaciones teniendo en cuenta el intervalo máximo dinámico, tiempo de estacionamiento, margen de regulación y margen de seguridad que garantice el intervalo de 90 segundos tanto en la línea principal como en los retornos. Así como, simulaciones de marcha con los parámetros que caractericen la línea 2 de Metro de Bogotá y adaptar el diseño con base en los resultados obtenidos.

El Contratista debe realizar una descripción general del sistema CBTC (ATC, ATO, ATS, enclavamientos, entre otros), y elementos de campo que permitan el funcionamiento en modo nominal y degradado, tal y como se ha indicado en el alcance del sistema. Así se debe realizar, como puntos principales: la descripción de las funcionalidades y de la arquitectura del sistema, la descripción de todos los elementos propuestos y su cableado, así como los planos preliminares de los equipos, vías y cables.

El Contratista debe especificar la implementación de todas las interfaces, detallándose las funcionalidades que proporcionarán.

El Contratista debe definir, de manera general pero suficiente para asegurar las prestaciones, los condicionantes del plan de implantación del sistema completo, la forma de implantación, la planificación de los trabajos y los procedimientos de calidad a utilizar.

Se definirán de manera suficiente las directrices y requisitos mínimos para que el suministrador del sistema, adjudicatario de su diseño de detalle y su instalación y puesta en marcha, quede obligado a realizar los planes de formación con la calidad requerida, incluyendo las tareas y responsabilidades del Responsable de Capacitación, el calendario y duración de las formaciones, contenido según la especialidad y objetivo de la capacitación. Se debe definir el material de soporte a entregar para la capacitación

Finalmente, el Contratista plasmará todo ese desarrollo del sistema en los entregables definidos posteriormente en este documento.

Independientemente de las tareas, el Contratista debe tomar como parte del alcance del proyecto, cualquier documentación y/o especificación definida por cualquiera de las normativas aplicables al sistema. Se establecerá como alcance y contenido de la documentación vinculada la definida en cada una de las normas aplicables.

5.1 DEBIDA DILIGENCIA

Se deben revisar todos los estudios técnicos que se hayan realizado con anterioridad que se consideren relevantes para el desarrollo del diseño, a fin de comprender cabalmente los diseños de ingeniería y, en general, todos aquellos estudios desarrollados hasta la fecha que tengan aplicabilidad. Para el efecto debe realizar:

- Revisión y análisis de información de las etapas anteriores. El Contratista recibirá los estudios realizados a la fecha, y debe revisar y analizar los mismos, dado que éstos serán los insumos básicos con los que se contará para llevar a cabo el alcance del Contratista, en especial los mencionados en el numeral 3 de este documento.
- Durante este proceso, el Contratista debe revisar y analizar el nivel de desarrollo de los estudios realizados de cara a la estructuración del proyecto.
- Identificar las posibles deficiencias en la información disponible, evaluar su impacto en la realización del estudio, y proponer, de ser necesarias, soluciones específicas para suplirlas.

5.2 FACTIBILIDAD

5.2.1 Especificaciones generales

En este apartado se describen las especificaciones técnicas mínimas de los elementos que deben componer el Sistema de Señalización y Control de Trenes.

5.2.1.1 Centro de Control Operacional (CCO)

El CCO debe estar conformado por los equipos de comando/control y supervisión de todo el sistema de tráfico de la Línea 2 de Metro de Bogotá. En el edificio del CCO, donde se encuentran ubicados los operadores de Circulación de Línea, los operadores de Circulación UTO, entre otros, serán los encargados de la Operación nominal y degradada de la Línea 2 del metro de Bogotá mediante las herramientas CBTC.

5.2.1.2 Centro de Control Operacional de Respaldo (CCO-R)

En caso de una pérdida total o parcial de las funciones del CCO causado por algún evento imprevisible e irresistible, la Operación debe seguir desde el CCO-R ubicado en el Patio-Taller, el cual debe tener todos los equipos CBTC para poder operar la Línea 2 del Metro de Bogotá con el

mismo nivel funcional y de disponibilidad que el CCO, de manera que no se vea degradada la Operación. Los sistemas y equipos del CCO y CCO-R deben ser independientes entre ellos.

5.2.1.3 Detección Secundaria (Contadores de eje)

El sistema CBTC debe incluir una detección secundaria de respaldo independiente de la función de detección en modo nominal a fin de establecer la detección de los Trenes en caso de falla de la detección en modo nominal del CBTC. La detección secundaria mínima requerida estará constituida por contadores de ejes que debe ser de seguridad SIL4 y a prueba de fallos según el estándar IEC 61508.

5.2.1.4 Detección del riel roto.

El Contratista debe proponer un sistema de detección del riel roto basado en sensores embarcados en el Tren.

El Contratista debe tener en cuenta que, como mínimo, el 20 % de la flota de trenes estén equipados con un sistema de detección del riel roto.

5.2.1.5 Cambiavías.

Los cambiavías deben como mínimo estar conformados por:

- Caja motor
- Timón de accionamiento manual.
- Mecanismo de cerrojo interno
- Cerrojo externo de uña
- Puesto de control de accionamiento de aguja.

El Contratista debe elegir el tipo de cerrojo a emplear y justificar dicha elección.

El Contratista debe definir y justificar las siguientes características técnicas de los cambiavías que se emplearán:

- Recorrido ajustable.
- Esfuerzo de maniobra.
- Esfuerzo de retención para los accionamientos no talonables.
- Esfuerzo de retención para los accionamientos talonables.
- Niveles de tensión para la alimentación eléctrica.

Además, los cambiavías deben, como mínimo, considerar los siguientes aspectos:

- Disponer de comprobación independiente de los espadines.

- Permitir el ajuste de las comprobaciones del accionamiento sencillo, permitiendo una obertura máxima del espadín de 3mm.
- Tener la posibilidad de montaje en cambios articulares o elásticos.
- Tener una duración de la maniobra máximo de 4 segundos.
- Estarán protegidos contra perturbaciones electromagnéticas susceptibles de influir en su funcionamiento.
- Considerar las normas europeas EN50121-1, 2, 3, 4, 5 de Compatibilidad Electromagnética.
- De construcción robusta, Clase de protección I según VDE 0100.
- Protección IP54 según norma DIN 40050.
- Temperatura ambiente entre -40ºC y +70ºC.

Los cambiavías dispondrán de una maneta para el accionamiento manual con dispositivo de corte de corriente, comprobación y bloqueo de maneta, que interrumpa el circuito eléctrico del motor antes de que encaje la maneta. Una vez iniciada una maniobra manual no será posible extraer la maneta hasta que haya finalizado el recorrido de los espadines.

5.2.1.6 Vehículos auxiliares de Mantenimiento

Estos vehículos deben estar equipados con un sistema CBTC de tipo GOA1, que asegure la protección de espaciamiento y la supervisión de la velocidad.

5.2.1.7 Señales

Tipos de señales que se podrán emplear:

- Señales para el Sistema de señalización y Control de Trenes (Patio Taller y maniobras).
- Señales de indicación de posición de aguja.

El diseño de las señales debe cumplir con las siguientes características:

- Estancas para instalar en túnel y viaducto.
- Las señales deben ser de tipo modular de tecnología LED
- Caja de acero.
- Se podrá instalar directamente sobre hastial o sobre un soporte.
- La sujeción del soporte o de la señal será con taco químico o similar.
- La cromaticidad de los focos seguirá los códigos establecidos por la UIC.
- Estarán protegidas contra perturbaciones electromagnéticas susceptibles de influir en su funcionamiento.
- Se considerarán las normas europeas EN50121-1, 2, 3, 4, 5 de Compatibilidad Electromagnética.

- Contar con un dispositivo que permita detectar cuando una señal o indicador se encuentre defectuoso o apagado y debe enviar una alarma al CCO.
- Clase de protección I según DIN 57804.
- Protección IP54 según norma DIN40050.
- Temperatura ambiente entre -40ºC y +70ºC.

Para las zonas de maniobra, talleres (posiciones de transferencia, entrada a talleres, entre otras) y posiciones de estacionamiento, se emplearán señales fijas para facilitar las maniobras en conducción manual. Estas señales deben ser fabricadas con materiales compatibles con las condiciones ambientales de la ciudad de Bogotá.

5.2.1.8 Sistema de Detección de Obstáculos en la vía.

En caso de detección de obstáculo (información proporcionada por el Tren al CBTC) el Tren debe frenar en urgencia, el sistema CBTC debe proporcionar la información necesaria al operador del CCO y enviar un comando al sistema de Telecomunicaciones para la activación de la cámara frontal del Tren.

5.2.1.9 Balizas

Las balizas deben cumplir, como mínimo, con las siguientes características:

- Las balizas que presenten información variable estarán controladas por codificadores en base a la información recibida por los niveles superiores (nivel 2). Los codificadores se instalarán en los locales técnicos del Sistema de Señalización y Control de Trenes.
- Las balizas para la información fija deben ser energizadas por la propia señal que envíe el tren, no deben requerir alimentación de energía eléctrica con cables o baterías internas.
- Serán de tipo pasivo y resistente.
- Serán capaces de proveer capacidad de reprogramación ROM y almacenamiento en memoria.
- Estarán protegidas contra perturbaciones electromagnéticas susceptibles de influir en su funcionamiento.
- Se considerarán las normas europeas EN50121-1, 2, 3, 4, 5 de Compatibilidad Electromagnética.
- Protección contra agua y cuerpos extraños IP 65 según DIN 60529.
- Temperatura ambiente entre -40ºC y +80ºC.
- Humedad relativa 95% no condensada.
- Aplicación Norma DIN 40040.

En caso de emplearse balizas para informar la proximidad a los túneles, puentes o zonas neutras, el Contratista debe realizar una descripción de las interfaces, funcionalidades operativas y de seguridad necesarias como, por ejemplo, el sistema de ventilación de los trenes, inhibición del

dispositivo de Liberación de las Puertas en Emergencia del tren, la regulación de velocidad para minimizar inconvenientes de cruces entre trenes en los túneles.

5.2.1.10 Equipamiento Nivel 2

Los requerimientos del equipamiento relativo al enclavamiento son:

- Equipamiento hardware.

  - El equipamiento hardware estará diseñado con las técnicas de seguridad y redundancia necesarias para conseguir los requisitos de Confiabilidad, Mantenibilidad y Seguridad, solicitadas en el ET 24 RAMS.
  - Todas las entradas y salidas del nivel inferior, que harán el enlace con los elementos de campo, tendrán que estar protegidas contra influencias exteriores. Concretamente tendrán que estar aisladas galvánicamente y tender una rigidez dieléctrica en modo diferencial y común de 1500V y tendrán que estar protegidas contra sobretensiones de 2.500V.
  - Estará protegido contra perturbaciones electromagnéticas susceptibles de influir en su funcionamiento.
  - Los equipos de los enclavamientos se alojarán en bastidores estándar de 19” y 2,2 metros de altura.
  - Soportará una vibración con las condiciones siguientes:
    - Aceleración vertical de 2g.
    - Frecuencia y amplitud: 5Hz-1mm y 40Hz-2mm.
    - Duración 106 ciclos.
  - Temperatura ambiente entre -40ºC y +70ºC.
  - Humedad relativa 95% no condensada.
  - Aplicación Norma DIN 40040.

- Equipamiento Software.

  - Todo el software tendrá que ser desarrollado con una metodología y la documentación que permitan un examen práctico a todos los niveles.
  - Tendrá que ser desarrollado de forma que sea constituido por un programa fijo que se pueda validar una sola vez y un conjunto de datos que particularicen el programa para la aplicación concreta.
  - El sistema tendrá que asegurar que no se produzca ninguna situación contraria a la seguridad como consecuencia de la corrupción o caducidad de los datos leídos, almacenados o generados durante la ejecución del programa.
  - El software debe ser modular de forma que permita introducir nuevas funciones y escoger nuevos paquetes sin necesidad de modificar la estructura general.
  - El software estará estructurado de forma que se diferencien los siguientes niveles:

- Software de sistema: sistema operativo, el control de interfaces y comunicaciones, rutinas de arranque, sincronización entre máquinas, etc.
- Software correspondiente a la explotación ferroviaria específica.
- Software específico de la aplicación en la instalación.

- Alimentación.

  - Se dispondrá de un cuadro de baja tensión alimentado desde el Cuadro General de Baja Tensión de la estación y dispondrá de dos tipos de salida: no crítica, y crítica para alimentar los servicios críticos del enclavamiento.
  - Las salidas críticas se alimentarán por una UPS redundado en electrónica y baterías. Cada grupo de baterías tendrá una autonomía de mínima de 180 minutos.
  - Las UPS se dimensionarán para permitir el movimiento simultaneo de todos los accionamientos de aguja dependientes del enclavamiento y sin restricciones durante los 180 minutos de autonomía de las baterías.

5.2.1.11 Equipamiento ATP y ATO

- Equipamiento fijo.

  - Equipamiento estará redundado tipo “Hot Stand by”. La unidad secundaria no emitirá ninguna salida, pero sí que recibirá y procesará las mismas entradas que la unidad activa.
  - El nivel de seguridad total del CBTC será SIL4.
  - Los equipos de tierra deben estar centralizados en los locales técnicos de enclavamientos y no se permitirá su ubicación en vía.
  - El equipamiento de tierra tendrá que cumplir las normativas internacionales de aplicación en esta materia y en particular las CENELEC relativas a enclavamientos.

- Equipamiento embarcado.

  - Será accesible para facilitar la revisión y permitirá ser montado o desmontado fácilmente para permitir sustituciones rápidas.
  - Todos los elementos (panel de conducción, etc.) se tendrán que adaptar a las dimensiones y disposiciones de los trenes. No deben interferir de manera alguna con los accesos.
  - Estarán integrados con el material rodante y no restarán espacio disponible en la zona de pasajeros.
  - Dispondrá de un sistema de almacenamiento de eventos extraíble mediante PC. La aplicación tendrá un entorno amigable con el usuario, preferentemente gráfico.
  - El dimensionamiento será tal que todos los procesadores, deben funcionar como máximo a un 50% de su nivel de procesamiento, así como la máxima carga de los dispositivos de memoria debe ser de un 50%.
  - Los equipos basados en procesadores y que realizarán funciones vitales deben ser totalmente redundantes tipo “Hot Stand by”.

- Todos los materiales e instalación del equipamiento CBTC embarcado debe cumplir con las normas CENELEC o equivalentes.

- Alimentación.

  - Se dispondrá de un cuadro de baja tensión alimentado desde el Cuadro General de Baja Tensión de la estación y dispondrá de dos tipos de salida: no crítica, y crítica para alimentar los servicios críticos del enclavamiento.
  - Las salidas críticas se alimentarán por una UPS redundado en electrónica y baterías. Cada grupo de baterías tendrá una autonomía de mínima de180 minutos.

- Se considerarán las normas europeas EN50121-1, 2, 3, 4, 5 de compatibilidad electromagnética.
- Respecto a las condiciones mecánicas y ambientales cumplirán con:
  - Soportará una vibración con las condiciones siguientes:
    - Aceleración vertical de 2g.
    - Frecuencia y amplitud: 5Hz-1mm y 40Hz-2mm.
    - Duración 106 ciclos.
  - Temperatura ambiente entre -40ºC y +70ºC.
  - Humedad relativa 95% no condensada.
  - Aplicación Norma DIN 40040.

5.2.1.12 Equipamiento ATS

Todo el equipamiento ATS forma parte del Centro de control Operacional. Así los equipos que determinen el sistema ATS tendrán que cumplir como mínimo con todo lo especificado para el CCO.

Algunas de las características de los equipamientos ATS son:

- Equipamiento Hardware.
  - Los servidores estarán redundados tipo “Hot Stand by”.
  - Las unidades centrales de procesamiento a ser usadas estarán basadas en procesadores de doble núcleo.
  - Se dispondrá de una herramienta de administración de servidores para la administración completa de servidores, incluidas alarmas, versiones de software, recursos computacionales, arranque y desempeño.
  - Cada sistema central de servidores incluirá una unidad de almacenamiento de archivos montable en rack.
  - El procesador soportará todas las funciones del sistema utilizando no más del 50% de la capacidad de procesamiento de cada servidor y estación de trabajo bajo condiciones de sobrecarga máxima.

- Se dispondrá de un mecanismo para definir, controlar y asignar accesos a usuarios para todas las instalaciones del sistema ATS.

- Equipamiento Software.

  - Todo el software tendrá que ser desarrollado con una metodología y documentación tales que permitan un examen práctico a todos los niveles.
    Tendrá que ser desarrollado de forma que sea constituido por un programa fijo que se pueda validar una sola vez y un conjunto de datos que particularicen el programa para la aplicación concreta.
  - El sistema tendrá que asegurar que no se produzca ninguna situación contraria a la seguridad como consecuencia de la corrupción o caducidad de los datos leídos, almacenados o generados durante la ejecución del programa.
  - El software debe ser modular de forma que permita introducir nuevas funciones y escoger nuevos paquetes sin necesidad de modificar la estructura general.
  - El software estará estructurado de forma que se diferencien los siguientes niveles:
    - Software de sistema: sistema operativo, el control de interfaces y comunicaciones, rutinas de arranque, sincronización entre máquinas, etc.
    - Software correspondiente a la explotación ferroviaria específica.
    - Software específico de la aplicación en la instalación.

5.2.1.13 Sistema de comunicación bidireccional tren-tierra

El sistema de comunicación tren-tierra debe permitir la comunicación de forma continua y bidireccional entre los sistemas fijos ATP/ATO/ATS y todos los trenes que se encuentren en el área de conducción automática y que estén equipados con el sistema CBTC, incluidos el Patio taller, las cocheras y las vías de prueba.

El estudio de viabilidad del sistema de comunicación debe determinar como mínimo:

- Las condiciones de Inmunidad a las interferencias con los equipos embarcados de los trenes y otros sistemas de comunicación que existan en la línea.
- La arquitectura de diseño, la cual debe ser resistente al primer nivel de fallo.
- La capacidad mínima de intercambio datos de manera simultánea entre trenes en la misma zona con una velocidad máxima de 80 km/h;
- La disponibilidad conforme con los requerimientos RAM, definidos en el ET 24 RAMS.
- La capacidad mínima de intercambio de datos entre los equipos fijos y embarcados considerando el máximo número de Trenes que pueden estar presentes en cualquier zona de la línea principal, incluido el Patio-Taller;
- Las protecciones contra cualquier ataque que pueda afectar la confidencialidad, seguridad e integridad.

- La cantidad mínimo de conexiones adicionales libres por estación para las necesidades futuras del Metro.
- La capacidad física mínima de expansión para una futura ampliación de comunicaciones.

5.2.1.14 Cables de Señalización

Los cables estarán formados por materiales que cumplirán la normativa vigente respecto al aislamiento especial, características ignifugas, anticorrosión, baja toxicidad, densidad y capacidad de humos.

Las normas que se tendrán que cumplir serán las siguientes:

- Designación UNE, tipos DV 0.6/1 KV.
- Conductor de cobre Clase II según UNE 21022.
- Temperatura de trabajo hasta 90º C.
- Ensayo de no propagación llama según UNE 2043 2.1.
- Ensayos de no propagación de incendios según normas UNE 20.427 y UNE 20.432.3 Categoría C.
- Bajo emisión de humos según UNE 21.172.
- Bajo nivel de alógenos según UNE 21.147-1.
- Bajo índice de toxicidad según UNE 21.174.

5.2.2 Descripción funcional del Sistema de Señalización y Control de Trenes

En el presente apartado se establece el conjunto de requerimientos funcionales que permitirá a la línea 2 de Metro de Bogotá operar como un sistema automático UTO sin conductor con un Grado de automatización GoA 4, con un alto nivel de seguridad y rendimiento.

La descripción del Sistema de Señalización y Control de Trenes de la línea 2 de Metro de Bogotá se ha dividido en los 5 puntos siguientes:

- Modos de Funcionamiento: Se describen los modos de funcionamiento propios del sistema CBTC (nominal y degradado).
- Modos de Conducción: Se describen los modos asociados al movimiento de los trenes dentro de la Línea, Patio-Talleres y Cocheras, así como, sus respectivas velocidades.
- Estructura general del Sistema de Señalización y Control de Trenes: Se describen los requerimientos funcionales que debe cumplir el sistema CBTC, abarcando los requerimientos de equipos y sistemas necesarios para permitir la circulación segura de los trenes a lo largo de la Línea.
- Equipamiento de Patio-Taller, cocheras y de la Línea: Se describen los requerimientos de los equipos necesarios para gestionar de manera segura el movimiento de los vehículos en estas instalaciones.

5.2.2.1 Modos de Funcionamiento

Se distinguen tres modos de operación que afectan al modo de funcionamiento del sistema CBTC:

- Nominal.

El sistema CBTC operará en condiciones nominales y permitirá la correcta realización de todas las tareas para la operación automática y el cumplimiento del Programa de Circulación previsto. En este modo no se considerará la circulación de vehículos que no estén equipados con sistema CBTC.

El diseño debe tener en cuenta la operación con o sin conductores.

- Operación degradada.

Esta operación se debe a una incidencia que afecta a la operación nominal de la línea. El sistema CBTC debe poder manejar situaciones degradadas debidas a incidencia en las instalaciones fijas de estación o vía que provoquen la inhabilitación de un andén o plataforma, de una estación o de un tramo de vía simple o vía doble. Las múltiples opciones dependerán en gran medida al esquema de vías de la línea 2 de Metro de Bogotá según se ubiquen las diagonales y bretelles.

El sistema debe ser capaz de soportar los modos degradados de operación siguientes:

- VUT (Vía Única Temporal).

En este modo los servicios de un tramo inhabilitado se desvían a otra vía única de forma temporal que esté delimitada entre cambiavías o Bretelles. En este caso la circulación será totalmente automática en los dos sentidos.

- Servicio Parcial

En este modo el tramo inhabilitado es de vía doble y los tramos colaterales pasan a funcionar en modo parcial y de forma totalmente automática sin personal embarcado.

El sistema CBTC puede encontrarse en funcionamiento degradado si alguno de sus componentes se encuentra en fallo. Según la afectación se diferencian varios modos de funcionamiento degradado.

- Servicios con Bucles

Estos servicios consistirán en el retorno de Trenes según un ciclo n/m en un terminal intermedio que corresponde a una estación con cambiavías. El servicio corresponderá a una necesidad de demanda de transporte conocida; por lo tanto, estará previsto y programado en el programa de operación

- Servicios Expresos

Con el fin de optimizar la oferta de transporte, el sistema CBTC debe tener la función "Servicio Expreso". Este modo de funcionamiento consistirá en que los Trenes que circulen por una vía, no se detendrán en todas las estaciones de acuerdo con las rutas definidas previamente en el programa de operación. Durante este modo de operación deben adaptarse a este funcionamiento todas las demás funciones del sistema CBTC.

- ATP.

En este modo el sistema de tierra ATO está inoperativo; sin embargo, el sistema puede continuar operando protegido por el sistema ATP con conductor.

- Velocidad limitada ATP.

En este modo el ATP de tierra del sistema CBTC y la señalización lateral están inoperativos, pero el sistema puede continuar operando a una velocidad limitada, controlada por el equipo ATP embarcado, y en modo de conducción marcha a la vista.

- Marcha a la vista.

En este modo la conducción es manual sin ningún tipo de protección. El Contratista debe incluir en su diseño funcional, bajo qué circunstancias de fallo el sistema se operará en cada modo degradado.

5.2.2.2 Modos de Conducción

Los modos de operación definidos se aplicarán a cada uno de los trenes que circulen en la Línea, incluyendo la zona de cocheras (o patios) y talleres. El sistema debe contemplar como mínimo los modos de conducción que se definen a continuación que deben especificarse según la operación que se defina de la línea 2 de Metro de Bogotá.

Desde el CCO se podrá asignar a un tren, a un grupo de trenes o a todos los trenes de la Línea el modo de conducción en que deben circular, siendo posible la circulación simultánea de trenes en distintos modos de conducción.

El modo de conducción automático será el modo nominal de conducción dentro del sistema y los modos manuales se utilizarán principalmente para recuperar el sistema de una condición de fallo, para mover trenes dentro de la zona manual de talleres o para moverlos dentro de un tramo de la Línea operando en modo de funcionamiento fuera de horario de explotación.

Así se definen los siguientes modos de conducción:

- UTO sin conductor a bordo del Tren: en el que todas las funciones de conducción serán realizadas por el CBTC. Será el modo usado en las zonas UTO de manera nominal.

- Manual desde la consola del Tren: utilizado para los movimientos fuera de las zonas UTO (en el área de taller), y en zonas UTO cuando el modo de conducción nominal UTO no esté disponible (falla del sistema o incidente exterior).
- Conducción manual remota desde el CCO: Conducción remota restringida impuesta por el Tren (marcha a la vista mediante cámara frontal).

5.2.2.3 Estructura general del Sistema de Señalización y Control de Trenes

Para la definición de la estructura del Sistema de Señalización y Control de Trenes se considerarán diferentes niveles funcionales, en los que se clasifican los elementos que componen el Sistema:

5.2.2.3.1 Nivel 1: Elementos de campo.

- Contadores de ejes

Mediante este elemento se delimitarán los cantones que integran la línea. A pesar de que la línea utilizará cantonamiento móvil, se incluirán los contadores de eje en la línea para la localización de los vehículos auxiliares de mantenimiento y/o de los trenes que debido a una incidencia hayan perdido su posicionamiento; también se utilizarán para, en caso de fallo general, facilitar la reiniciación detectando los cantones ocupados y relocalización de trenes. Los Contadores de Ejes se deben instalar en cada aguja del cambiavía.

El Contratista debe estudiar, definir, justificar y optimizar la colocación de los contadores de ejes en zonas de agujas de los cambiavías, en estaciones, talleres y tramos de la línea asociados a maniobras.

- Cambiavías

Los cambiavías se utilizarán para la realización de maniobras, retenciones y comprobación de cambios u otros elementos. Los cambiavías podrán ser maniobrables de modo remoto desde el Centro de Control Operacional (CCO) y de modo local mediante un timón de accionamiento manual, y a pie de aguja a través de un puesto de mando especializado: Puesto de Control de Accionamiento de Aguja (PCAA).

- Señales de protección de aguja (o señales indicadoras de aguja).

Todas las agujas se protegerán mediante señales luminosas de tecnología LED, ubicadas en la punta y en las vías de talón de la aguja.

- Balizas.

A través de las balizas en vía se transmitirá la información de reposicionamiento al tren, así como otra información referente a la infraestructura como, por ejemplo: perfiles de velocidad,

gradiente, zonas neutras, túneles, etc. Las balizas también garantizarán determinada precisión en los puntos de parada y permitirán la inicialización de trenes parados en los estacionamientos.

- Señalización Fija.

Las señales fijas facilitarán la conducción manual en funcionamiento fuera del horario de explotación y en modo degradado con conducción manual para anunciar a los conductores los límites de maniobra, zonas de seccionadores, cantones fijos, etc.

5.2.2.3.2 Nivel 2: Enclavamiento.

Las tareas del enclavamiento se dividirán en tres niveles: superior, central e inferior.

- Nivel superior.

Las tareas pertenecientes al nivel superior serán las encargadas del intercambio de datos recibidos por los elementos de campo con los niveles funcionales superiores como ATP y ATO de forma segura y fiable. En este nivel, también se encuentran las tareas de mantenimiento, registro y diagnóstico para facilitar las tareas de mantenimiento, resolución de averías y el registro de sucesos o eventos en el sistema o en campo. Algunas de las funciones que se realizarán en este nivel son:

- Envío de comprobaciones y alarmas.
- Comunicación con el Mando Local.

- Nivel central.

En este nivel se encontrará la lógica de seguridad y se realizarán las funciones de supervisión de las condiciones de explotación para asegurar que no se da ninguna situación contra la seguridad. Este nivel interconectará enclavamientos y equipos de nivel superior para el intercambio de información de bloqueo. Para ello utilizará un sistema de comunicaciones con arquitectura totalmente redundante. Algunas de las funciones que se realizarán en este nivel son:

- Establecimiento de itinerarios.
- Detección de incompatibilidad entre itinerarios.
- Establecimiento de bloqueos en vías banalizadas.

- Nivel inferior.

En este nivel se enlazarán los elementos de campo con el nivel central del enclavamiento. Los elementos de campo enlazados serán: los Cambiavías, señales, indicadoras de aguja, contadores

de eje y balizas. En este nivel, la conexión entre elementos de campo y enclavamiento debe ser segura y fiable. Algunas de las funciones que se realizarán en este nivel son:

- Detección del tren a través de los contadores de ejes.
- Mando y comprobación de los Cambiavías.
- Mando y comprobación de señales.

5.2.2.3.3 Nivel 3: Protección Automática de Trenes (ATP).

Las funciones ATP complementarán las funciones de seguridad de los enclavamientos. Este sistema será el responsable de no permitir la colisión de trenes, integridad de itinerarios, control de velocidad y de los límites de ésta y otros aspectos de seguridad de un sistema tradicional de señalización. Todos los requerimientos funcionales del ATP serán aplicables para todos los modos de funcionamiento, incluso en el caso de funcionamiento "Velocidad limitada ATP" el sistema ATP debe proveer los medios necesarios para forzar el límite de velocidad apropiado.

Al ser el sistema ATP la parte vital del sistema CBTC estará diseñado para que, en caso de fallo, en el propio sistema, no se asuma el estado inseguro o bien se fuerce a ir a un estado conocido como seguro (Fail-Safe). Las funciones ATP tendrán prioridad sobre las funciones ATO y ATS.

Por otro lado, el sistema ATP ofrecerá protección automática al tren en el sentido nominal del movimiento de trenes en servicio y protección bidireccional dentro de los límites de las zonas de maniobras.

Algunas de las funciones que realizará el sistema de protección automática son:

- Localización del tren y determinación de la velocidad del tren.
- Seguimiento de trenes equipados con sistema CBTC.
- Distanciamiento de seguridad entre trenes.
- Almacenamiento en bases de datos propias del sistema ATP de datos referentes a la configuración de las vías (pendientes, límites civiles de seguridad, curvas, elevaciones, ubicaciones estaciones, largo de andenes o plataforma, ubicación de los cambiavías, señales, límites de los contadores de ejes, etc.) y otras informaciones fijas requeridas para la protección y operación automática de trenes.
- Protección de sobrevelocidad de forma continua y freno garantizado.
- Control de apertura y cierre de puertas de andén o plataforma de forma segura para los pasajeros.
- Entrega de medios para aplicar y retirar restricciones temporales de velocidad a través del ATS y de los Puestos de Mando Locales de los enclavamientos.
- Protección de zonas de trabajo.

5.2.2.3.4 Nivel 4: Operación Automática de Trenes (ATO).

Las funciones que realizará el sistema ATO son:

- Control de velocidad.

El sistema será capaz de suministrar operación automática completa a todos los trenes, dentro de las restricciones establecidas por las funciones de protección y supervisión automática del tren y otras restricciones activadas por el maquinista cuando la conducción es con conductor. El sistema controlará velocidad, aceleración y deceleración y evitará cambios bruscos de velocidad, con el fin de asegurar el confort de los pasajeros y la optimización energética.

- Parada en un punto fijo de la estación.

El sistema ATO dispondrá de funciones de posicionamiento automático del tren en los andenes o plataforma. Normalmente, los trenes se pararán automáticamente centrados en la zona de apertura de puertas del andén o plataforma. Si la plataforma es suficientemente largo, se podrán definir distintas zonas de apertura de puertas.

- Control automático de puertas del tren.

El sistema embarcado podrá abrir y cerrar automáticamente las puertas del tren. El tiempo de parada podrá ser monitorizado por la función ATO y modificado por el ATS cuando el sistema esté funcionando en conducción automática sin conductor. El sistema ATO será el responsable de emitir una señal acústica o bien para indicar al pasajero que se va a efectuar el cierre de puertas o bien para notificar al conductor que debe realizar el cierre de puertas.

5.2.2.3.5 Nivel 5: Supervisión Automática de Trenes (ATS).

El sistema CBTC, responsable del control centralizado del tráfico de trenes en el Centro de Control Operacional mediante la interacción con los enclavamientos. Realiza la gestión de terminales y diversas funciones de supervisión. Estará siempre en operación y permitirá la operación local del sistema de señalización. Proporcionará toda la información, indicaciones, y alarmas necesarias para la toma de decisión operacional en tiempo real. El sistema dispondrá de un interfaz de usuario moderna según el estado del arte, ergonómicamente apropiada y coherente con la naturaleza de las funcionalidades requeridas. Más concretamente, algunas de las funciones que realizará el sistema ATS son:

- Identificación y seguimiento de trenes.

El sistema realizará la identificación tanto si están equipados o no con el sistema CBTC.

- Control del sistema de señalización.

El sistema ATS adquirirá los datos e información coherente con la lógica de control de los enclavamientos, para realizar el control automático o manual de los itinerarios.

- Gestión de programas de circulación.

Como mínimo el sistema ATS tendrá la capacidad de disponer de 100 programas de circulación diferentes. Permitirá realizar modificaciones y actualizaciones en el programa.

Todas las modificaciones se registrarán por el sistema CBTC para la información y reportes del funcionamiento.

- Regulación de tráfico.

Tendrá la capacidad de supervisar y regular automáticamente los trenes de la línea y su salida del terminal de acuerdo con el programa de circulación y/o intervalo.

- Función de retención.

El sistema podrá enviar comandos de retención o liberación de retención a un tren o grupo de trenes. Así las órdenes relacionadas con retención se realizarán a nivel de trenes, sistema, plataforma y estación.

- Corte de corriente de tracción.

El sistema alertará al Centro de Control Operacional o actuará en consecuencia (no enviará trenes o comandará un frenado de urgencia) cuando en una sección haya ausencia de corriente de tracción. Para ello el sistema CBTC debe tener una interfaz con el sistema SCADA.

- Consignación o Bloqueo de una señal, de un cambiavía o una sección de la vía.
- Detención inmediata.

El sistema enviará un comando de detención inmediata en tiempo real mediante el frenado de urgencia de un tren o grupo de trenes en partes de la línea o del sistema entero.

- Restricciones temporales de velocidad y zonas de trabajo.
- Vía mojada y funcionamiento en condiciones de adherencia reducida.

El sistema permitirá que desde el Centro de Control Operacional se indiquen las condiciones “lluvia” y “normal”. Cuando el sistema está en condición “lluvia” se activará el modo degradado del freno de servicio. En el caso que las condiciones cambien el sistema lo notificará a los trenes afectados.

- El sistema enviará automáticamente las alarmas debidas a fallos o condiciones fuera de tolerancia detectadas por el sistema. Las alarmas se indicarán en el Centro de Control Operacional y en las pantallas de diagnóstico.

- Administración de eventos que afectan a la operación.
- El sistema proporcionará repuesta automática entre averías e incidentes operacionales tanto en el caso que la avería o incidente sea ingresada de forma manual o detectada por el propio sistema realizando un registro de datos y regeneración de reportes. El sistema entregará opciones de estrategias de gestión de averías e incidentes al operador del Centro de Control Operacional.

5.2.2.4 Ubicación de Equipos

- Equipamiento de campo.
  Sólo se instalarán en vía los componentes que obligatoriamente tengan que estar en ella. El resto de los componentes se instalarán en la dependencia técnica donde se alojarán los equipos de señalización y Control de Trenes. Los Puestos de Control de Agujas se instalarán uno a cada lado de la aguja.

- Equipos de los Enclavamientos
  El equipamiento fijo se situará en el mismo local técnico de enclavamiento de estación. Los enclavamientos deben ser de tipo "Fail-Safe" y tendrán un nivel de integración de la seguridad para todas sus funciones vitales SIL4 de conformidad con la norma IEC 61508. Los sistemas de enclavamiento deben ser configurados en forma dual “Hot-Standby” conforme los requisitos contenidos en las normas EN 50126, EN 50128 y EN 50129.

  El equipamiento CBTC embarcado compatible con el equipamiento de trenes.

  Para definir el número de equipos se tendrán en cuenta criterios de disponibilidad, contando con la probabilidad de que un equipo tenga una avería que lo deje inoperativo y la repercusión que ello tendría en el resto de la explotación.

- Equipamiento ATS
  En general todos los equipos ATS estarán ubicados en el CCO, aunque puede haber funciones de este nivel que sean efectuadas por equipos ubicados en los locales técnicos de estación.

5.2.2.5 Patio-Taller

Las cocheras serán totalmente automáticas y permitirán organizar el 100% de la línea. Sin embargo, los talleres no estarán automatizados y se efectuarán los movimientos de trenes en modo de conducción manual con velocidad limitada atendiendo a la señalización lateral.

Existirá una zona de transferencia que servirá para intercambiar trenes entre la zona UTO y no UTO. Así, los trenes que tengan que salir desde los talleres a la línea se llevarán manualmente hasta esta zona de transferencia, listos para ser introducidos en función del programa de

circulación diario que esté establecido. Los trenes que tengan que pasar por mantenimiento, reparación, lavado o limpieza se pararán en la zona de transferencia de donde, serán llevados en modo de conducción manual con velocidad limitada atendiendo a la señalización lateral.

A la salida de los talleres se habilitará una vía de pruebas que permitirá a un tren comprobar el correcto funcionamiento de los elementos críticos del vehículo (freno de emergencia y de servicio, equipos de ATP y ATO, etc.) antes de entrar a la línea.

- Talleres

En la zona de talleres habrá equipamiento que hará las funciones de enclavamiento.

La seguridad de la circulación de los trenes estará cubierta por la lógica del sistema de enclavamiento, que permitirá establecer con seguridad los itinerarios a seguir por las circulaciones, actuando convenientemente sobre los cambiavías y elementos de señalización.

El comando/control de los movimientos de los Trenes en conducción manual y las circulaciones en modo UTO de los Trenes en la vía de pruebas del Patio-Taller, así como la monitorización de todos los elementos de campo, control de los cambiavías, señales y establecimiento de los itinerarios se deben realizar desde el Puesto de Mando del Patio Taller (PMPT) ubicado en la zona de talleres.

- Patios y Cocheras

Esta zona estará totalmente automatizada, con las mismas características que la vía general. Por lo tanto, esta zona se equipará como el resto de la línea para el cumplimiento de las funcionalidades del Sistema de Señalización y Control de Trenes.

5.2.2.6 Herramientas de mantenimiento

Para el mantenimiento del equipamiento del Sistema de Señalización y Control de Trenes, niveles 2, 3, 4 y 5 las herramientas empleadas deben ser capaces de realizar como mínimo las siguientes tareas:

- Monitorización del estado de todos los equipos.
- Generación y gestión de alarmas.
- Diagnosis de incidencias mediante herramientas que indiquen cuál es el elemento hardware averiado o el error software que se ha producido.
- Acceso a los equipos para efectuar tareas de mantenimiento preventivo como puede ser mantenimiento de software, cambios de configuración o parámetros, etc.
- Tareas de mantenimiento correctivo como pueden ser modificaciones en el software, resets de equipos, etc.

- En el caso del equipamiento nivel 1, las herramientas de mantenimiento serán capaces de realizar las siguientes tareas:
- Diagnosis de incidencias mediante herramientas que indiquen cuál es el elemento hardware averiado o el error software que se ha producido.
- Acceso a los equipos para realizar tareas de mantenimiento preventivo (monitorización de parámetros:
    - En contadores de eje se supervisarán sus estados y se podrá realizar rest de los mismo de ser necesario.
    - En los cambiavías se supervisará los consumos de corrientes y tiempos de operación.
- Tareas de mantenimiento correctivo en forma de ajuste de los parámetros anteriores y que se puedan ajustar mediante software.

Las herramientas estarán disponibles en el lugar de mantenimiento del CCO para el equipamiento de nivel 5, y en el caso de mantenimiento de los niveles 1, 2, 3 y 4 estarán disponibles en los Puestos de Control Locales (PCLC) ubicados en los enclavamientos correspondientes para realizar las tareas remotamente sin que sea necesario situarse a pie de equipo.

Por otro lado, las tareas de mantenimiento deben poderse realizar desde otros puntos remotos situados en cualquier punto de la línea. Para la conexión entre dichos lugares remotos y los Puestos de Control Locales de los enclavamientos se utilizará una red de comunicaciones dedicada al mantenimiento con los niveles de seguridad informática adecuados para la protección de la información.

6 RESULTADOS

6.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe presentar, como parte de la “Debida Diligencia de la Información”, un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

Dentro de los resultados obtenidos de la Debida Diligencia se debe indicar y determinar la validez de la información consultada, describiendo y justificando claramente las razones técnicas que soporten la respuesta sobre qué información es posible utilizar, cómo se va a utilizará durante la elaboración de los diseños de factibilidad y en qué medida cumple con lo requerido.

6.2 FACTIBILIDAD - SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN Y CONTROL DE TRENES

El Contratista debe entregar un informe final detallado, incluyendo planos completos de diseño a nivel de Factibilidad para el sistema de señalización y control de trenes, debidamente sustentados por sus correspondientes estudios y cálculos y en ellos deben estar contenidos el diagnóstico, alcance, los parámetros y supuestos utilizados en los diseños.

El informe debe contener, como mínimo:

- Simulaciones de marcha: incluirán las curvas velocidad/espacio y tiempo/espacio para un material Rodante y marchas tipo. (Una combinación de un perfil de velocidad (normal, acelerado, económico) y de tiempos de estacionamientos preprogramados por diferentes características de flujo de pasajeros definirá una marcha tipo)
- Especificación funcional del sistema, arquitectura y esquemas de principio de los diferentes subsistemas o elementos que conforman el sistema de señalización y control de trenes.
- Especificación técnica básica de todos los elementos que conforman el sistema.
- Especificación de las interfaces con otros sistemas (Material Rodante, Sistema de Control y Supervisión, Puertas de Andén o Plataforma, Sistema de Telecomunicaciones, sistema de ayuda al mantenimiento, entre otros) y con obra civil.
- Planos preliminares de la ubicación de los cambiavías y cables.
- Planos tipo de los equipos.
- Planos de la implantación de los equipos de señalización en la línea y Patio- Talleres (incluidas las cocheras).
- Especificaciones del plan de Implantación y planificación.
- Especificaciones de los planes de soporte y mantenimiento del sistema.
- Especificación de las directrices y requisitos mínimos del plan de capacitación, referente a la operación y mantenimiento del sistema.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio y de documentación.
- Informe de simulación de ahorro de energía.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.
- Descripción de las velocidades asociadas a los modos de conducción.
- Estudio de viabilidad con la posibilidad de integración y compatibilidad del Sistema de Señalización y Control de Trenes de la Línea 1 y Línea 2 del Metro de Bogotá.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 13

TELECOMUNICACIONES

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETIVO 4

2 NORMATIVIDAD 4

3 INSUMOS NECESARIOS 9

4 ALCANCE 10

4.1 DEBIDA DILIGENCIA 10

4.2 FACTIBILIDAD 10

4.2.1 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES 11

4.2.2 SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES DE VOZ Y DATOS 16

4.2.3 PLATAFORMA COLABORATIVA Y COMUNICACIONES UNIFICADAS IP - TELEFONIA 22

4.2.4 SISTEMA DE INTERFONÍA 29

4.2.5 SISTEMA DE ANUNCIO AL PASAJERO (SAP) 35

4.2.6 SISTEMA DE INFORMACIÓN AL PASAJERO (SIP) 40

4.2.7 RED DE NIVEL FÍSICO 45

4.2.8 RED MULTISERVICIOS (RMS) 49

4.2.9 SISTEMA CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV) 55

4.2.10 SISTEMA DE CRONONOMETRÍA 60

4.2.11 Alcance 60

4.2.12 Descripción funcional 61

4.2.13 SISTEMA DE GESTIÓN DE OPERADORES (SGO) 61

Todas las aplicaciones relacionadas con el proyecto deben ser gestionadas por un sistema de autenticación central. 61

4.2.14 SISTEMA DE RED DE BANDA ANCHA (RBA) 62

4.2.15 SISTEMA DE DIFUSIÓN DE PUBLICIDAD (DDP) 63

4.2.16 SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS y ALARMAS (SAC) 63
4.2.17 SISTEMA IHM DE COMUNICACIONES (IHM COM) 67
4.2.18 SISTEMA DE PEAJE/CONTROL DE ACCESO (PEA) 71
5 RESULTADOS 78
5.1 DEBIDA DILIGENCIA 78
5.2 FACTIBILIDAD – SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES Y SUS SUBSISTEMAS... 78
5.2.1 SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES DE VOZ Y DATOS 78
5.2.2 SISTEMAS IHM DE COMUNICACIONES (IHN COM) 79
5.2.3 RED MULTISERVICIOS (RMS) 80
5.2.4 PLATAFORMA COLABORATIVA Y COMUNICACIONES UNIFICADAS IP-TELEFONIA 81
5.2.5 SISTEMA DE INTERFONÍA 82
5.2.6 SISTEMA DE ANUNCIO AL PASAJERO (SAP) 82
5.2.7 SISTEMA DE INFORMACIÓN AL PASAJERO (SIP) 83
5.2.8 RED DE NIVEL FÍSICO 83
5.2.9 RED DE BANDA ANCHA (RBA) 84
5.2.10 SISTEMA CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV) 84
5.2.11 SISTEMA DE CRONOMETRÍA 85
5.2.12 SISTEMA DE GESTIÓN DE OPERADORES (SGO) 85
5.2.13 SISTEMA DE DIFUSIÓN DE PUBLICIDAD (DDP) 86
5.2.14 SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS Y ALARMAS 86
5.2.15 SISTEMA DE PEAJE/CONTROL DE ACCESO 87

ET 13 - Telecomunicaciones

1 OBJETIVO

El objeto del presente documento consiste en definir las especificaciones funcionales, operacionales y requerimientos técnicos mínimos que el Contratista debe cumplir en la elaboración de los diseños de factibilidad del Sistema de Telecomunicaciones de la Línea 2 del Metro de Bogotá, siguiendo los niveles de calidad y prestaciones establecidas en las presentes especificaciones.

Como premisa fundamental del diseño del sistema de telecomunicaciones, este se debe concebir como una red de transporte de datos redundante, con alta velocidad e IP versión 6 compatible con versión 4, aplicable para todos los sistemas y subsistemas del proyecto y considerando todas sus interfaces técnicas y operacionales.

El Contratista debe revisar, adaptar y completar la documentación existente relativa al diseño del sistema de comunicaciones, obtenida durante el proceso de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá, así como los Apéndices Técnicos definidos para la PLMB.

Con el producto obtenido, se espera que un licitador posterior pueda desarrollar la ingeniería de detalle, la construcción y puesta en operación del sistema de Telecomunicaciones.

2 NORMATIVIDAD

Todo el diseño de los sistemas de Telecomunicaciones debe cumplir con todos los estándares y recomendaciones vigentes y aplicables además de todas las normativas particulares de la República de Colombia, entre otras:

NORMATIVIA CENELEC

- EN 45001: General criteria for the operation of testing laboratories (Criterios generales de funcionamiento de los laboratorios de pruebas).
- EN 50081: Electromagnetic compatibility – Generic emission standard (Contabilidad electromagnética – Norma genérica de emisión).
- EN 50082: Electromagnetic compatibility – Generic immunity standard (Contabilidad electromagnética – Norma genérica de inmunidad).
- ENV 50121: Railway applications. Electromagnetic Compatibility (Aplicaciones ferroviarias. Contabilidad Electromagnética). Partes 1, 2, 3, 4 y 5. Particularmente la parte 4 que referencia a Señalización y Comunicaciones.

- EN 50122-1: Railway applications. Fixed Installations. Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing. (Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Parte 1: Medidas de protección relativas a seguridad eléctrica o puesta a tierra en instalaciones fijas).
- EN 50126: Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS) (Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (RAMS)).
- EN 50140: Radiated radio frequency electromagnetic field immunity tests (Pruebas de inmunidad en campos electromagnéticos de radio frecuencia radiados).
- ENV 50141: Compatibilidad electromagnética. Norma básica de inmunidad. Perturbaciones conducidas debidas a campos de radio frecuencia incluidos. Ensayos de inmunidad.
- ENV 50204: Campo electromagnético radiado por los radios teléfonos digitales. Ensayos de inmunidad.
- EN 50261: Railway applications. Mounting of electronic equipment. (Aplicaciones ferroviarias. Montaje de equipos electrónicos).
- EN 50081 Electromagnetic compatibility - Generic emission standard
- EN 50288 Multi-element metallic cables use in analogue and digital communication and control
- EN 50082 Electromagnetic Compatibility - Generic Immunity Standard
- EN 60950 Information technology equipment. Safety. General requirements
- EN 55011: Límites y métodos de medida de las características relativas a las perturbaciones radio eléctricas de los aparatos de industriales, científicos y médicos (ICM).
- EN 55022: Límites y métodos de medida de las características relativas a las perturbaciones radio eléctricas de los equipos de tecnología de la información.
- EN 60439: Conjunto de aparamenta de baja tensión.
- EN 60849: Sistemas electroacústicos para servicios de emergencia
- EN 60529/IEC 529/ UNE 20324: Specification for degrees of protection provided by enclosures (IP code) (Especificación de los grados de protección proporcionados por los alojamientos (código IP)).
- EN 61000-4: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques (Contabilidad electromagnética (CEM) – Parte 4: Técnicas de ensayo y medida.
- EN 300765-2 V1.2.1: Telecomunicaciones Digitales Mejoradas sin cordón (DECT). Radio en el Perfil de acceso (RAP) del Bucle Local (RLL)

- EN 300267-1 V1.3.2: Red Digital de Servicios Integrados (RDSI). Teleservicio de telefonía a 7kHz, videotelefonía, conferencia gráfica de audio y videoconferencia. Protocolo del sistema número uno de transmisión de señal de abonado digital (DSS1).
- EN 300267-3 V1.2.6: Red Digital de Servicios Integrados (RDSI). Teleservicio de telefonía a 7kHz, videotelefonía, conferencia gráfica de audio y videoconferencia. Protocolo del sistema número uno de transmisión de señal de abonado digital (DSS1).
- EN 61108-1:2003: Equipos y sistemas de navegación marítima y radiocomunicación. Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS). Parte 1: Sistema mundial de determinación de posición (GPS). Equipo receptor. Normas de funcionamiento, métodos de ensayo y resultados de ensayos exigibles.
- EN 50266-2-4 Common test methods for cables under fire conditions – Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables
- EN 50267-2 Common test methods for cables under fire conditions – Test on gases evolved during combustion of materials from cables
- EN 50268-2 Common test methods for cables under fire conditions – measurement of smoke density of cables burning under defined conditions

NORMATIVA IEC/ISO

- IEC 56: Electronic Guide of maintainability of equipment (Guía de mantenibilidad de equipos electrónicos)
- IEC/EN 60793-1 Optical Fibres
- ISO/IEC 11801 Sistemas de cableado para telecomunicación de multipropósito.
- ISO /IEC 14443-1 Identification cards - Contactless integrated circuit(s) cards - Proximity cards
- ISO 7813 Information technology Identification cards Financial transaction cards
- ISO 4909 Identification cards Financial transaction cards Magnetic stripe data content for track 3 - IEC 801 Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment
- IEC 68: Environmental testing (Pruebas ambientales).
- IEC 605-1: Pruebas de fiabilidad, requisitos generales.
- IEC 1000-2-1: Compatibilidad electromagnética. Parte 2: Entorno. Sección 1: Descripción del entorno electromagnético para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia y la transmisión de señales en las redes de suministro público.
- IEC/EN 60794-1 Optical Cables
- IEC 60874 Connectors for optical fibres and cables
- IEC 61280-4 Fibre optic communication subsystem basic test procedure.

NORMATIVA ITU–TMN Model

- ITU-T 3000 Overview of TMN Recommendations Series M: TMN and Network Maintenance: International Transmission Systems, Telephone Circuits, Telegraphy, Facsimile and Leased Circuits Telecommunications Management Network
- ITU-T 3400 TMN Management Functions Series M: TMN and Network Maintenance: International Transmission Systems, Telephone Circuits, Telegraphy, Facsimile and Leased Circuits Telecommunications Management Network (FCAPS ISO Model)
- ITU-T Recommendation G.707/Y.1322 (10/00) - Network node interfase for the synchronous digital hierarchy (SDH).
- ITU-T Recommendation G.708 Sub STM-0 Network Node interfase for the Synchronous Digital Hierarchy.
- G.703 Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces
- ITU-T G652 Characteristics of a single mode optical fibre cable

NORMATIVA CCITT

- XT33 Recommendation of CCITT

NORMATIVA UNE

- UNE-EG 202057-2 V1.2.1:2007: Aspectos de calidad, transmisión y procesamiento de voz (STQ). Definición de parámetros y mediciones relativos a la calidad del servicio (QoS) para el usuario. Parte 2: Telefonía vocal, fax del grupo 3, servicio de datos por módem y servicio de mensajes cortos (SMS)
- UNE 212001:2004: Especificación particular para cables metálicos de pares utilizados para el acceso al servicio de telefonía disponible al público. Redes de distribución, dispersión e interior de usuario
- UNE-EG 202057-2 V1.2.1:2007: Aspectos de calidad, transmisión y procesamiento de voz (STQ). Definición de parámetros y mediciones relativos a la calidad del servicio (QoS) para el usuario. Parte 2: Telefonía vocal, fax del grupo 3, servicio de datos por módem y servicio de mensajes cortos (SMS)
- UNE-EN 301437:2000: Equipo Terminal (ET). Requisitos de conexión para la certificación paneuropea para la conexión a Redes Telefónicas Públicas con Conmutación (RPTC) de los equipos terminales que soportan el servicio de telefonía vocal en los que el direccionamiento de red, si se proporciona, se efectúa por medio de la señalización de Multifrecuencia por Doble Tono (MFDT).
- UNE-TBR 21:1999 ERRATUM: Equipo Terminal (ET). Requisitos de conexión para la certificación pan-europea a efectos de conexión a Redes Telefónicas Públicas con Conmutación (RTPCs) analógicas del ET (excluyendo el ET que soporta el servicio de telefonía vocal), en los que el direccionamiento de la red, si se proporciona, se efectúa por medio de la señalización multifrecuencia por doble tono (MFDT)

- UNE-TBR 2:1999: Requisitos de conexión de los Equipos Terminales de Datos (DTE) para el acceso a Redes Públicas de Datos Conmutados por Paquetes (PSPDN) conforme a la interfaz X.25 del CCITT, para velocidades de señalización de datos de hasta 1.920 kbit/s, utilizando interfaces derivadas de las Recomendaciones X.21
- UNE-EN 50132-2-1:1998: Sistemas de alarma. Sistemas de vigilancia CCTV para uso en aplicaciones de seguridad. Parte 2-1: Cámaras en blanco y negro.
- UNE-EN 50132-4-1:2002: Sistemas de alarma. Sistemas de vigilancia CCTV para uso en aplicaciones de seguridad. Parte 4-1: Monitores en blanco y negro.
- UNE-EN 50132-5:2002: Sistemas de alarma. Sistemas de vigilancia CCTV para uso en aplicaciones de seguridad. Parte 5: Transmisión de vídeo.
- UNE-EN 50132-7 CORR: 2004: Sistemas de alarma - Sistemas de vigilancia CCTV para uso en aplicaciones de seguridad. Parte 7: Guía de aplicación.
- UNE-EN 50132-7:1997: Sistemas de alarma. Sistemas de vigilancia CCTV para uso en aplicaciones de seguridad. Parte 7: Guía de aplicación.

NORMATIVA TIA/EIA

- TIA/EIA-485: Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems.
- TIA/EIA-422: Electrical Characteristics of Balanced Voltage Digital interfase Circuits.

NORMATIVA ETS

- ETS 300 147 Transmision and Multiplexing (TM), Synchronous Digital Hierarchy (SDH); Multiplexing structure
- ETS 300 417-1-1 Transmision and Multiplexing (TM), Generic requirements of transport functionality of equipment
- ETS 300 371 Transmision and Multiplexing (TM), Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) information model for the Network Element

NORMATIVA IEEE

- IEEE 802 Computer Networks
- IEEE 802.3 Ethernet
- IEEE 802.11 Wireless Local Area Netowrks
- IEEE 802.16 Broadband Wireless Metropolitan Area Network

NORMATIVA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA

- Ley 72 de 1989 de la República de Colombia
- Decreto 1972 de 2003 de la República de Colombia

- Resolución 797 de 2001 de la República de Colombia
- Resolución 2249 de 1999 de la República de Colombia
- Resolución 34 de 2007 de la República de Colombia
- Directrices y lineamientos del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia – MinTIC;

Cualquier otra aplicable a los sistemas y subsistemas indicados en esta especificación técnica, de uso estándar. Algunas de ellas se citan en cada apartado de este documento.

El Contratista debe actualizar el listado de normas propuestas a la última norma vigente al momento del estudio de factibilidad. En el caso de aplicación de normas EN y UIC, el orden de prevalencia de las normas para el diseño será el siguiente: primero normas EN, y después las internacionales IEC, UIC e ISO. En caso de que estas normas no apliquen, las aplicables serán las normas BS, DIN y NF.

El Contratista debe respetar el conjunto de reglamentaciones colombianas, incluso aquellas que no se encuentren listadas en este documento, salvo que se indique lo contrario.

El Contratista podrá proponer estándares alternativos distinto a lo definido en una norma, siempre y cuando estos sean iguales o de mayor exigencia de calidad. En ese caso será responsabilidad del Contratista, gestionar ante el organismo que emitió la norma aplicable que se quiera reemplazar, un concepto mediante el cual se garantice la equivalencia para la aplicación del estándar alternativo.

3 INSUMOS NECESARIOS

Para el diseño a nivel de factibilidad del sistema de Telecomunicaciones, se deben tener en cuenta entre otros los siguientes documentos:

- Productos de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá.
- Documento de diseño del sistema de Telecomunicaciones de la Ingeniería Básica avanzada de la Primera Línea del Metro de Bogotá.
- Referencias y bibliografía de sistemas de Telecomunicaciones de otros sistemas ferroviarios nacionales e internacionales en estructuración a nivel de factibilidad, en construcción o en operación.
- Documentos que se produzcan durante la ejecución del mismo Contrato y que complementen el diseño del sistema de Telecomunicaciones.

En cualquier caso, estos documentos serán considerados como referencia, no limitándose los estudios y diseños a realizar lo reflejado o comentado en los mismos.

La gestión en la obtención de la información que se considere como necesaria para el desarrollo de las actividades descritas en este apéndice es responsabilidad del Contratista, la EMB podrá apoyar, en lo que esté a su alcance, dicha gestión; no obstante, cualquier inconveniente en este proceso no puede verse reflejado en el retraso de los productos y plazos establecidos.

4 ALCANCE

4.1 DEBIDA DILIGENCIA

Se deben revisar todos los estudios técnicos que se hayan realizado con anterioridad que se consideren relevantes para el desarrollo del diseño, a fin de comprender cabalmente los diseños de ingeniería y, en general, todos aquellos estudios desarrollados hasta la fecha que tengan aplicabilidad. Para el efecto debe realizar:

- Revisión y análisis de información de las etapas anteriores. El Contratista recibirá los estudios realizados a la fecha, y debe revisar y analizar los mismos, dado que éstos serán los insumos básicos con los que se contará para llevar a cabo el alcance del Contratista.
- Durante este proceso, el Contratista debe revisar y analizar el nivel de desarrollo de los estudios realizados de cara a la estructuración del proyecto.
- Identificar las posibles deficiencias en la información disponible, evaluar su impacto en la realización del estudio, y proponer, de ser necesarias, soluciones específicas para suplirlas.

4.2 FACTIBILIDAD

La línea 2 del Metro de Bogotá debe disponer de un Sistema de Telecomunicaciones completo y totalmente integrado que permita la operación unificada y automática para el transporte de los viajeros. Estará compuesto por un conjunto de sistemas, subsistemas y servicios destinados a proporcionar una serie de funcionalidades al propio operador de la Línea 2 del Metro de Bogotá, así como a todos los viajeros; así mismo, todos los sistemas y servicios de comunicación, al igual que cualquier externo que lo precise, soportaran el intercambio de datos mediante la utilización de redes de comunicación totalmente transversales. Dichas redes deben contemplar en su diseño los requisitos y limitaciones de cada uno de los servicios y sistemas a transportar, así como los protocolos que garanticen la seguridad de la información.

4.2.1 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

En el presente documento, la especificación funcional y alcance del sistema de Telecomunicaciones se encuentra organizado en dos grandes bloques:

- Bloque I - Especificación funcional general: Hace referencia a todas aquellas especificaciones de ámbito general que afectan a más de un subsistema.

- Bloque II - Especificaciones funcionales particulares: Hace referencia a todas aquellas especificaciones de ámbito particular, que definen propiamente un subsistema en concreto.

El Sistema integral de Telecomunicaciones se compondrá, al menos, los siguientes componentes y subsistemas:

- Redes de comunicaciones:
  - Red de Radiocomunicaciones de Voz y Datos
  - Red de Nivel Físico (incluyendo red de fibra óptica)
  - Red de Banda Ancha
  - Red Multiservicios.

- Subsistemas de Telecomunicaciones:
  - Telefonía/Interfonía (Plataforma colaborativa y comunicaciones unificadas IP)
  - Red Multiservicio (RMS)
  - Sistema IHM de Comunicaciones (IHM COM)
  - Red de banda Ancha (RBA)
  - Sistema de Control y de Supervisión (SCS) (Scada de energía y estaciones).
  - Radiocomunicaciones (RAD);
  - Sistema de Control de Acceso y Alarmas (SCA).
  - Sistema de Anuncio al pasajero (SAP) (Megafonía y altavoces)
  - Sistema de Información al Pasajero (SIP)
  - Distribución de Publicidad al Pasajero (DDP)
  - Video vigilancia (CCTV)
  - Sistema de Cronometría
  - Sistema de Gestión de Operadores (SGO)
  - Sistema de Peaje/Control de Acceso.

- Otros aspectos a considerar:

  - Monitoreo y Control de Variables Ambientales en Trenes y Estaciones

- Control y Adquisición de Datos de Instalaciones Auxiliares
- Ayuda a la Explotación
- Acceso a internet vía WiFi para el personal interno, en las estaciones y en los trenes.
- Esquema de comunicaciones a los usuarios que permita mediante una página Web del operador, conocer todo lo referente, entre otros, a:
    - Horarios de rutas
    - Horarios de servicio
    - Fechas y horarios de indisponibilidad
    - Compra de tiquetes On-line
    - Información relacionada con el estado degradado de la línea
- El sistema debe permitir el desarrollo de una App que permita la interacción entre la EMB y los usuarios.

Es responsabilidad del Contratista evaluar e identificar aquellos subsistemas que no estén en los anteriores listados y que sean necesarios para la operación futura del sistema.

El sistema de comunicaciones a diseñar para la Línea 2 del Metro de Bogotá, debe tener en cuenta los desarrollos de otros que hacen parte del Sistema Integrado de Transporte (SITP) de la ciudad, TransMilenio, la Línea 1 de Metro de Bogotá, entre otros; de tal manera que, cuando las Autoridades de transporte de la ciudad o la Empresa Metro de Bogotá lo definan, se pueda compartir información o puedan generarse comunicaciones entre usuarios y personal de los diferentes Sistemas Integrados de Transporte con sus respectivos protocolos de seguridad.

4.2.1.1 Alcance del Sistemas de Telecomunicaciones y trabajos del Contratista

El Contratista debe desarrollar los diseños de factibilidad del sistema de Telecomunicaciones de la línea 2 de Metro de Bogotá, incluyendo como mínimo:

- Arquitectura
- Especificación funcional del sistema
- Esquemas y planos tipo
- Especificación de la metodología de implantación
- Especificación de los procedimientos de calidad a aplicar
- Especificación de los condicionantes de formación de usuario y personal de mantenimiento, etc.
- Especificación para la actualización tecnológica de los sistemas en la etapa de operación.

- Redacción de estudios técnicos de justificación / aclaración de las soluciones técnicas propuestas para el sistema de Telecomunicaciones.

Con el objetivo de lograr un sistema de Telecomunicaciones totalmente integrado, el Contratista debe contemplar durante la redacción del Proyecto de Diseño la siguiente especificación funcional, que se estructurará en los siguientes apartados:

- Criterios generales de diseño
- Definición de interfaces con los sistemas y subsistemas.
- Requerimientos de integración
- Cableado
- Sistemas Auxiliares

El Contratista debe contemplar las tareas presentadas a continuación como trabajos relacionados con el desarrollo de la especificación funcional de los sistemas de Telecomunicaciones.

El Contratista debe realizar un diseño de factibilidad de cada uno de los sistemas de Telecomunicaciones, segmentando el diseño de factibilidad en los distintos subsistemas identificados, así como en los módulos funcionales que se consideren oportunos. El diseño de factibilidad debe incluir como puntos principales:

i) El grado de cobertura de las funcionalidades, la arquitectura del sistema.

ii) La descripción de todos los elementos y equipos propuestos en la arquitectura.

iii) La especificación técnica asociada. Deben especificarse la implementación de todas las interfaces, tanto internas como externas, detallándose las funcionalidades que proporcionarán.

El Contratista debe proporcionar los planos y esquemas que permitan entender el diseño de factibilidad especificado. Deben presentarse planos de tipo funcional y general. Los planos deben ser presentados en escalas a convenir previamente con la Interventoría, que permitan valorar las dimensiones reales de los elementos dibujados. Todos los planos deben estar normalizados tanto a nivel de nomenclaturas como a nivel de formato.

El Contratista debe especificar los condicionantes para la realización del plan de implantación del sistema completo, estableciendo las fases temporales requeridas, los hitos o requisitos previos, el número y tipo de recursos materiales y humanos necesarios, así como los costes derivados del suministro de equipos, instalación y puesta en marcha.

Independientemente de las tareas y documentación definidas en este apartado, el Contratista debe tomar como parte del alcance del proyecto, cualquier documentación y/o especificación definida por cualquiera de las normativas aplicables al sistema. Se establecerá como alcance y contenido de la documentación vinculada la definida en cada una de las normas aplicables.

4.2.1.2 Criterios generales de diseño

Con el objetivo de lograr un sistema de Telecomunicaciones totalmente integrado, el Contratista debe contemplar durante los diseños de factibilidad las presentes especificaciones funcionales y técnicas mínimas , que se estructurará en los siguientes apartados:

- Criterios generales de diseño
- Definición de interfaces
- Requerimientos de integración
- Cableado
- Sistemas Auxiliares

El Contratista debe contemplar como mínimo los siguientes criterios generales de diseño:

- Seguridad, garantizándose la estabilidad y correcto funcionamiento del sistema, la integridad de los datos utilizados, así como sus respectivos protocolos. Además, se deben proporcionar los niveles de redundancia necesarios.
- Rendimiento, garantizándose un correcto dimensionado de los elementos que permita dar cobertura total a las actuales y futuras necesidades de explotación.
- Fiabilidad y Mantenibilidad, garantizándose un mantenimiento sencillo y efectivo de los sistemas que permita la reducción del número de incidencias y tiempo de inoperatividad de los mismos.
- Intercambiabilidad, garantizándose la capacidad para que cualquier elemento pueda ser sustituido e intercambiado sin que ello suponga la necesidad de efectuar ninguna modificación
- Diseño modular, garantizándose siempre y cuando sea posible el agrupamiento de equipos según funcionalidades de manera que se puedan diferenciar con claridad la interfaz entre componentes y facilitar la ampliación y el intercambio. Dentro del diseño modular se incluye la estandarización de dimensiones para los equipos e instalaciones.
- Escalabilidad, garantizándose una sencilla y rápida expansión de los sistemas.
- Estandarización e Interoperabilidad, garantizándose el uso en el diseño de los sistemas de los principales estándares, así como la compatibilidad entre distintos fabricantes.

4.2.1.3 Definición de interfaces

El Contratista debe incluir en el diseño del Sistema de Telecomunicaciones la definición funcional y técnica a nivel de Factibilidad de todas las interfaces con los diferentes sistemas y subsistemas, especificando con claridad la solución técnica aplicable y la frontera y/o responsabilidad entre sistemas.

4.2.1.4 Requerimientos de integración

Dado que existirá una importante interacción entre los distintos subsistemas de comunicación, así como con sistemas y servicios externos, el diseño de factibilidad debe plantearse bajo la perspectiva de integración global. Por tanto, el Contratista debe garantizar que el diseño funcional de cada uno de los sistemas de comunicaciones no se realiza de forma independiente y garantizar los requisitos funcionales y técnicos mínimos de integración definidos en la presente especificación. Este requisito debe contemplarse especialmente durante el diseño de las redes de Telecomunicaciones, un diseño que debe desarrollarse en base a los requisitos y restricciones de cada uno de los servicios transportados.

El Contratista debe contemplar como aspecto básico del diseño la existencia del Centro de Control Operacional (CCO) y Centro de Control Operacional de Respaldo (CCO-R), donde se ubicarán los operadores responsables del control, supervisión y gestión de la línea. Los operadores del CCO o cualquier otro perfil asociado harán uso de los elementos de control de los distintos sistemas de Telecomunicaciones como herramientas de trabajo diarias. A fin de simplificar la operación de los mismos y en general la operación diaria, los diseños de los elementos de control deben garantizar la máxima integración posible, evitando la utilización innecesaria de pantallas, consolas y terminales.

El Contratista debe plantear y analizar la interoperabilidad entre los equipos y la información que se pueda intercambiar con sus respectivos protocolos y hardware necesarios para garantizar la seguridad informática e independencia de las líneas 1 y 2 del Metro de Bogotá.

4.2.1.5 Cableados

El cableado eléctrico o de Telecomunicaciones a especificar por parte del Contratista en el diseño debe contemplar como mínimo los siguientes requisitos:

- Las cubiertas de cableado deben ser libres de halógenos, baja emisión de humos y agentes tóxicos y, además, retardantes a la llama; es decir, del tipo LSZH-FR (Low Smoke LS - Zero Halogen ZH – FR Fire Resistant)
- Los cables utilizados por sistemas de seguridad deben hacer uso de cubiertas LSZHFR resistentes al fuego. El grado de resistencia debe basarse según normativa aplicable.

- Los cableados de telecomunicaciones de tipo troncal deben disponer de armadura metálica antirroedores.
- Todos los cableados que dispongan de pantalla o armadura metálica deben ser conectados a tierra en uno de sus extremos.
- Deben homogeneizarse el color y codificación de los distintos tipos de cableado según las normas que apliquen.

4.2.1.6 Sistemas auxiliares

El diseño de los sistemas de Telecomunicaciones no solo debe contemplar como alcance los elementos propios del sistema, sino también aquellos elementos auxiliares o externos requeridos para el correcto funcionamiento del sistema, como los indicados en esta lista enunciativa y no exhaustiva:

- Adaptación de Locales Técnicos.
- Sistemas de alimentación ininterrumpida
- Sistema de ventilación y climatización
- Sistema contra incendios
- Cables eléctricos
- Canalizaciones de cables
- Instalaciones de iluminación
- Tableros de alimentación de energía eléctrica.
- Sistemas de puesta a tierra

4.2.2 SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES DE VOZ Y DATOS

4.2.2.1 Alcance

El Sistema de Radiocomunicaciones comprende la red de transporte inalámbrico de voz y datos en toda la línea, patio-Taller, instalaciones físicas, entre otros, así como información bidireccional tren-tierra, conectando la red LAN del Material Rodante con la parte fija de la red de transporte de datos en las instalaciones de la Línea 2 del Metro de Bogotá, para brindar conectividad a sistemas embarcados como: Interfonía, Megafonía, Supervisión Técnica Embarcada (alarmas, estados de los equipos, entre otros). La red de radiocomunicación debe basarse en una tecnología digital totalmente en IP (Full IP) y debe estar conectado a la red de comunicación multiservicios (RMS). La cobertura del sistema de radiocomunicaciones se especifica mediante la implementación de antenas de radio o cable radiante. El Contratista en los diseños de factibilidad debe proponer la mejor alternativa o una combinación de las dos, siempre y cuando cumpla con los requerimientos funcionales, de redundancia, de vida útil y de compatibilidad electromagnética.

El Sistema de Radiocomunicaciones debe permir la comunicación bidireccional móvil en la Línea 2 del Metro de Bogotá, entre el personal de operación (operadores, conductores, maquinistas, personal de mantenimiento y seguridad, entre otros). Además el sistema tendrá la capacidad de crear y gestionar grupos cerrados de usuarios, comunicación de voz, teleconferencia, videoconferencia, envío de mensajes de texto y datos.

4.2.2.2 Especificación funcional

El Sistema de Radiocomunicaciones de Voz y Datos para la Línea 2 del Metro de Bogotá debe garantizar como mínimo las siguientes funcionalidades generales:

- Establecimiento de llamadas o envío de mensajes entre el personal de la línea y el CCO/CCO-R mediante el uso de terminales portátiles y consolas de comunicación manual.
- Establecimiento de llamadas o envío de mensajes entre elCCO/CCO-R y el Material Rodante mediante el uso de terminales embarcados o móviles y consolas de comunicación manual.
- Establecimiento y recepción de llamadas con sistemas de voz externos pudiéndose soportar cualquier tipo de tecnología vigente.
- Establecimiento y recepción de llamadas de la Red Telefónica Pública conmutada.
- Establecimiento de llamadas entre usuarios mediante uso de la infraestructura radio (modo estándar) o mediante el uso de los propios terminales radio en un entorno cercano (modo ocasional o degradado).
- Capacidad para la operación local y aislada en caso de pérdida de comunicación con el CCO.
- Gestión operativa del sistema, permitiendo, entre otras, la administración dinámica de perfiles y grupos de usuarios, gestión de grabaciones, así como exportación de informes y estadísticas referentes a uso de red, número de llamadas, etc.
- Administración técnica del sistema, permitiendo la supervisión completa y continuada del sistema, la actualización y/o modificación de parámetros, así como la exportación de informes y estadísticas de alarmas e incidencias.
- Establecimiento de teleconferencias, videoconferencias y sesiones de trabajo multimedia entre los usuarios de los distintos grupos del sistema.
- Grabación de todas las llamadas de voz y datos establecidas en la red, tanto internas como externas, en una única plataforma de grabación global de la línea, pudiéndose gestionar dichas grabaciones mediante interfaz única o directamente desde la aplicación nativa del sistema de Radiocomunicaciones de Voz y Datos.

El Sistema de Radiocomunicaciones de Voz y Datos para la Línea 2 del Metro de Bogotá debe ofrecer las funcionalidades particulares que se detallan a continuación:

- Servicios de voz en modalidad Half o Full Duplex:
  - Llamada Individual
  - Llamadas de Grupo
  - Llamada de Anuncio
  - Llamada Prioritaria o de Emergencia
  - Llamada de Interconexión Telefónica a PSTN/Centralita automática electrónica
  - Sobrediscado Tono Dual, DTMF (Multi-Frequency)
  - Funcionalidades de interconexión con otros servicios de audio vía protocolo SIP
- Servicios de Datos
  - Alarma de Emergencia
  - Mensajes de Status
  - Mensajes de texto Datos Cortos (SDS)
  - Mensajes de texto de Datos Extendidos (EDM)
  - Servicio de Datos por Paquetes
  - Otros Servicios
  - Asignación Dinámica de Emplazamiento
  - Cola de Ocupado y Rellamada
  - Prioridad de Cola
  - Prioridad de Usuario Reciente
  - Entrada tardía en llamadas de grupo
  - Identificación del llamante
  - Presentación del grupo actual
  - Registro/De-registro
  - Reselección de célula
  - Autenticación
  - Cifrado aire
  - Activación/Desactivación de grupos
  - Selección de área
  - Reagrupamiento dinámico de grupos
  - Redundancia
  - Aplicaciones especiales de desarrollo del propio del explotador
  - Llamadas de datos largos y cortos
  - Gestión de alarmas

En su conjunto el Sistema de Radiocomunicaciones de Voz y Datos no dederá inhabilitar o interferir con las comunicaciones de otras redes RF, telefonía móvil o redes inalámbricas presentes en la instalación de la Línea 2 del Metro de Bogotá.

4.2.2.3 Criterios particulares de diseño del sistema

Adicionalmente de las especificaciones funcionales definidas en el anterior apartado, el Contratista debe considerar como mínimo los siguientes criterios particulares de diseño del sistema:

- Cobertura simple y redundante
- Redundancia de elementos críticos
- Dimensionado del tráfico del sistema
- Plan de Frecuencias
- Estudio de integración de sistemas de voz
- Plan de Numeración Integrado
- Sistema de grabación integrado
- Consola de voz integrada
- Anchos de banda disponibles para los servicios de voz y datos

4.2.2.3.1 Cobertura simple y redundante

El sistema de Radiocomunicaciones de Voz y Datos debe proporcionar cobertura radio a los emplazamientos definidos en el alcance del presente apéndice. A fin de garantizar un alto nivel de fiabilidad, el diseño del sistema de radiocomunicaciones debe considerar cobertura redundante a lo largo de todo el trazado de vía de la Línea 2 del Metro de Bogotá, considerándose como trazado todos los túneles, terraplenes o viaductos, así como andenes o plataformas donde se prevé la presencia en tránsito de unidades de Material Rodante, vehículos Auxiliares de Mantenimiento, entre otros.

El Contratista debe definir en los estudios de factibilidad la cobertura mínima a partir del eje de la vía férrea para los vehículos automotores o personas que se desplazan en otros modos y medios de transporte.

La cobertura redundante debe ser proporcionada por dos estaciones bases independientes, garantizándose que, en caso de caída de una de ellas, no se produce una interrupción del servicio o una degradación del servicio prestado en la zona de influencia.

El Contratista debe realizar un estudio específico de cobertura, donde como mínimo debe reflejarse los siguientes conceptos:

- Zonas de cobertura
- Discriminación entre zonas de cobertura simple y redundante
- Niveles de potencia estimados

4.2.2.3.2 Redundancia de elementos críticos

El diseño del sistema debe contemplar el desarrollo de una arquitectura redundante, donde los elementos considerados críticos para la operación del sistema se encuentren parcial o totalmente redundados. Así mismo, con el fin de obtener el mayor grado de redundancia, en los elementos considerados como más críticos, debe proveerse redundancia geográfica.

Los modos de operación redundante:

- Activo-No activo
- Activo-Activo
- Hot-standby

Se podrán ajustar a los requisitos de fiabilidad, no obstante, el Contratista en su diseño debe garantizar el mínimo tiempo posible de pérdida de servicio por conmutación de elementos redundantes. Debe considerarse en el diseño los posibles requisitos de sincronización existentes.

4.2.2.3.3 Dimensionado del tráfico del sistema

El Contratista debe considerar en el diseño del sistema un estudio de dimensionado del tráfico soportado por la red de Radiocomunicaciones de Voz y Datos. Dicho estudio debe ofrecer como mínimo la siguiente información:

- Zona de cobertura
- Grado de servicio (GoS) para un determinado tiempo de espera
- Número máximo de usuarios
- Número máximo de llamadas de grupo
- Calidad subjetiva de la voz
- Velocidad de Handover
- Tiempo de establecimiento de llamada
- Calidad de Servicio (QoS) para los servicios soportados por la red.
- Bit Error Rate (BER) a velocidad máx.
- Índice de éxito de las HO.
- HO break.
- Tiempo de establecimiento de llamada;
- Tiempo de establecimiento de llamada prioritaria en el 99 % de los casos.
- Tiempo de registro en la red en el 99 % de los casos.
- Índice de corte.

Como premisas para la confección del estudio, el Contratista debe considerar una carga de tráfico por estación base en condiciones nominales de operación, de forma que se garantice la disponibilidad de recursos en condiciones degradas, de emergencia o en posibles ampliaciones.

4.2.2.3.4 Plan de Frecuencias

El Contratista debe definir un plan de frecuencias que tenga en cuenta como mínimo los siguientes requerimientos:

- Número de canales RF
- Número de frecuencias en modo directo
- Reutilización de frecuencias: grado de protección interferencia cocanal
- Separación entre frecuencias de una misma estación base: grado de protección de interferencia canal adyacente.

Dada las limitaciones del entorno radio, la definición del plan de frecuencias debe considerar el uso racional de frecuencias y por tanto el plan de frecuencias debe estar en c total concordancia con el estudio de dimensionado del tráfico del sistema y a la referencia a la topología de red global para definir el número de portadoras necesarias por Estación de Base. Se garantizará una separación mínima entre portadoras de la misma Estación Base y Estaciones Base vecinas, con el fin de evitar productos de intermodulación y otro tipo de interferencias que se puedan generar. Todas las frecuencias utilizadas deben cumplir con la normatividad de uso indicada por el Ministerio de TIC.

4.2.2.3.5 Plan de Numeración Integrado

El Contratista debe incluir como parte del diseño del sistema el plan de numeración. El plan de numeración debe ser integrado, significando que no solamente debe abarcar las extensiones asociadas al sistema sino también las asociadas a los sistemas de Interfonía y Telefonía. Por tanto, el Contratista debe comprobar que no existe ninguna incompatibilidad entre sistemas.

El número de dígitos a utilizar vendrá determinado por el número de extensiones telefónicas, no obstante, siempre debe ser superior a 4 dígitos.

4.2.2.3.6 Estudio de integración de sistemas de voz

El Contratista debe incluir como parte del diseño un estudio de integración de sistemas de voz. Dicho estudio tendrá como finalidad analizar las funcionalidades proporcionadas por cada sistema, así como sus restricciones. Como resultado de este análisis, el Contratista debe presentar en este estudio las capacidades de integración, especificando para cada conexión que funcionalidades podrán ser ofrecidas al operador.

Como criterio general, las posibles llamadas de voz y datos (fax) que deban efectuarse, independientemente del sistema de voz utilizado, serán gestionadas por el sistema de Telefonía.

4.2.2.3.7 Sistema de grabación integrado

La integración entre los sistemas de voz requerirá la integración del sistema de grabación bajo una misma plataforma. Mediante esta integración, un operador podrá acceder a las grabaciones de cualquier de los tres sistemas de forma transparente mediante una única aplicación; no obstante, debe mantenerse como método de backup el acceso a esta información de las aplicaciones nativas de cada uno de los sistemas de voz integrados.

4.2.2.3.8 Consola de voz integrada

Los operadores del CCO dispondrán de una consola de voz integrada. Esta consola consistirá en un terminal informático con capacidad para la atención y generación de llamadas de voz hacia cualquier de los tres sistemas de voz de Línea 2 de Metro de Bogotá (Telefonía, Interfonía y Radiocomunicaciones de Voz y Datos). Permitirá disponer de funcionalidades de llamada avanzadas.

Adicionalmente permitirá como mínimo las siguientes funcionalidades:

- Acceso y gestión de alto nivel de los grabadores de audio
- Acceso y gestión de alto nivel de las aplicaciones de gestión nativas

En el caso de incidencia o avería, el operador debe disponer de un terminal telefónico avanzado con capacidad para la realización y/o recepción de llamadas a cualquiera de los sistemas de voz. El paso de un terminal a otro debe ser transparente, de forma que ambas terminales deben operar con el mismo número e identificador.

4.2.3 PLATAFORMA COLABORATIVA Y COMUNICACIONES UNIFICADAS IP - TELEFONIA

4.2.3.1 Alcance

En este apartado se incluyen los requerimientos para las redes de telefonía de la L2 del Metro de Bogotá, el cual debe ser de tecnología IP funcionalmente independiente, aunque tendrán el mismo sistema central IPBX (redundante) y un enlace con la planta de la red de telefonía corporativa para uso exclusivamente administrativos y de operación dentro de las dependencias de la línea, en particular en el CCO/CCO-R, oficinas, Patio-taller, estaciones, subestaciones eléctricas, entre otras dependencias.

Así mismo se incluyen la definición de la integración de este sistema con los siguientes sistemas:

- Interfonía y radiocomunicaciones de voz y datos
- Red telefónica pública conmutada
- Grabación de voz integrada
- Consola de voz integrada

4.2.3.2 Descripción funcional del sistema

El Sistema Telefonía para la Línea 2 del Metro de Bogotá debe garantizar como mínimo las siguientes funcionalidades generales:

- Establecimiento de llamadas o videollamadas entre usuarios internos de la Línea 2 del Metro de Bogotá mediante marcación directa (extensión).
- Establecimiento de llamadas entre usuarios internos y extensiones externas de la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC)
- Establecimiento de llamadas hacia otros sistemas de voz (Interfonía y Radiocomunicaciones de Voz y Datos) de la Línea 2 del Metro de Bogotá.
- Capacidad para la integración de cualquier tipo de terminal telefónico
- Cobertura de todas las funcionalidades estándar y avanzadas de un sistema de telefonía administrativa, como, por ejemplo: Redirección de llamada, desvío de llamada, restricción de llamada, llamada en espera, etc.
- Capacidad para la recepción y envío tanto interno como externo de servicio de documentos (aplicaciones de escaneo de documentos).
- Capacidad para la integración de un servicio de operadora
- Grabación de todas las llamadas de voz y datos establecidas en la red, tanto internas como externas, en una única plataforma de grabación global de la línea, pudiéndose gestionar dichas grabaciones mediante interfaz especial o directamente desde la aplicación nativa del sistema de telefonía
- Gestión operativa del sistema, permitiendo, entre otras, la administración dinámica de terminales, extensiones y abonados, gestión de grabaciones, así como exportación de informes y estadísticas referentes a uso de red, número de llamadas, tarifas.
- Administración técnica del sistema, permitiendo la supervisión completa y continuada del sistema, la actualización y/o modificación de parámetros, así como la exportación de informes y estadísticas de alarmas e incidencias.
- La solución debe ser tipo Enterprise, unificada e integral desde los dispositivos finales (aparatos telefónicos IP, cámaras- video) o soluciones end-point soportados por el fabricante de la plataforma de colaboración y comunicación unificada.

- Debe soportar funcionalidades de presencia, mensajería instantánea, movilidad, gestión, colaboración y conferencia para todos los usuarios.
- Debe tener una función que permita identificar llamadas según el aparato de quien llame, permitiendo, en caso de congestión de la red telefónica, asegurar las llamadas que se definan como prioritarias.

El Sistema de Telefonía para la Línea 2 del Metro de Bogotá debe ofrecer las funcionalidades particulares que se detallan a continuación:

- Llamada o videollamada interna.
- Llamada externa directa, externa por operador.
- Llamada o videollamada directa a extensión
- Teleconferencia interna o externa
- Videoconferencia interna
- Identificación del número de abonado que recibe la llamada
- Identificación del nombre del abonado que realiza la llamada
- Restricción de visualización del número y nombre en la llamada
- Remarcado automático sobre línea ocupada
- Remarcado automático al no contestar
- Desvío de llamada sobre línea ocupada
- Desvío de llamada al no contestar
- Desvío de llamada incondicional
- Transferencia de llamada

4.2.3.3 Criterios particulares de diseño

Adicionalmente a las especificaciones funcionales definidas en el anterior apartado, el Contratista debe considerar como mínimo los siguientes criterios particulares de diseño del sistema:

- Cobertura de terminales telefónicos.
- Consola de comunicación avanzada para operador.
- Consola de voz integrada.
- Telefonía de emergencia.
- Redundancia de elementos críticos.
- Dimensionado del tráfico del sistema
- Plan de Numeración Integrado
- Estudio de integración de sistemas de voz
- Sistema de grabación integrado

4.2.3.3.1 Cobertura de las terminales telefónicas

El Contratista debe usar los siguientes criterios para el despliegue de terminales telefónicos en las instalaciones de la Línea 2 del metro de Bogotá:

- Se habrá de proveer en locales y dependencias técnicas, como por ejemplo salas de enclavamientos, salas de comunicaciones o subestaciones eléctricas de terminales telefónicas multimedia.
- Se habrá de proveer en el CCO/CCO-R, oficinas y cuartos de jefe de estación/zona de terminales telefónicos avanzados, que debe incluir pantalla, teclado alfanumérico extendido y funcionalidades adicionales de directorio. Todos los operadores del CCO/CCO-R debe disponer de un terminal telefónico avanzado. Esta terminal debe operar como elemento de reserva, en caso de fallo de la consola telefónica integrada. Debe considerarse que las diferentes funcionalidades antes anotadas puedan obtenerse con aplicaciones sobre PC, tablets, smartphones, etc
- Los terminales telefónicos deben ir asociados a las estaciones de influencia. En el caso que existan terminales telefónicos en locales técnicos en vía, se deben asociar a la estación más cercana.

4.2.3.3.2 Consola de comunicación avanzada para operadores.

La gestión de llamadas externas entrantes y salientes, así como posibles restricciones internas deben ser llevada a cabo por una o varias operadores telefónicos. El Contratista debe proponer el número de recursos necesarios con base en al cálculo estimado de llamadas generadas en el sistema.

No obstante, el Contratista debe considerar que las llamadas se reciban automáticamente y enrutarse en igual forma, conservando que las operadoras(es) humanas sean una opción elegible por el usuario a través del menú automático establecido.

Las operadoras podrán ser emplazadas en cualquier dependencia de la línea y deben ser dotadas de una consola de comunicación avanzada, que como mínimo deben proporcionar las siguientes funcionalidades:

- Funciones de presentación de llamadas.
- Funciones de control de comunicación.
- Funciones de selección de la comunicación.
- Funciones de selección de dispositivos de escucha.
- Funciones de Base de Datos, funciones de directorio.
- Funciones de menú.
- Funciones de llamada en espera.

- Funciones de desvió de llamadas.

4.2.3.3.3 Consola de voz integrada

Los operadores del CCO/CCO-R dispondrán de una consola de voz integrada. Esta consola consistirá en un terminal informático con capacidad para la atención y generación de llamadas de voz o videollamas hacia cualquier de los tres sistemas de voz de Línea 2 de Metro de Bogotá (Telefonía, Interfonía y Radiocomunicaciones de Voz y Datos). Permitirá disponer de funcionalidades de llamada avanzadas.

Adicionalmente permitirá las siguientes funcionalidades:

- Acceso y gestión de alto nivel de los grabadores de audio
- Acceso y gestión de alto nivel de las aplicaciones de gestión nativas

En el caso de incidencia o avería, el operador debe disponer de un terminal telefónico avanzado con capacidad para la realización y/o recepción de llamadas de voz o videollamadas a cualquier de los sistemas de voz. El paso de un terminal a otro debe ser transparente, de forma que ambos terminales deben operar con el mismo número e identificador.

4.2.3.3.4 Telefonía de emergencia

Con el fin que las estaciones mantengan un canal de comunicación vocal de contingencia en caso de una incidencia o emergencia grave que aísle una o varias estaciones, se prevé la utilización de un servicio de telefonía de emergencia.

El servicio de telefonía de emergencia debe garantizar la capacidad de comunicación de una estación con el CCO/CCO-R u otro centro de contingencia aún a pesar de la pérdida total de comunicación debido a la caída de las redes de comunicación.

El terminal telefónico de emergencia de una estación debe ser ubicado en una zona segura y de fácil acceso por parte del personal autorizado.

4.2.3.3.5 Redundancia de elementos críticos

El diseño del sistema debe contemplar el desarrollo de una arquitectura redundante, donde los elementos considerados críticos para la operación del sistema se encuentren totalmente duplicados. Así mismo, con el fin de obtener el mayor grado de redundancia, en los elementos considerados como más críticos, debe proveerse redundancia geográfica.

Los modos de operación redundante serán:

- Activo-No activo
- Activo-Activo

- Hot-stand-by

Se podrán ajustar a los requisitos de fiabilidad, no obstante, el Contratista en su diseño debe garantizar el mínimo tiempo posible de pérdida de servicio por conmutación de elementos redundantes. Debe considerarse en el diseño los posibles requisitos de sincronización existentes.

4.2.3.3.6 Dimensionado del tráfico del sistema

El Contratista debe realizar un estudio de tráfico del sistema con el objetivo de analizar y dimensionar los siguientes conceptos:

- Carga de tráfico en los principales enlaces telefónicos del sistema (Accesos a centralitas telefónicas, enlaces con otros sistemas de voz o con la RTPC).
- Número estimado de extensiones telefónicas requeridas
- Capacidad de conmutación/procesado de las centralitas telefónicas.
- Capacidad de conmutación de extensiones.
- Capacidad de los grabadores de audio
- El Contratista debe poder hacer uso de hipótesis y experiencia en otros entornos con características muy similares.

4.2.3.3.7 Plan de Numeración Integrado

El Contratista debe incluir como parte del diseño del sistema el plan de numeración telefónico. El plan de numeración telefónico debe ser integrado, no solamente debe abarcar las extensiones asociadas al sistema sino también las asociadas a los sistemas de Interfonía y Radiocomunicaciones de Voz y Datos. Por tanto, el Contratista debe comprobar que no existe ninguna incompatibilidad entre sistemas.

El número de dígitos a utilizar vendrá determinado por el número de extensiones telefónicas; no obstante, siempre debe ser superior a 4 dígitos.

4.2.3.3.8 Estudio de integración de sistemas de voz

El Contratista debe incluir como parte del diseño un estudio de integración de sistemas de voz. Dicho estudio tendrá como finalidad analizar las funcionalidades proporcionadas por cada sistema, así como sus restricciones. Como resultado de este análisis, el Contratista debe presentar en este estudio las capacidades de integración, especificando para cada conexión que funcionalidades podrán ser ofrecidas al operador.

A modo orientativo, a continuación, se detallan las principales funcionalidades que permitirá la integración de los sistemas de voz (interfonía, telefonía y sistema de Radiocomunicaciones de voz y datos).

Desde un terminal del sistema de Radiocomunicaciones de voz y datos debe poder llamar, por lo menos a:

- Un grupo de usuarios del sistema de Radiocomunicaciones de voz y datos.
- Una terminal del sistema Radiocomunicaciones de voz y datos individual.
- Una extensión de la IPBX (telefonía).
- Una extensión de interfonía.
- Un número exterior del plan de numeración. La llamada a números exteriores se permitirá de manera muy restringida. No obstante, sí que se consideran llamadas a servicios de emergencia, por ejemplo, al número de Emergencias 123.

Desde una terminal telefónica se debe poder llamar, por lo menos a:

- Una extensión de la PABX.
- Una extensión de interfonía.
- Un grupo de usuarios del sistema de Radiocomunicaciones de voz y datos.
- Un terminal Radiocomunicaciones de voz y datos individual.
- Un número exterior del plan de numeración.

Desde un interfono se debe poder llamar, por lo menos a:

- Una preprogramada extensión del CCO / CCO-R.

Estas funcionalidades no tienen por qué estar disponibles para todos los usuarios, existirán restricciones, por ello es posible limitar desde el Sistema de Gestión de Operadores los permisos de llamada que cuentan las terminales, ya sean teléfonos, interfonos y sistema de Radiocomunicaciones de voz y datos.

4.2.3.3.9 Sistema de grabación integrado

La integración entre los sistemas de voz requerirá la integración del sistema de grabación bajo una misma plataforma. Mediante esta integración, un operador podrá acceder a las grabaciones de cualquier de los tres sistemas de forma transparente mediante una única aplicación; no obstante, deben mantenerse como método de backup el acceso a esta información desde las aplicaciones nativas de cada uno de los sistemas de voz integrados y se debe restringir el ingreso de usuarios y establecer los protocolos para garantizar la seguridad información.

4.2.4 SISTEMA DE INTERFONÍA

4.2.4.1 Alcance

El sistema de Interfonía debe ser IP y proporcionará un canal de comunicación de voz o videollamada directo, fiable y seguro entre los usuarios de la Línea 2 del Metro de Bogotá y los operadores del CCO/CCO-R o personal de seguridad, diferenciando la atención de llamadas de información de llamadas de emergencia.as

A través de este sistema, un operador podrá atender a cualquier consulta informativa formulada por un pasajero, así como cualquier petición de auxilio o ayuda que pueda aparecer. Así mismo, este sistema será utilizado como complemento de seguridad para el Sistema de Control de Acceso y Alarmas (SCA) en puntos críticos de la línea, donde un operador podrá realizar un reconocimiento verbal y/o visual de la persona que realiza la llamada de solicitud de acceso.

Con el fin de asegurar un correcto servicio al usuario, debe realizarse un amplio despliegue de interfonos, con el objetivo de cubrir las principales zonas de tránsito, así como los puntos de mayor interacción con los pasajeros, como por ejemplo las líneas de barreras de control de acceso, mezanines, plataformas, Material Rodante, escaleras mecánicas, entre otros..

Así mismo se incluyen la definición de la integración de este sistema con los siguientes sistemas, lista no exhaustiva:

- Telefonía y radiocomunicaciones de voz y datos
- Red telefónica pública conmutada
- Grabación de voz integrada
- Consola telefónica integrada

4.2.4.2 Descripción funcional

El Sistema Interfonía para la Línea 2 del Metro de Bogotá debe garantizar como mínimo las siguientes funcionalidades generales:

- El sistema de Interfonía será totalmente independiente respecto al sistema de Telefonía. No obstante, se deben proporcionar todas aquellas interfaces necesarias para alcanzar los requerimientos de integración necesarios.
- Establecimiento de llamadas o videollamadas de información o emergencia por parte de los usuarios de la línea desde las principales zonas públicas de estación (vestíbulos, líneas de barreras de control de acceso, ascensores, plataformas, entre otras) y en las zonas de evacuación (salidas de emergencia, túneles y viaducto.

- Establecimiento de llamadas o videollamadas de emergencia por parte de los pasajeros desde el interior del Material Rodante.
- Establecimiento de llamadas o videollamadas de seguridad por parte de personal de explotación o asociado en zonas restringidas donde se requiera la aplicación de controles de acceso (Accesos a estaciones, accesos a vía, subestaciones eléctricas, entre otros.).
- Establecimiento y recepción de llamadas desde algunos interfonos a través del sistema de Telefonía.
- Establecimiento de llamadas o videollamadas hacia otros sistemas de voz (Telefonía y Radiocomunicaciones de Voz y Datos) de Línea 2 del Metro de Bogotá
- Capacidad para la integración de cualquier tipo de interfono
- Cobertura de todas las funcionalidades estándar y avanzadas de un sistema de Interfonía, como, por ejemplo: redirección de llamada, desvío de llamada, restricción de llamada, llamada en espera.
- Monitorización periódica y configurable del estado del interfono y de sus principales elementos internos.
- Grabación de todas las llamadas de voz establecidas en la red, tanto internas como externas, en una única plataforma de grabación global de la línea, pudiéndose gestionar dichas grabaciones mediante interfaz única o directamente desde la aplicación nativa del sistema de Interfonía
- Interactuar con el sistema de video vigilancia (CCTV) a fin de facilitar una identificación visual del usuario que inicia la llamada.
- Gestión operativa del sistema, permitiendo, entre otras, la administración dinámica de terminales, extensiones y abonados, gestión de grabaciones, así como exportación de informes y estadísticas referentes a uso de red, número de llamadas, tarifas, etc.
- Administración técnica del sistema, permitiendo la supervisión completa y continuada del sistema, la actualización y/o modificación de parámetros, así como la exportación de informes y estadísticas de alarmas e incidencias.

El Sistema de Interfonía para la Línea 2 del Metro de Bogotá debe ofrecer como mínimo las funcionalidades que se detallan a continuación:

- Llamadas o videollamadas en modo Full-Duplex, Hot-line manos libres
- Llamadas o videollamadas preprogramadas configurables
- Rellamada secuencial
- Cierre del enlace por temporización, inactividad, recepción #, línea ocupada, actuación del pulsador, etc.
- Llamada en espera
- Priorización de llamadas

- Mensajes pregrabados de atención al usuario: Llamada iniciada, Línea ocupada, Rellanando, etc.
- Alerta visual del proceso de llamada
- Escucha discreta en los recintos públicos de Estación y Trenes.
- Configuración desde el propio Interfono o de manera remota.

4.2.4.3 Criterios particulares de diseño

Adicionalmente a las especificaciones funcionales definidas en el anterior apartado, el Contratista debe considerar, como mínimo, los siguientes criterios particulares de diseño del sistema:

- Cobertura de interfonos y consolas
- Integración de interfonos en elementos externos
- Redundancia de elementos críticos
- Dimensionado del tráfico del sistema
- Plan de Numeración Integrado
- Estudio de integración de sistemas de voz
- Sistema de grabación integrado
- Integración con el sistema de video vigilancia (CCTV)
- Integración con el Sistema de Control de Acceso y Alarmas (SCA).
- Integración con el Sistema de Gestión de Operadores (SGO).
- Integración con el Material Rodante (MR).
- Consola de Voz Integrada

4.2.4.3.1 Cobertura de interfonos y consolas

Los interfonos deben proporcionar funcionalidades de atención a llamadas de información, llamadas de emergencia, llamadas asociadas al Sistema Control de Accesos y Alarmas, entre otros.

La funcionalidad de cada interfono vendrá dada por su emplazamiento dentro de la línea, siendo en muchos casos posible el solape en un mismo interfono de varias funcionalidades. En dichos casos, los interfonos deben proveer diferenciación entre funcionalidades mediante el uso de botones independientes correctamente etiquetados, reconocimiento de voz y ayudas sonoras y visuales.

Todas las llamadas generadas en un interfono debenn ser recibidas y atendidas bien por un sistema automático de respuesta, por los operadores del CCO ó por los Operadores de estación. El criterio de elección vendrá determinado en base al Modelo de Explotación de la

Línea 2 del Metro de Bogotá. Respecto a los terminales, los operadores del CCO harán uso de consolas de voz integradas, mientras que los Operadores de estación harán uso de consolas de interfonía.

El despliegue de interfonos se realizará en base al siguiente criterio:

Se considerará, como mínimo, dar cobertura de interfonos de atención a llamadas de información en los siguientes puntos:

- Vestíbulos, junto a puntos de información
- Pasillos de interconexión
- Líneas de las Barreras de Control de Acceso.
- Máquinas de venta y recarga de títulos de transporte.
- Plataformas.
- Interior de los trenes.

Se considerará, como mínimo, dar cobertura de interfonos de atención a llamadas de emergencia en los siguientes puntos:

- Vestíbulo
- Escaleras mecánicas
- Ascensores
- Salidas de emergencia
- Plataformas
- Interior de los trenes.

Se considerará, como mínimo, dar cobertura de interfonos de atención a llamadas para el Sistema de Control de Accesos y Alarmas en los siguientes puntos:

- Accesos a estaciones y a Patios- talleres
- Accesos a vía
- Accesos a zonas de locales técnicos de estación o vía

4.2.4.3.2 Integración de interfonos en elementos externos

Los interfonos a integrar con los elementos externos ajenos al sistema, como por ejemplo las máquinas de consulta y recarga de títulos de transporte, el interior de los trenes, o en elementos arquitectónicos existentes, deben ser de tipo modular, empotrables en la pared y en ciertos casos con un alto índice de protección (IP), facilitando la integración de los mismos en cualquier tipo de entorno.

Por ello, el Contratista debe contemplar en el diseño del sistema la utilización de distintos tipos de interfonos.

4.2.4.3.3 Redundancia de elementos críticos

El diseño del sistema debe contemplarse el desarrollo de una arquitectura redundante, donde los elementos considerados críticos para la operación del sistema se encuentren redundados. Así mismo, con el fin de obtener el mayor grado de redundancia, en los elementos considerados como más críticos, debe proveerse redundancia geográfica.

Los modos de operación redundante:

- Activo-No activo
- Activo-Activo
- Hot-stand-by

Se podrán ajustar a los requisitos de fiabilidad; no obstante, el Contratista en su diseño debe garantizar el mínimo tiempo posible de pérdida de servicio por conmutación de elementos redundantes. Debe considerarse en el diseño los posibles requisitos de sincronización existentes.

4.2.4.3.4 Dimensionado del tráfico del sistema

El Contratista debe realizar un estudio de tráfico del sistema con el objetivo de analizar y dimensionar los siguientes conceptos:

- Carga de tráfico en los principales enlaces del sistema de interfonía del sistema (Accesos a centralitas, enlaces con otros sistemas de voz o con la RTPC).
- Número estimado de extensiones requeridas
- Capacidad de conmutación/procesado de las centralitas
- Capacidad de los grabadores de audio

El Contratista podrá hacer uso de hipótesis y experiencia en otros entornos con características muy similares.

4.2.4.3.5 Plan de Numeración Integrado

El Contratista debe incluir, como parte del diseño del sistema, el plan de numeración de los Interfonos. El plan de numeración debe ser integrado, significando que no solamente debe abarcar las extensiones asociadas al sistema si no también las asociadas a los sistemas de Telefonía y Radiocomunicaciones de Voz y Datos. Por tanto, el Contratista debe comprobar que no existe ninguna incompatibilidad entre sistemas.

El número de dígitos a utilizar vendrá determinado por el número de extensiones; no obstante, siempre debe ser superior a 4 dígitos.

4.2.4.3.6 Estudio de integración de sistemas de voz

El Contratista debe incluir, como parte del diseño, un estudio de integración de sistemas de voz. Dicho estudio tendrá como finalidad analizar las funcionalidades proporcionadas por cada sistema, así como sus restricciones. Como resultado de este análisis, el Contratista debe presentar en este estudio las capacidades de integración, especificando para cada conexión que funcionalidades podrán ser ofrecidas al operador.

Como criterio general, las posibles llamadas de voz y videollamadas que deban efectuarse, independientemente del sistema de voz utilizado, serán gestionadas por el sistema de Interfonía.

4.2.4.3.7 Sistema de grabación integrado

La integración entre los sistemas de voz requerirá la integración del sistema de grabación bajo una misma plataforma. Mediante esta integración, un operador podrá acceder a las grabaciones de cualquier de los tres sistemas de forma transparente mediante una única aplicación; no obstante, debe mantenerse como método de backup el acceso a esta información desde las aplicaciones nativas de cada uno de los sistemas de voz integrados con sus respectivos protocolos de seguridad garantizando la integridad y seguridad de la información.

4.2.4.3.8 Integración con el Sistema Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)

La integración del sistema de interfonía con el sistema (CCTV) debe permitir al operador o personal dedicado a la supervisión del sistema de control de accesos ejecutar una identificación visual de la persona que trata de acceder a una zona restringida de la línea.

El Contratista debe considerar en el diseño la funcionalidad de intercambiar información entre ambos sistemas a fin de que el inicio de una llamada de interfonía genere la presentación al operador de la imagen de video más cercana, de forma que pueda realizarse correctamente un reconocimiento visual de la persona que activa el Interfono.

4.2.4.3.9 Consola de voz integrada

Los operadores del CCO dispondrán de una consola de voz integrada. Esta consola consistirá en un terminal informático con capacidad para la atención y generación de llamadas de voz hacia cualquier de los tres sistemas de voz de Línea 2 del Metro de Bogotá (Telefonía, Interfonía y Radiocomunicaciones de Voz y Datos). Permitirá disponer de funcionalidades de llamada avanzadas.

Adicionalmente permitirá como mínimo las siguientes funcionalidades:

- Acceso y gestión de alto nivel de los grabadores de audio
- Acceso y gestión de alto nivel de las aplicaciones de gestión nativas

En el caso de incidencia o avería, el operador debe disponer de un terminal telefónico avanzado con capacidad para la realización y/o recepción de llamadas de voz a cualquier de los sistemas de voz. El paso de un terminal a otro debe ser transparente, de forma que ambos terminales operen con el mismo número e identificador.

4.2.5 SISTEMA DE ANUNCIO AL PASAJERO (SAP)

4.2.5.1 Alcance

Este sistema operará como una herramienta fiable y eficiente para la difusión a grandes zonas de la línea de mensajes de audio en tiempo real o pregrabado. Mediante este sistema, un operador desde el CCO o un jefe de estación, podrán emitir uno o varios mensajes en simultáneo a diferentes zonas de la línea pudiendo seleccionar el modo de emisión (manual o automático) y la naturaleza del mensaje (en tiempo real o pregrabado).

Las principales zonas de cobertura de este sistema serán estaciones, talleres y patios y material móvil, entre otras.

Así mismo, este sistema debe ser considerado crítico por parte del Contratista, dado que debe ser usado como mecanismo para la emisión de alertas de emergencia y/o evacuación de las instalaciones por parte de los usuarios del sistema. Por tanto, este sistema debe ser considerado como un sistema de emergencia tal y como se define en la normativa EN 60849.

Por otro lado, la difusión de mensajes de información debe estar totalmente sincronizado con otros sistemas de información a los pasajeros, especialmente cuando se emiten mensajes vinculados al estado del tráfico del sistema Metro.

El Centro de Control Operacional (CCO) debe estar totalmente integrado con el SIP, de forma que un operador del CCO pueda gestionar ambos sistemas de forma conjunta y transparente.

4.2.5.2 Descripción funcional

El SIP para la Línea 2 del Metro de Bogotá debe garantizar como mínimo de las siguientes funcionalidades generales:

- División de las instalaciones de la Línea 2 del Metro de Bogotá en zonas de megafonía independientes con capacidad de selección unitaria de zonas

- Difusión de mensajes informativos o de emergencia en tiempo real o pregrabados desde el CCO o desde el cuarto de jefe de estación
- Capacidad para la difusión de hilo musical o fuentes de audio externas
- Capacidad de adquisición de información de estado del tráfico de la línea
- Capacidad de difusión simultánea de mensajes en zonas distintas
- Capacidad para el almacenamiento centralizado en el CCO de mensajes pregrabados de carácter general y almacenamiento distribuido y selectivo en estaciones / patios y talleres y unidades de material rodantel de mensajes pregrabados de carácter local e institucional.
- Capacidad de carga local y remota de mensajes pregrabados
- Capacidad de restricción de las zonas de emisión de mensajes de megafonía por parte de un usuario
- Capacidad de priorización de mensajes
- Disposición de un canal de retorno para la verificación del mensaje emitido
- Gestión operativa del sistema, permitiendo, entre otras, la administración dinámica de usuarios, gestión de mensajes pregrabados, así como exportación de informes y estadísticas referentes al uso del sistema
- Capacidad de generación de parrillas automáticas y periódicas de mensajes pregrabados.
- Administración técnica del sistema, permitiendo la supervisión completa y continuada del sistema, la actualización y/o modificación de parámetros, así como la exportación de informes y estadísticas de alarmas e incidencias.
- Capacidad para la supervisión remota del estado de las líneas de altavoces y amplificadores.
- Capacidad para la supervisión y corrección continuada y automática del nivel sonoro por zonas.

4.2.5.3 Criterios particulares de diseño

Adicionalmente a las especificaciones funcionales definidas en el anterior apartado, el Contratista debe considerar como mínimo los siguientes criterios particulares de diseño del sistema:

- Cobertura del sistema de Megafonía
- Estudio electroacústico
- Requisitos de emergencia
- Integración con el sistema de tráfico
- Integración con el SIP.

4.2.5.3.1 Cobertura del sistema de Megafonía

El sistema de Megafonía debe dar cobertura de servicio a los siguientes emplazamientos, lista no exhaustiva:

- Estaciones
- Patio-taller
- Material Rodante

Dado que estaciones y patio-taller disponen de múltiples zonas funcionales distintas, será requerida una segmentación en como mínimo las siguientes zonas locales de Megafonía:

- Estaciones:

  - Accesos a la estación
  - Vestíbulos y pasillos de interconexión
  - Plataformas
  - Salidas de emergencia
  - Ascensores
  - Locales y dependencias técnicas

- Patio-Taller:

  - Accesos al Patio-taller y Cocheras
  - Playa de Vías
  - Talleres
  - Oficinas y vestuarios
  - Locales y dependencias técnicas

- Respecto al material rodante, el Contratista debe basarse en los siguientes criterios a efectos de determinar las zonas de megafonía donde deben emitirsen mensajes:

  - A una unidad de material rodante concreta
  - A todas las unidades de material rodante que se encuentren en una zona geográfica de la línea concreta, pudiéndose fijar dicha zona y actualizar constantemente las unidades de material rodante destino del mensaje
  - En todas las unidades de material rodante de la línea.
  - En tiempo real o pregrabado.

4.2.5.3.2 Estudio electroacústico

El número, tipo y emplazamiento de los altavoces, así como la potencia sonora requerida a especificar por el Contratista se debe realizar previa ejecución de un estudio electroacústico.

El estudio electroacústico no solamente tendrá en cuenta la geometría y volumen propio de estaciones, patios-talleres y material rodante, sino que también debe tener en cuenta los materiales utilizados por arquitectura como revestimientos y acabados.

El Contratista debe obtener un modelo electroacústico por cada tipo de estación, patio-taller y cochera y unidad de material rodante definida, siempre y cuando los materiales de construcción previstos sean similares.

Las conclusiones del estudio deben como mínimo aportar los siguientes datos:

- Niveles de Inteligibilidad (RASTI) por zona
- Niveles de potencia acústica por zona

- Definición de tipo y potencia de altavoces
- Ubicación de altavoces
- Distribución y redundancia del sistema de megafonía.

4.2.5.3.3 Requisitos de emergencia

La principal funcionalidad del SAP es el de difundir de forma rápida y eficiente mensajes pregrabados o en tiempo real a múltiples zonas de la línea. Esta funcionalidad es considerada crítica en caso de emergencias o incidencias donde es preciso ejecutar una evacuación de los usuarios y personal de la línea. Así mismo, el sistema no solamente debe funcionar al inicio de la incidencia, sino que también debe funcionar durante la incidencia.

Los requisitos expuestos en el anterior párrafo son definidos y cubiertos por la normativa "EN 60849 Sistemas electroacústicos para servicios de emergencia", cuyas bases deben ser utilizadas por el Contratista para efectuar el diseño del sistema.

4.2.5.3.4 Integración con el sistema de tráfico

El SAP debe disponer información periódica y en tiempo real sobre el estado del tráfico en la línea.

Mediante el conocimiento de dicha información, el sistema debe ser capaz de generar automáticamente mensajes de información al usuario de tipo general. A modo de ejemplo, el sistema debe ser capaz de emitir mensajes del tipo:

- Próximo tren no para en la presente estación
- Servicio temporalmente interrumpido
- Próximo tren con destino estación XXX
- Último tren

4.2.5.3.5 Integración con el Sistema de Información al Pasajero (SIP)

Los SAP y SIP son dos sistemas complementarios destinados para proporcionarle al usuario información (sonora y visual) importante que facilita su desplazamiento a través de la infraestructura de Línea 2 del Metro de Bogotá. Por tanto, es fundamental que la información presentada en ambos sistemas esté correctamente sincronizada, evitando posibles incoherencias que pueden llevar a situaciones de confusión y mal interpretación de la información difundida.

Así mismo, dada su naturaleza, ambos sistemas deben tener que disponer de forma integrada sus puestos de operación, de forma que un operador del CCO tenga capacidad para operar de forma conjunta y transparente ambos sistemas.

4.2.6 SISTEMA DE INFORMACIÓN AL PASAJERO (SIP)

4.2.6.1 Alcance

El SIP ofrecerá al explotador una herramienta para la difusión de mensajes por medio de pantallas de información y/o de emergencia en zonas concretas de estaciones y en el interior del Material Rodante.

Los mensajes informativos serán de tipo multimedia, por lo que podrán difundirse imágenes estáticas, textos alfanuméricos, videos o difundir fuentes multimedia externas.

El sistema permitirá al operador confeccionar y almacenar, bien de forma centralizada o distribuida en estaciones y el Material Rodante, cualquier tipo de mensaje multimedia, decidiendo en todo momento la zona de difusión. Adicionalmente, el operador podrá programar una secuencia automática de emisión y reproducción de mensajes, así como verificar en su consola la correcta visualización en destino.

Las zonas de cobertura del sistema se centrarán en estaciones,(vestíbulos, pasillos de interconexión, Plataformas, unidades de material rodante, entre otros.

A fin de ofrecer un completo servicio al viajero, el sistema debe poder emitir información hora y fecha, así como referente a horarios y estados de tráfico, horarios y estados de sistemas de transporte ajenos, especialmente en estaciones con interconexiones. Dado que el SIP debe complementarse con el SAP y deben asegurarse la coherencia de mensajes emitidos en ambos sistemas.

A nivel de control, el SIP debe ofrecer una aplicación de control y gestión totalmente integrada con el SAP, de forma que ambos sistemas puedan ser operados por los operadores del CCO de forma conjunta y transparente.

Finalmente, debe analizarse las posibilidades de utilizar este sistema como una plataforma de difusión de mensajes publicitarios. Debe valorarse los distintos modos de explotación de esta funcionalidad, tanto por parte del operador de la línea como por parte de terceros.

4.2.6.2 Descripción funcional

El SIP para la Línea 2 del Metro de Bogotá debe garantizar como mínimo las siguientes funcionalidades generales:

- División de las zonas de presencia de viajeros en zonas de información independientes con capacidad de selección unitaria.
- Visualización de mensajes en distintos formatos (texto, alfanumérico, multimedia) y en diferentes plataformas de visualización (pantallas LCD).

- Visualización de la hora oficial de la línea en modo analógico o digital seleccionable por un operador.
- Visualización en tiempo real de los horarios e itinerarios de unidades móviles, así como del estado general del tráfico.
- Visualización de información referente a horarios y estado de transportes complementarios en estaciones con interconexión.
- Visualización simultánea de uno o varios mensajes en distintas zonas
- Generación de órdenes de visualización por parte de un operador del CCO en tiempo real o en modo automático en base a una programación previa.
- Disponibilidad de herramienta para la edición y uso de plantillas de mensajes, pudiendo combinar en una plantilla diferentes formatos de mensaje.
- Almacenamiento centralizado en el CCO de mensajes pregrabados de carácter general y almacenamiento distribuido y selectivo en estaciones y unidades de material rodante de mensajes pregrabados de carácter local e institucional.
- Carga remota en estaciones y unidades de material rodantel de mensajes pregrabados por parte de un operador del CCO.
- Restricción de las zonas de emisión de mensajes por parte de un operador del CCO
- Priorización de mensajes.
- Visualización en el puesto de operador del CCO de los mensajes emitidos para su verificación o comprobación.
- Capacidad de generación de parrillas automáticas y periódicas de mensajes pregrabados.
- Gestión operativa del sistema, permitiendo, entre otras, la administración dinámica de usuarios, gestión de mensajes pregrabados, así como exportación de informes y estadísticas referentes al uso del sistema.
- Administración técnica del sistema, permitiendo la supervisión completa y continuada del sistema, la actualización y/o modificación de parámetros, así como la exportación de informes y estadísticas de alarmas e incidencias.
- Capacidad de difusión paralela de mensajes publicitarios gestionados por el operador o terceras partes.

4.2.6.3 Criterios particulares de diseño

Adicionalmente a las especificaciones funcionales definidas en el anterior apartado, el Contratista debe considerar como mínimo los siguientes criterios particulares de diseño del sistema:

- Cobertura del Sistema de Información al Pasajero
- Criterios de visualización
- Integración con el sistema de tráfico
- Integración con el sistema de SAP
- Integración con el sistema de cronometría

- Modelos de financiación y explotación

4.2.6.3.1 Cobertura del Sistema de Información al Pasajero

El SIP debe dar como mínimo cobertura de servicio a los siguientes emplazamientos:

- Estaciones
- Material Rodante

Dado que las estaciones disponen de diferentes zonas funcionales, será requerida una segmentación como mínimo en las siguientes zonas:

- Accesos a la estación
- Vestíbulos y pasillos de interconexión
- Plataformas

Respecto al Material Rodante, el Contratista debe basarse en los siguientes criterios a efectos de determinar las zonas:

- Debe poder emitirse una imagen en una unidad de Material Rodante concreta.
- Debe poder emitirse una imagen a todas las unidades del Material Rodante que se encuentren en una zona geográfica de la línea concreta, pudiéndose fijar dicha zona y actualizar constantemente las unidades del Material Rodante que entren a la zona establecida.
- Debe poder emitirse un mensaje en todas las unidades de Material Rodante de la línea.

4.2.6.3.2 Criterios de visualización

El SIP debe permitir la visualización de mensajes de texto, alfanuméricos, multimedia, en distintas plataformas de visualización asegurando en cada plataforma el máximo nivel de calidad de visualización.

Debe contemplar las distintas ubicaciones de visualización (estaciones y Material Rodante) bien a nivel de espacio físico y distancia de visualización como bien a nivel de iluminación.

El sistema a diseñar por el Contratista debe permitir la configuración personalizada de los siguientes parámetros, lista no exhaustiva:

- Resolución y tamaño de letras e imágenes
- Paleta de colores
- Nivel de luminosidad y contraste
- Nivel de reflejos existentes debidos a luz natural o artificial incidente

Las plataformas de visualización deben ser poco directivas, de forma que un amplio ángulo de visión permita ser visualizadas por un gran número de viajeros.

4.2.6.3.3 Integración con el sistema de tráfico

El SIP debe disponer información periódica y en tiempo real sobre el estado del tráfico en la línea, así como de los horarios planificados del día.

Mediante el conocimiento de dicha información, el sistema debe ser capaz de generar automáticamente mensajes de información al pasajero que variaran en base a la zona de visualización y al criterio del operador. Como mínimo, el sistema debe presentar la siguiente información:

- Identificación de las próximas unidades de Material Rodante entrantes / salientes, así como su itinerario previsto pudiéndose visualizar en una misma pantalla más de una unidad de Material Rodante.

- Hora de llegada / salida de una o varias unidades del Material Rodante. Debe poder ser seleccionado por el operador el formato de visualización, que podrá ser:

  - Unidad absoluta
  - Cuenta atrás pudiéndose seleccionar el orden de descuento (minutos, segundos)

- Mensajes especiales como, por ejemplo:
  - Tren sin parada
  - Tren no acepta pasajeros
  - Final de línea
  - Último tren
  - Posibles conexiones multimodales
  - Estado general del tráfico

4.2.6.3.4 Integración con el SAP

Los SIP y SAP son dos sistemas complementarios destinados para proporcionar al usuario información (visual y sonora) importante que facilita su desplazamiento a través de la infraestructura de la línea 2 del Metro de Bogotá.

Por tanto, es fundamental que la información presentada en ambos sistemas esté correctamente sincronizada, evitando posibles incoherencias que pueden llevar a situaciones de confusión y mal interpretación de la información difundida.

Así mismo, dada su naturaleza, ambos sistemas deben tener que disponer de forma integrada sus puestos de operación, de forma que un operador desde el CCO tenga la capacidad para operar de forma conjunta y transparente ambos sistemas.

4.2.6.3.5 Integración con el sistema de Cronometría

El SIP permitirá la visualización en los distintos formatos de visualización existentes la hora oficial de la línea.

A fin de sincronizar todos los puntos de visualización, la hora oficial de la línea será obtenida del sistema de cronometría, de forma que el sistema debe ser compatible con el formato de difusión de la señal de sincronismo de la central horaria.

La hora oficial de la línea debe poder ser visualizada tanto en formato digital como analógico.

4.2.6.3.6 Modelos de financiación y explotación

El Contratista debe contemplar como alcance sus trabajos el análisis de los distintos modelos de financiación y explotación posibles para la reutilización del sistema de información al pasajero como una plataforma de difusión de mensajes publicitarios.

El análisis debe centrarse como mínimo en los siguientes aspectos:

- Integración de esta funcionalidad dentro del conjunto de funcionalidades especificadas.
- Modelos de implantación, explotación y financiación del sistema por parte de terceros, reflejándose el valor añadido adquirido por el operador de la línea, así como los posibles ingresos económicos derivados de esta actividad.

Como resultado del análisis debe confeccionarse un estudio de alternativas, donde debe especificarse claramente:

- Impacto social y valor añadido para el operador proporcionado por el sistema
- Responsabilidades y alcances del operador y de terceras partes.
- Modelos de explotación
- Variantes de diseño y arquitectura del sistema
- Coste económico de la implantación y mantenimiento según modelo
- Ingresos económicos esperados por la explotación del sistema según modelo

Como requerimiento principal, la integración de esta funcionalidad y su posterior operación no debe afectar nunca al funcionamiento principal del sistema, destinado a proporcionar una plataforma para la visualización de información de tráfico, así como mensajes de explotación.

4.2.7 RED DE NIVEL FÍSICO

4.2.7.1 Alcance

La red de nivel físico de la PLM de Metro de Bogotá, destinada a proporcionar el medio físico de alta capacidad para el transporte de voz y datos entre elementos activos de la línea, estará constituida en base a la definición de un sistema de cableado estructurado según la Normativa EN 50173 (ISO 11801).

De este modo, esta red estará constituida por los siguientes niveles:

- Nivel troncal, destinado a proveer enlaces físicos redundantes de cable óptico multifibra de alta capacidad entre emplazamientos de la línea, como pueden ser estaciones, patios-talleres, el CCO y CCO-R, entre otros.
- Nivel de distribución, destinado a proveer enlaces físicos redundantes de cable óptico multifibra óptica o multipar de cobre de capacidad media para interconectar salas de comunicaciones dentro de estaciones o patios-talleres, así como para interconectar locales técnicos situados a nivel de la vía.
- Nivel horizontal, destinado a proveer enlaces físicos de acceso para elementos finales mediante cables de pares de cobre y enlaces simples de fibra óptica.
- Nivel administración, destinado a establecer la organización de conexiones entre enlaces mediante el uso de repartidores de fibra óptica y cobre.

La presente especificación expone los requisitos referentes a las topologías redundantes aplicables, a las restricciones vinculadas al conexionado del cableado, especialmente en cableado de fibra óptica, así como las restricciones en el uso de canalizaciones para el tendido de cableado.

4.2.7.2 Descripción funcional

La red de nivel físico para la Línea 2 del Metro de Bogotá debe garantizar la cobertura de un conjunto de funcionalidades generales en base a los siguientes conceptos mínimos:

- Generalidades
  - La organización y estructuración de la red, así como el uso de distintos tipos de cableado se realizará acorde a las recomendaciones de la normativa EN 50173 (ISO 11801).
  - Existirá un subsistema de tipo “Campus”, destinado a interconectar las estaciones, Patio-Taller y el CCO/CCO-R
  - Existirá un subsistema de tipo “Distribución”, destinado a interconectar dentro de un emplazamiento las principales salas y locales técnicos.
  - Existirá un subsistema de tipo “Horizontal”, destinado proporcionar el acceso final a usuarios y elementos finales.
  - Existirá un subsistema de tipo “Administrativo”, destinado a proporcionar puntos

organizados de interconexión entre subsistemas de cableado.

- El cableado cumplirá con las principales normativas en referencia a la propagación de incendios, generación y emisión de gases tóxicos y halógenos y protecciones mecánicas.
- El tendido de cableado debe ser realizado siempre por canalización, pudiéndose ser de tipo subterránea o tipo aérea.
- Los cableados que hagan uso de mallas y protecciones metálicas deben asegurar la conexión a la red de tierras.

- Subsistema Campus

  - El subsistema Campus soportará el transporte masivo de servicios y datos entre emplazamientos mediante el uso de tendidos de cableado óptico multifilar monomodo, conectados a equipos de conmutación y/o enrutamiento de paquetes con interfaces de 10 GigaEthernet o superiores, con posibilidad de crecimiento de las mismas.
  - Proporcionará una arquitectura redundante, mediante el uso de topologías en anillo, mallas, tresbolillo u otras, otorgando protección ante el primer fallo.
  - Los tendidos de cableado deben estar sobredimensionados y deben abarcar el máximo número de emplazamientos, facilitando la integración de servicios o el establecimiento de nuevas conexiones entre emplazamientos en un futuro.
  - Las entradas y salidas de cableado en estaciones, patio-talleres y el CCO/CCO-R se realizarán por caminos físicamente independientes, haciendo uso de sectorizaciones en los casos donde no pueda ser aplicado.

- Subsistema Distribución

  - El subsistema distribución debe soportar el transporte de servicios y datos internos entre salas y locales técnicos de un emplazamiento mediante el uso de cableado óptico multifilar monomodo conectado a equipos de conmutación y/o enrutamiento de paquetes con interfaces de 10 GigaEthernet, que sean fácilmente escalables.
  - El subsistema Distribución dará cobertura tanto a salas y locales técnicos de estación, como a los locales técnicos en la línea. Proporcionará una arquitectura redundante, mediante el uso de topologías en anillo, otorgando protección ante el primer fallo.
  - El tendido de cableado se realizará mediante el uso de caminos independientes.
  - Los enlaces de cableado deben ser sobredimensionados, permitiendo la ampliación sencilla y efectiva de servicios.

- Subsistema Horizontal

  - El subsistema Horizontal proporcionará el medio físico de acceso a los usuarios y

elementos finales existentes en cualquier punto de la línea.

- Hará uso mayoritario de cableado multipar de cobre, haciendo uso de cableado simple de fibra óptica solamente cuando las distancias físicas lo ameriten, conectados a equipos de conmutación y/o enrutamiento de paquetes con interfaces de 1 GigaEthernet o superiores.
- Las conexiones con usuarios siempre se realizarán mediante el empleo de cajas de conexión y latiguillos de interconexión.

- Subsistema Administrativo
  - El subsistema Administrativo proporcionará los elementos de conexión entre tendidos de cableado y subsistemas.
  - Los elementos de conexión ofrecerán una estructura altamente organizada, escalable y de alta capacidad.
  - Las conexiones entre tendidos y subsistemas siempre se realizarán en locales técnicos debidamente acondicionados.

- SCADA de Energía.
  - El SCADA de Energía se integra a la RMS, la cual proporciona conectividad a todas las interfaces de comunicación de los equipos de potencia, protección y medida de las subestaciones de energía.
  - Las interfaces de comunicación de estos equipos deben estar integradas con el sistema SCADA de Energía ubicado en el CCO para la operación del sistema eléctrico de la Línea 2 del Metro de Bogotá.

4.2.7.3 Criterios particulares de diseño

Adicionalmente a las especificaciones funcionales definidas en el anterior apartado, el Contratista debe considerar como mínimo los siguientes criterios particulares de diseño del sistema:

- Topologías de cableado
- Conexionado del cableado
- Integración con servicios
- Tendido del cableado e integración con obra civil

4.2.7.3.1 Topologías de cableado

En el diseño del sistema, el Contratista debe considerar el uso de topologías redundantes que aseguren el correcto funcionamiento de los servicios y datos transportados, de forma permanente, incluyendo los casos de incidencia.

Especialmente, debe proveerse una topología redundante a los tendidos de cableados asociados a los subsistemas Campus y Distribución.

Debe asegurarse el uso de caminos físicamente independientes, en cuanto se refiere a:

- Entradas y salidas de cableados en emplazamientos
- Tendido en túneles, soterrados o trincheras
- Tendido en superficie
- Acceso a locales técnicos

4.2.7.3.2 Conexionado del cableado

El cableado de fibra óptica se realizará mediante el uso de elementos normalizados de conexión:

- Repartidores o Patch Panels de fibra óptica o armarios de fibra óptica (ODF)
- Módulos de fusión y empalme
- Cajas de derivación o terminación

El conexionado del cableado siempre se realizará en locales técnicos acondicionados para ello, proporcionado el espacio adecuado para su ejecución. No se podrán realizar conexiones de cableado en el interior de los túneles ni en zonas de difícil acceso o manipulación compleja.

El Contratista debe estandarizar los tipos de conexión, especialmente en cuanto hace referencia a conectores y respetar las recomendaciones definidas en la normativa EN 50173 (ISO 11801).

Las conexiones y tendidos proyectados por el Contratista deben ser recogidos en un mapa de cableado, donde deben incluirse como mínimo la siguiente información:

- Enlaces proyectados
- Tipo de cableado utilizado
- Puntos de conexión y tipo de conexión
- Listado de servicios asociados a cada uno de los enlaces
- Reservas existentes

Cualquier conexión debe ser etiquetada y codificada para su fácil identificación.

4.2.7.3.3 Integración con servicios

El Contratista será responsable de contemplar en el desarrollo del diseño de la red de nivel físico los requisitos de conexión y transporte de cada uno de los servicios que lo precisen, en especial:

- Requisitos asociados al dimensionado de enlaces
- Requisitos asociados al número de puntos de conexión
- Requisitos asociados al nivel de redundancia

Dichos requisitos deben poder ser comprobados y validados en el mapa de cableado.

4.2.7.3.4 Tendido del cableado e integración con obra civil

El tendido de cableado debe realizarse mediante el uso de canalizaciones. Las canalizaciones utilizadas serán exclusivas, de forma que no podrán ser utilizadas en conjunción con otros sistemas en especial con los del sistema de señalización (cambiavías, señales entre otros). Los cables de alimentación de los equipos de comunicaciones tampoco deben hacer uso de estas canalizaciones. Dichos cableados deben hacer uso de las reservadas para baja tensión.

Debe prestarse especial atención al cruce de canalizaciones con cableado de tipo eléctrico, donde debe cumplirse la normativa vinculada al reglamento de baja tensión vigente.

El trazado de las canalizaciones debe ser responsabilidad del Contratista, que debe mantener una comunicación directa con la obra civil a efectos de definir como mínimo:

- Definición de pasamuros, bajantes y pasos de cableados
- Definición de soportes
- Integración con arquitectura

Todas las canalizaciones deben estar debidamente especificadas geográficamente en los planos.

4.2.8 RED MULTISERVICIOS (RMS)

4.2.8.1 Alcance

La RMS debe ser el soporte de transmisión de voz, datos y video, operará como la red de transporte principal de la línea, debiendo tener la capacidad y prestaciones adecuadas para el transporte asociados a todos los sistemas de comunicaciones, así como cualquier otro sistema ajeno. El Contratista debe tener en cuenta en el diseño de la red los requisitos y restricciones de todos los servicios transportados.

Dada su funcionalidad básica, la RMS debe dar cobertura a la totalidad de zonas de la línea 2 del metro de Bogotá. El Contratista debe definir como mínimo 5 niveles funcionales:

- Nivel 4: Red Corporativa.
- Nivel 3: RMS Core, CCO/CCO-R.
- Nivel 2: RMS de la línea.
- Nivel 1: Red local de estaciones, locales técnicos, Patio-Taller, PMPT, SER, SET y CTE.
- Nivel 0: Equipo fijo o Móvil.

La RMS podrá hacer uso de diferentes tecnologías y medios físicos a fin de adaptarse a las necesidades de cada servicio. No obstante, el diseño debe ser considerado global. Se aplicarán

los niveles de redundancia adecuados a fin de garantizar una red de alta fiabilidad, disponibilidad y los respectivos protocolos de seguridad para la protección de la información.

Finalmente, la RMS debe ofrecer un amplio abanico de mecanismos y funcionalidades avanzadas (seguridad, gestión de recursos, aplicación de políticas de calidad), de forma que puedan satisfacerse cualquier requerimiento actual o futuro por parte de los servicios transportados.

4.2.8.2 Descripción funcional

La RMS para la Línea 2 del Metro de Bogotá debe garantizar la cobertura de un conjunto de funcionalidades generales organizadas en base a los siguientes conceptos:

La RMS debe ser estructurada en base a los siguientes niveles funcionales:

- Nivel 4: Red Corporativa.
- Nivel 3: RMS Core, CCO/CCO-R.
- Nivel 2: RMS de la línea.
- Nivel 1: Red local de estaciones, locales técnicos, Patio-Taller, PMPT, SER, SET y CTE.
- Nivel 0: Equipo fijo o Móvil.

La RMS dispondrá de un nivel funcional de gestión, permitiendo la administración integrada de todos los elementos de la red.

Dará cobertura a la totalidad de servicios de la Línea que requieran conectividad tanto a nivel de puntos de acceso como de requisitos de transporte, haciendo uso principalmente de la red de nivel 1.

El sistema estará pensado para dar servicio como mínimo a los siguientes sistemas de telecomunicaciones:

- Telefonía/Interfonía (Plataforma colaborativa y comunicaciones unificadas IP)
- Sistema IHM Comunicaciones (IHM COM)
- Red Multiservicio (RMS)
- Red de banda Ancha (RBA)
- Sistema de Control y de Supervisión (SCS) (Scada de energía y estaciones).
- Radiocomunicaciones de voz y datos (RAD);
- Sistema de Control de Acceso y Alarmas (SCA).
- Sistema de Anuncio al pasajero (SAP) (Megafonía y altavoces)
- Sistema de Información al Pasajero (SIP)
- Distribución de Publicidad al Pasajero (DDP)
- Video vigilancia (CCTV)
- Sistema de Cronometría
- Sistema de Gestión de Operadores (SGO)

- Sistema de Peaje/Control de Acceso
- Y todos aquellos sistemas que se crean necesarios en fase de detalle.

La definición del sistema debe ser tal que:

- Proporcione servicio a elementos finales de estaciones, patio-taller y CCO e integrará como una red global los elementos finales del Material Rodante. Para ello la red de transmisión podrá hacer uso de los protocolos y estándares más idóneos en función del medio físico de transporte y los requisitos asociados.
- Proporcione acceso seguro a redes de transmisión de voz y datos externas.
- Permita el transporte simultáneo de servicios de voz y datos sin interferencia.
- Disponga de un dimensionado suficiente para abastecer futuras necesidades de los servicios transportados, nuevos servicios implantados o soportar posibles modos degradados.

Igualmente, debe ofrecer un alto nivel de redundancia con el fin de asegurar el máximo grado de disponibilidad del servicio, considerando:

- Mecanismos de red necesarios para ejecutar niveles de prioridad de servicios críticos y gestiones dinámicas de recursos en caso de saturaciones o modos degradados.
- Recursos de seguridad perimetral necesarios para gestionar de forma segura el acceso de usuarios y datos a la red
- Permitirá el transporte de servicios basados en la multidifusión
- Disposición de un plan de direccionamiento IP unificado
- Cubrimiento de las necesidades de comunicaciones de servicios embarcados de los sistemas de Información al Pasajero y CCTV.

4.2.8.3 Criterios particulares de diseño

Adicionalmente de las especificaciones funcionales definidas en el anterior apartado, el Contratista debe considerar como mínimo los siguientes criterios particulares de diseño del sistema:

- Cobertura de red
- Arquitectura y topologías de red
- Redundancia de elementos críticos
- Requisitos de transmisión
- Integración con el Material Rodante
- Seguridad Perimetral

4.2.8.3.1 Cobertura de red

La RMS será el mecanismo mediante el cual se procederá al intercambio de información entre elementos y usuarios de la línea. Dada esta funcionalidad, la cobertura de la red debe ser máxima, garantizando la existencia de puntos de acceso en cualquier zona donde exista un elemento con requisitos de comunicación incluyendo el interior del tren.

A nivel global, la red debe dar como mínimo cobertura en las siguientes zonas:

- Estaciones
- Túneles, viaductos, tramos en superficie
- Patio-Taller
- PMPT
- Unidades de Material Rodante
- CCO/CCO-R

Debe ser responsabilidad del Contratista la recopilación de requisitos de puntos de acceso a la red por parte de todos los servicios de la línea.

4.2.8.3.2 Arquitectura y topologías de red

La arquitectura de la RMS debe estar basada en los 4 niveles especificados: Acceso, Distribución, Backbone y Gestión.

Siguiendo esta estructura, la RMS debe disponer como mínimo de:

- Nodos centrales de enrutamiento a alta velocidad, a ubicar en puntos estratégicos de la línea, como por ejemplo CCO.
- Nodos locales de distribución o equipos de cabecera con capacidad para segmentar el tráfico local del tráfico en distribución. A ubicar como equipo de salida de estaciones y talleres.
- Nodos locales de acceso, destinados a proporcionar un elevado número de puertos de conexión final a la red.
- Puntos de accesos inalámbricos para los servicios embarcados.

Así mismo, dado que la red debe transportar los servicios de la línea, el diseño de la arquitectura debe considerar un alto nivel de fiabilidad, haciendo uso como mínimo de:

- Topologías de red tipo anillo o mallas parciales
- Dispositivos de altas prestaciones de tipo modular
- Redundancia de tarjetas críticas y enlaces de comunicación
- Redes de backup
- Protocolos de protección frente a fallos y errores

- Segmentación de red y aislamiento de tráficos
- Diseño celular para la red inalámbrica

La arquitectura diseñada debe garantizar una alta escalabilidad y debe asegurar una correcta distribución del tráfico, a fin de evitar desequilibrios entre zonas de la red.

4.2.8.3.3 Redundancia de elementos críticos

El diseño del sistema debe contemplarse el desarrollo de una arquitectura redundante, donde los elementos considerados críticos para la operación del sistema se encuentren redundados. Así mismo, con el fin de obtener el mayor grado de redundancia, en los elementos considerados como más críticos, debe proveerse redundancia geográfica.

Los modos de operación redundante:

- Activo-No activo
- Activo-Activo
- Hot-stand-by

Se podrán ajustar a los requisitos de fiabilidad; no obstante, el Contratista en su diseño debe garantizar el mínimo tiempo posible de pérdida de servicio por conmutación de elementos redundantes. Debe considerarse en el diseño los posibles requisitos de sincronización existentes.

4.2.8.3.4 Requisitos de transmisión

Debe ser responsabilidad del Contratista recopilar los requisitos de transmisión particulares de cada uno de los servicios transportados para el diseño de la RMS, entendiendo como requisitos:

- Necesidades de ancho de banda
- Plan de frecuencia
- Estudio de cobertura
- Requisitos máximos de latencia y retardo entre paquetes (jitter)
- Estructura y tamaño unidades de datos
- Protocolos de datos utilizados, puertos de red y limitaciones particulares de aplicaciones
- Número de flujos, destinos y prioridades
- Mecanismos de redundancia de red aplicados por los elementos finales
- Las comunicaciones que transportará la RMS deben estar únicamente en IP, en su versión IPv4 o IPv6.
- Todos los niveles de la RMS deben soportar el protocolo IP en las versiones IPv4 e IPv6 para uso futuro.

Los mecanismos de QoS deben cubrir las siguientes necesidades:

- Disponibilidad de la red (enlaces y equipos);
- Fluctuación
- Protección contra las pérdidas de tramas;
- Corrección fuera de la orden de entrega;
- Calificación de flujos;
- Gestión de ancho de banda por interfaz física o lógica (ingreso y egreso) / tipo de flujo.

El Contratista debe elaborar un estudio técnico donde se presenten todos los requisitos identificados por cada uno de los servicios transportados.

4.2.8.3.5 Integración con el Material Rodante (MR)

Las unidades de Material Rodante dispondrán de una red interna y totalmente independiente de voz y datos a través de la cual los equipos de control interno gestionan sus servicios y elementos particulares.

Parte de estos elementos y/o servicios conectados a la red interna deben ser integrados con sistemas o servicios externos a la unidad de Material Rodante, de forma que será preciso el establecimiento de una interconexión.

Para efectos del diseño de la RMS, la red interna de las unidades del Material Rodante debe formar parte de su alcance, considerando por tanto esta red como parte de su sistema.

Por tanto, se debe coordinar con el diseñador de las unidades de Material Rodante el punto de interconexión, los requisitos de transmisión, así como la tecnología de red más propicia para el intercambio de voz y datos tren – tierra.

Debe tenerse en cuenta la existencia de una red tren – tierra de radiocomunicaciones de voz y datos.

4.2.8.3.6 Seguridad Perimetral

Se debe garantizar un transporte fiable y seguro de la información transportada a través de la RMS. Esta funcionalidad se garantizará como mínimo mediante la aplicación de:

- Mecanismos para la autenticación de todos los usuarios y servicios que deseen acceder a la red. Dicho mecanismo se ejecutará en el punto de acceso a la red.
- Aislamiento de los usuarios y servicios no autorizados en redes independientes (Zonas desmilitarizadas).
- Separación de servicios mediante el uso de redes virtuales
- Filtros de la información recibida de redes de transmisión de voz y datos externas a la línea mediante el uso de firewalls.

4.2.9 SISTEMA CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)

4.2.9.1 Alcance

El sistema CCTV de la Línea 2 del Metro de Bogotá debe permitir la visualización en tiempo real y remota por más de un operador de las imágenes de vídeo, de las zonas o puntos más importantes o de mayor sensibilidad de la línea. El sistema CCTV dará cobertura tanto a estaciones y su perímetro, patios-taller y su perímetro, el CCO/CCO-R y su perímetro, las unidades de Material Rodante, entre otros.

El sistema debe permitir la grabación continuada y segura de imágenes para su posterior visualización y/o exportación a otras plataformas de reproducción / visualización, garantizando un periodo circular de grabación configurable.

Dado los altos requerimientos en banda ancha exigidos por sistemas de estas características y la posibilidad de usar más de una red de transmisión de datos, debe permitir un ajuste de la calidad de la imagen, el uso de diferentes algoritmos de compresión y la utilización de protocolos de optimización del transporte de datos.

Permitirá la interconexión con otros sistemas (CCTV) activos, especialmente en aquellas estaciones donde exista interconexión con otros sistemas de transporte.

El entorno de configuración será completamente configurable, permitiendo a un operador seleccionar un número variable de cámaras, modificar los atributos de las imágenes visualizadas, visualizar el estado de una cámara o iniciar la reproducción de una imagen grabada, entre otras.

Finalmente ofrecerá al operador del CCO funcionalidades avanzadas, tales como:

- Visualización de las cámaras por la detección automática de movimientos, objetos perdidos y aglomeraciones
- Visualización de las cámaras asociadas a la activación de un interfono
- Visualización de las cámaras asociadas de inicio de llamada de emergencia desde la estación
- Activación de la cámara frontal del tren por activación del sistema de detección de objetos del Material Rodante.
- Proveer imágenes sobre una alarma o incidente, evaluar situaciones, buscar y seguir personas.

4.2.9.2 Descripción funcional

El Sistema CCTV para la Línea 2 del Metro de Bogotá debe garantizar como mínimo las siguientes funcionalidades generales:

- Visualización de imágenes:

- El sistema permitirá la visualización continua, remota y en tiempo real de imágenes de estaciones y su perímetro, patio-taller y su perímetro, vías y túnel, CCO y su perímetro y unidades de Material Rodante desde el CCO bajo demanda del operador.
- La petición de imágenes por parte de un operador podrá ser realizada mediante la selección de una secuencia automática o de forma manual. Permitirá la definición de rondas de visualización.
- El sistema permitirá la visualización de una o varias imágenes por parte de varios operadores de forma simultánea.
- El sistema soportará diferentes tipos de codificación, así como niveles de calidad, pudiéndose ser configurados por un operador.
- La selección de imágenes simultáneas por parte de un operador podrá ser limitada por el sistema.
- El sistema permitirá la visualización de imágenes en diferentes plataformas hardware de visualización (pantallas LCD-TFT, PDA, panel PC, entre otras).
- El sistema permitirá la selección y posterior visualización de imágenes de CCTV de otros sistemas de transporte.
- El Contratista debe considerar que las cámaras puedan ser manipuladas desde el CCO (cámaras IP, no orientables y orientables (PTZ), permitiendo hacer zoom y mover la posición de la cámara (girar y cambiar de ángulos), fundamental para el apoyo al CCO en la toma de decisiones y revisión de las distintas paradas en las plataformas.
- El Contratista debe analizar la posibilidad y conveniencia de que las cámaras permitan el reconocimiento facial.
- El Contratista debe analizar la posibilidad y conveniencia de disponer de cámaras térmicas.
- El Contratista debe analizar y determinar una herramienta de análisis de imagen con fiabilidad del 100% de sistemas de video análisis u otro tipo de herramienta que garantice lograr el objetivo de 100% de detección de fraude en las líneas de la Barreras de Control de Acceso para el Sistema de Peaje/Control de Acceso.

- Grabación de imágenes:

  - El sistema permitirá la grabación local en estaciones, patio-taller y unidades de Material Rodante de todas las imágenes de CCTV, indicando la fecha, hora y ubicación de grabación en cada secuencia.
  - El sistema permitirá alterar la codificación y calidad de grabación de las imágenes CCTV por petición del operador o de forma automática por aparición de eventos
  - El sistema tendrá capacidad para almacenar todas las imágenes a máxima calidad durante un mínimo de 1 (una) semana sin superposición alguna.
  - El sistema no debe permitir la edición, modificación y/o eliminación de las imágenes grabadas.

- Reproducción de imágenes grabadas:
  - El sistema permitirá la reproducción por parte de un operador de las imágenes grabadas y almacenadas en las unidades de grabación
  - Se dispondrá de funciones de búsqueda rápida, así como funciones generales de reproducción y visualización (Adelante, Hacia atrás, parada, lento hacia delante, lento hacia atrás, congela, imagen a imagen, etc.)
  - El sistema permitirá la exportación de imágenes grabadas y su posterior reproducción en otras plataformas de visualización.
- Procesado de imágenes:
  - El sistema permitirá seleccionar entre un modo de visualización diurno y un modo de visualización nocturno
  - El sistema permitirá detectar mediante el análisis de imágenes la detección de movimientos
  - El sistema permitirá detectar mediante el análisis de imágenes la detección de enmascaramiento de imagen
  - El sistema permitirá detectar mediante el análisis de imágenes la cuenta de personas
  - Se dispondrá de un módulo estabilizador de imagen
  - El sistema generará de forma automática un aviso de visualización en caso de detección de un pulsador de interfono activado por el Sistema de Control de Acceso y Alarmas (SCA).

- Transporte:
  - Las imágenes del CCTV serán transportadas a través de la RMS.
  - Una imagen procedente de una cámara debe poder verse desde cualquier lugar conectado a la RMS a través de una IHM CCTV o IHM COM, sólo por personal autorizado en el Sistema de Gestión de Operadores.

- Administración
  - El sistema permitirá la confección de distintos perfiles de usuario con permisos de operación diferentes, esto se realizará por medio del Sistema de Gestión de Operadores (SGO).
  - El sistema permitirá a los operadores conocer el estado de funcionamiento del sistema, así como la disponibilidad de las cámaras.
  - El sistema ofrecerá a los operadores herramientas para realizar configuraciones remotas sobre los elementos del sistema.
  - El sistema permitirá a un operador configurar su aplicación de visualización, de forma que pueda seleccionar el número, calidad, tamaño o disposición de las imágenes a visualizar.

4.2.9.3 Criterios particulares de diseño

4.2.9.3.1 Cobertura cámaras y puestos de visualización

El sistema CCTV debe dar cobertura como mínimo a los siguientes emplazamientos:

- Estaciones:
  - Accesos a la estación
  - Vestíbulos
  - Barrera de billetaje
  - Pasadizos de interconexión
  - Ascensores y escaleras mecánicas
  - Plataformas
  - Accesos a vía
  - Accesos a salidas de emergencia
  - Accesos a zonas técnicas
  - Zonas perimetrales
- Patio-Taller
  - Accesos
  - Zonas perimetrales
  - Playa de vías
  - Zonas técnicas
  - Accesos a oficinas
- CCO/CCO-R
  - Accesos a zonas técnicas
  - Accesos a zona de operación
- Unidades de Material Rodante
  - Interior de los vagones
  - Cabeceras
  - Retrovisores

4.2.9.3.2 Requisitos de transmisión

El sistema CCTV debe contemplar los siguientes requisitos de transmisión con el objetivo de optimizar la utilización de recursos en la red de transmisión de voz y datos:

- Utilización de protocolos de multidifusión para optimizar el envío de imágenes a distintos puestos de operación

- Limitación del número de flujos salientes (por peticiones de operadores) de un emplazamiento en cuestión.
- Todos los componentes del subsistema CCTV deben comunicar en IP y aplicar protocolos estándar disponibles en el mercado, tales como H264.
- Las cámaras deben estar en función nativa en Ethernet/IP y PoE (Clase 1 o 2).

4.2.9.3.3 Requisitos de codificación

El sistema de video vigilancia (CCTV) debe permitir la utilización de más de un tipo de codificador a fin de satisfacer las siguientes necesidades:

- Utilización de un codificador de video con alto índice de compresión, pero manteniendo una buena calidad de imagen para ser usado en el transporte de imágenes hacia los puestos de visualización.
- Utilización de un codificador de video de bajo índice de compresión asegurando una alta calidad de imagen para ser usado en la grabación de imágenes.

Así mismo, dado que el sistema debe permitir la integración de imágenes de CCTV de otras plataformas, debe proporcionar las interfaces de conversión de codificadores necesarias.

Finalmente, los codificadores utilizados deben asegurar como mínimo los siguientes requisitos:

- Configuración en operación del número de secuencias por segundos, pudiéndose seleccionar desde 1 fps a 25 fps , sin necesidad de resetear el sistema
- Soportar una resolución mínima de 640 x 480 (HxV)

4.2.9.3.4 Requisitos de grabación y exportación de imágenes

El sistema permitirá la grabación continuada y local de todas las imágenes de CCTV generadas en el ámbito de una estación, patio-taller, unidad de Material Rodante o el CCO.

A fin de optimizar la relación calidad – capacidad, el sistema debe permitir la grabación en alta calidad, pudiendo modificar el número de secuencias por segundo (fps). De este modo, debe poder aplicar el siguiente procedimiento:

- En modo normal, grabación continuada de imágenes a alta calidad y baja secuencia
- En caso de generación de un evento, grabación continuada de imágenes de alta calidad y alta secuencia. Se entiende como evento la pulsación de un interfono, la activación de una alarma del control de accesos.

Así mismo, el sistema debe permitir la exportación de imágenes del sistema. La exportación solo se podrá realizar desde un terminal específico y la reproducción de las imágenes exportadas solamente podrá realizarse aportándose los codificadores específicos del sistema.

4.2.9.3.5 Integración con el Material Rodante

El sistema CCTV embarcado debe estar totalmente integrado con el sistema de video vigilancia (CCTV) de estaciones, patio-taller y el CCO/CCO-R.

Los operadores del CCO deben operar este sistema de forma transparente, sin necesidad de realizar acciones o procedimientos adicionales.

Debe ser responsabilidad del Contratista, gestionar las posibles interfaces entre ambos sistemas.

4.2.9.3.6 Integración Interfonía

Mediante la integración de ambos sistemas, un operador del CCO debe recibir una alerta de interfono pulsado y la imagen CCTV de la cámara más próxima.

De este modo, el operador, si lo cree conveniente, podrá realizar un reconocimiento visual de la persona que ha pulsado el interfono.

4.2.9.3.7 Integración con el Sistema de Control de Acceso y Alarmas

Mediante la integración de ambos sistemas, un operador del CCO debe recibir la imagen CCTV de la cámara más próxima a un punto de control de acceso en uno de los siguientes casos:

- Se ha procedido a la apertura de una puerta de acceso restringido sin validación previa
- Se ha sobrepasado el tiempo máximo de puerta abierta

De este modo, el operador, si lo cree conveniente, podrá realizar una inspección visual del entorno que facilitará la posterior toma de decisiones.

4.2.10 SISTEMA DE CRONONOMETRÍA

4.2.11 Alcance

El Sistema de Cronometría de la Línea 2 del Metro de Bogotá proporcionará una señal de sincronismo estable y segura que permita el correcto funcionamiento de los sistemas síncronos definidos. Dicha señal debe ser proporcionada por una fuente de sincronismo de alta estabilidad y con capacidad para su difusión mediante el uso de redes de comunicaciones.

Paralelamente, el Sistema de Cronometría debe proporcionar y difundir mediante la red RMS la hora oficial de la línea a todos los elementos finales que la precisen, entre ellos:

- RMS;
- Radiocomunicaciones;
- Telefonía,
- Interfonía;

- CCTV;
- SAP, SIP;
- SCS;
- CBTC;
- Control centralizado;
- Energía;
- Equipos de Control-Equipo de estación;
- Equipamientos embarcados;
- Peaje/Control de Acceso;
- Ordenadores.

4.2.12 Descripción funcional

El Sistema de Cronometría para la Línea 2 del Metro de Bogotá debe garantizar como mínimo las siguientes funcionalidades generales:

- Difusión de una señal de sincronismo única y global para toda la línea para los sistemas o elementos síncronos que lo requieran
- Difusión de la hora oficial de la línea a todos los sistemas o elementos que lo requieran
- Dispondrá de un mecanismo automático de recalibración
- Dispondrá de una herramienta de gestión operativa y técnica, permitiendo la:
    - Configuración de las variables parametrizables
    - Supervisión y monitorización de los elementos gestionables

El Contratista debe contemplar la instalación de un reloj maestro en el CCO y uno de respaldo en el CCO-R para garantizar un nivel de disponibilidad del 100%.

El reloj maestro debe incluir un servicio NTP (Network Time Protocol o protocolo de Internet) para sincronizar los relojes de los sistemas informáticos.

Cada reloj analógico o digital debe recibir la sincronización horaria del servicio NTP vía la RMS

4.2.13 SISTEMA DE GESTIÓN DE OPERADORES (SGO)

Todas las aplicaciones relacionadas con el proyecto deben ser gestionadas por un sistema de autenticación central.

Este subsistema debe considerar tanto a los Operadores internos (operadores CCO, personal administrativo, etc.) como a los Operadores externos.

La gestión de Operadores debe basarse en un modelo AAA (Autenticación, Autorización, Trazabilidad) y debe integrar un mecanismo de SSO (Inicio de Sesión Único) asociado al mecanismo de autenticación.

El Contratista debe tener presente para este sistema como mínimo:

- Adjudicar un solo identificador (perfil) a cada Operador y sistematizar el uso de una contraseña para la autenticación. Algunas condiciones acerca de la contraseña figuran a continuación, y se deben completar si es necesario;
- En todos los casos, se debe obtener una identificación para autorizar cualquier conexión a un puesto operador.
- Cada Operador debe ser definido a nivel del sistema por los siguientes identificadores:
    - Identificación;
    - Apellido(s) / nombre (s);
    - Teléfono(s);
    - Dirección de correo electrónico;
    - Nombre de la empresa;
    - Departamento;
    - Funciones.

4.2.14 SISTEMA DE RED DE BANDA ANCHA (RBA)

El Contratista debe tener presente para el diseño un sistema de red de banda ancha (RBA) la cual debe ser IP en su totalidad y compatible con IPv4 e IPv6. Esta red inalámbrica se podrá considerar como una extensión de la RMS.

La RBA debe cubrir, como mínimo, las necesidades de:

Transferencia de datos de los Trenes (CCTV, SIP, DDP entre otros) en túneles, viaducto y Patio Taller;
Las comunicaciones de tipo «WIFI» internet/intranet del personal de la L2 del Metro de Bogotá.

La arquitectura RBA debe estar compuesta por:

- 1 red radioeléctrica inalámbrica que garantizará las comunicaciones Tierra-Tren.
- 1 red WIFI desarrollada en todas las estaciones, al nivel del Patio Taller, entre otras para el personal de la línea 2 y los subcontratistas.

La RBA debe cumplir, como mínimo, con 4 funciones:

- Transmisiones de datos para cubrir las necesidades de visualización desde el CCO del sistema de video vigilancia en los Trenes.
- Transmisiones de datos del SIP, DDP y eventualmente SAP, en los Trenes.

- Comunicación de tipo «WIFI» internet/intranet del personal de la línea 2 dentro de las estaciones, entre otras.

El Contratista debe contemplar todos los equipos necesarios para la RBA embarcado. Para conectarse a la red LAN embarcada en el Tren, se requiere cómo mínimo:

- Switchs
- CPU board
- Cables
- conectores

4.2.15 SISTEMA DE DIFUSIÓN DE PUBLICIDAD (DDP)

El Contratista debe tener presente un sistema de Difusión de Publicidad a los Pasajeros (DDP) que debe ser independiente del SIP, aunque podrá compartir las mismas vías de comunicación para dirigir la información hacia las pantallas.

El subsistema de difusión de publicidad debe permitir mostrar imágenes, videos, textos, en colores y dinámicos, destinados a los pasajeros con fines de marketing.

El subsistema DDP debe comprender, principalmente, un servidor central en el CCO. El contenido de publicidad debe hacerse a través de un puesto específico con un programa adecuado de creación de videos/clips/mensajes, etc.

Para el sistema DDP como mínimo se requerirán:

- Pantallas de tipo LED instaladas en los Coches para la difusión de publicidad.
- Pantallas de tipo LED con visualización dinámica (videos, clips, texto, imágenes) y en colores en las estaciones, plataformas, mezanines, entre otros.

4.2.16 SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS y ALARMAS (SAC)

4.2.16.1 Alcance

El Sistema de Control de Accesos de la Línea 2 del Metro de Bogotá ofrecerá la capacidad de controlar y restringir el acceso a zonas con carácter restringido dentro de las instalaciones de la línea 2 del Metro de Bogotá, siendo considerada como zona restringida aquella en la que no puede haber pasajeros y donde el acceso por parte de personal de la línea debe realizarse mediante identificación.

Adicionalmente, este sistema debe supervisar la entrada / salida a zonas de emergencia, alertando al operador en caso de apertura no autorizada.

El sistema debe ser totalmente configurable, pudiéndose seleccionar por zonas de acceso el personal accesible, los horarios de acceso y el modo o método de validación (tarjetas magnéticas

o contactless, introducción de código pin via teclado, biométrico). Así mismo, debe registrar cualquier interacción de los usuarios con el sistema, de forma que se podrá trazar las autenticaciones o intentos de autenticación habidos en un acceso o los realizados por un usuario.

En zonas de control de acceso de interés especial, debe existir una integración con el sistema CCTV, de forma que, al activarse una alarma de intrusión, el operador recibirá la imagen de la cámara más cercana.

El sistema debe permitir desbloquear el acceso a zonas restringidas en situaciones de emergencia y/o evacuación siempre y cuando formen parte de una ruta de evacuación.

4.2.16.2 Descripción funcional

El Sistema de Control de Accesos y Alarmas para la Línea 2 del Metro de Bogotá debe garantizar como mínimo las siguientes funcionalidades generales:

- El sistema de control de accesos permitirá tener constancia, restringir o validar los accesos a las diferentes zonas de las estaciones, patio-taller o del CCO/CCO-R, así como a otros emplazamientos de línea, en especial a salas y zonas más sensibles para la seguridad e integridad de las personas
- La validación para acceder a un punto de acceso controlado se realizará mediante el uso de elementos de identificación personales
- Todas las puertas de acceso controlado dispondrán de una llave maestra como elemento redundante de apertura
- El sistema debe discriminar entre tres tipos distintos de puntos (puertas) de acceso:
  - Puertas de acceso restringido: debe controlarse el acceso y se generará alarma en caso de apertura sin identificación previa
  - Puertas en rutas de evacuación: debe darse alarma en caso de apertura, no se restringe su acceso y es posible anular la alarma mediante identificación
  - Puertas de salida de emergencia: debe darse alarma en caso de apertura, pero no se restringe su acceso
- El control, supervisión, gestión y mantenimiento del sistema se realizará desde el CCO por parte de un operador de seguridad
- El sistema proporcionará al operador desde el CCO una aplicación de administración que permitirá la realización de las siguientes tareas:
  - Supervisar el estado de cada uno de los puntos de control de acceso
  - Realizar aperturas remotas
  - Gestión de listas blancas (personal autorizado para el acceso a una o varias zonas de control) y horarios
  - Anular temporalmente las restricciones de un punto de control de acceso
  - Gestión de visitas y acreditaciones
  - Administración de los elementos de identificación personal

- Consulta de históricos de validación por un usuario o grupo de usuarios
- El sistema debe tener capacidad para gestionar más de 1000 usuarios en tiempo real
- El sistema hará uso de la RMS para establecer la comunicación entre el CCO y los elementos de campo.
- El sistema debe disponer de una integración con el sistema de CCTV de forma que la activación de una alarma del sistema genere automáticamente la aparición de la imagen de vídeo más cercana.

4.2.16.3 Criterios particulares de diseño

Adicionalmente de las especificaciones funcionales definidas en el anterior apartado, el Contratista debe considerar como mínimo los siguientes criterios particulares de diseño del sistema:

- Cobertura del sistema
- Procedimiento puertas de acceso restringido
- Procedimiento puertas en ruta de evacuación
- Procedimiento puertas de salida de emergencia
- Integración con telefonía e Interfonía y el sistema CCTV.

Cobertura del sistema

El SAC debe tener cobertura como mínimo en estaciones, patio-taller, emplazamientos ubicados en túnel, puertas de fin de andén, CCO/CCO-R, entre otros.

Los puntos de control, en base a los distintos tipos, deben estar ubicados en como mínimo en las siguientes zonas:

- Puerta de acceso restringido:
  - Accesos a estaciones
  - Accesos a zonas técnicas
  - Acceso cuarto jefe estación
  - Acceso a vía
  - Accesos a dependencias en túneles
  - Accesos a subestaciones eléctricas
- Puertas en ruta de emergencia
  - Accesos a salidas de emergencia
  - Accesos a pozos o salidas de evacuación en túnel o vía
- Puertas de salida de emergencia
  - Salidas de emergencia.

4.2.16.3.1 Procedimiento puertas de acceso restringido

Las puertas de acceso restringido deben implementar como mínimo los siguientes tipos de acceso:

• Acceso Tipo 1: Incluirá un lector de tarjeta o carné (entrada /salida), una cerradura eléctrica, un botón de salida de Emergencia y un sensor de apertura de puerta.

• Acceso Tipo 2: Incluirá un lector de tarjeta o carné (entrada / salida), una cerradura eléctrica, un botón de salida de Emergencia, el sensor de apertura de puerta y un interfono en la entrada para que el solicitante pueda llamar al operador de seguridad del CCO para identificarse. Las cerraduras de los locales con este tipo de control deben ser con control remoto desde el CCO.

• Acceso Tipo 3: Incluirá el lector de tarjeta o carné (entrada / salida), el lector biométrico (entrada), la cerradura eléctrica, el botón de salida de Emergencia y el sensor de apertura de puerta.

En el caso de detectarse una apertura de puerta sin validación previa, se debe generar una alarma de intrusión.

En el caso que una puerta no se cierre en un tiempo determinado se debe generar una alarma de tiempo de puerta abierta finalizado.

4.2.16.3.2 Procedimiento puertas en ruta de evacuación

Las puertas en ruta de evacuación deben implementar como mínimo los siguientes mecanismos:

- Lector de elementos de identificación personal
- Sensor de detección de la apertura de la puerta
- Pulsador de solicitud de salida.

El procedimiento de un usuario que accede a una puerta en ruta de emergencia debe ser el siguiente:

- El usuario accede a una puerta en ruta de emergencia:
  - Realiza validación de su elemento de identificación personal mediante el lector para anular la alarma de puerta abierta
  - Accede a la puerta
  - El usuario sale de una puerta en ruta de emergencia:
  - El usuario pulsa el pulsador de solicitud de salida para anular la alarma de puerta abierta
  - Accede a la puerta

En el caso que un usuario abra la puerta sin previa validación, debe generarse una alarma de puerta abierta.

En el caso que una puerta no se cierre en un tiempo determinado se debe generar una alarma de tiempo de puerta abierta finalizado.

4.2.16.3.3 Procedimiento puertas de salida de emergencia

Las puertas de salida de emergencia deben implementar como mínimo los siguientes mecanismos:

- Sensor de detección de la apertura de la puerta

El procedimiento de un usuario que accede a una puerta en ruta de emergencia debe ser el siguiente:

- El usuario accede a una puerta en ruta de emergencia:
  - Accede a la puerta
  - Se genera una alarma de puerta abierta

4.2.16.3.4 Integración con Interfonía y CCTV

El sistema debe proporcionar las siguientes dos integraciones con los sistemas de Interfonía y CCTV:

- En aquellos casos donde un usuario autorizado no pueda acceder a una puerta de acceso restringido por no disponer del elemento de identificación personal o por avería del mismo, debe disponer en las cercanías de un interfono integrado al sistema de video vigilancia (CCTV).

  A través de este interfono, el usuario debe poder contactar con el operador de seguridad responsable de la administración del sistema. De este modo, en caso de validación exitosa (reconocimiento verbal y visual), el operador de seguridad podrá realizar una apertura remota de la puerta en concreto.

Siempre que el sistema genere una alarma por apertura ilícita de puerta o finalizado el tiempo del temporizador de puerta abierta, debe mostrarse al operador de seguridad la imagen de la cámara de video vigilancia más cercana.

4.2.17 SISTEMA IHM DE COMUNICACIONES (IHM COM)

4.2.17.1 Alcance

La especificación funcional de cada uno de los sistemas de comunicaciones determina el requerimiento de disponer de una plataforma de gestión administrativa y de mantenimiento

completa, pudiéndose gestionar completamente todos los elementos de un sistema desde su propia plataforma.

Dado el gran número de sistemas de comunicaciones definidos, se requerirá la implantación de un sistema de supervisión centralizado en el CCO, que permitirá disponer de un primer nivel de gestión. Se entenderá como primer nivel de gestión la recepción de las principales alarmas e incidencias de cualquier de los sistemas de comunicaciones.

Consecuentemente, todos los sistemas de comunicaciones, independientemente de las plataformas de gestión propias que dispongan, deben reportar mediante un protocolo unificado las alarmas e incidencias más significativas que permitan realizar un primer diagnóstico del estado de un sistema.

Con base en este primer diagnóstico, el operador o personal de mantenimiento del CCO responsable de su administración podrá utilizar las herramientas de segundo nivel (plataformas de gestión particulares) para una mayor definición o concreción de la alarma o incidencia.

El Contratista debe contemplar en diseño dos herramientas de tipo IHM:

Una IHM de Comunicaciones para manejar todos los subsistemas de comunicaciones;
Una IHM de seguimientos de la oferta de transporte para tener una visión global de lo ocurrido en la red de la línea 2 del Metro de Bogotá.

Las funciones principales de la IHM COM deben ser:

- [Módulo 1] Procesamiento de las alarmas de los equipos en Tierra y embarcados.
- [Módulo 2] Vista general de toda la línea principal con la representación de la línea principal, de las Estaciones y el seguimiento de la evolución de los Trenes.
- [Módulo 3] Vista detallada a nivel de Estación y de Tren.
- [Módulo 4] Pantalla dedicada a la visualización CCTV.
- [Módulo 5] Visualización del estado de funcionamiento para los subsistemas de comunicación.
- [Módulo 6] Gestión de llamadas de Interfonía y escucha discreta.
- [Módulo 7] Utilización de la sonorización en la Estación y en los Trenes.
- [Módulo 8] Visualización de la información a los pasajeros en todas las pantallas disponibles.
- [Módulo 9] Comunicaciones de radiocomunicaciones de voz y datos.
- [Módulo 10] Comunicación de telefonía.
- [Módulo 11] Explotación de los grabadores con utilización de archivos de video, sonido y alarmas.
- [Módulo 12] Configuración y parametrización.

El Contratista debe realizar una descripción funcional y técnica de cada uno de los módulos antes mencionados.

4.2.17.2 Descripción funcional

El Sistema para la Línea 2 del Metro de Bogotá debe garantizar como mínimo las siguientes funcionalidades generales:

- Tomará como modelo organizativo y de gestión el modelo de gestión de redes y framework (FCAPS) definido por la ISO.
- Permitirá adquirir en tiempo real y a través de la red RMS las alarmas de los equipos de campo, así como sistemas de gestión de los siguientes sistemas de telecomunicaciones:
  - Radiocomunicaciones de voz y datos
  - RBA
  - Telefonía
  - Interfonía
  - SAP
  - SIP
  - CCTV
  - Cronometría
- La adquisición de alarmas debe realizarse mediante el uso de un único protocolo estándar de mercado. En los casos donde no sea posible el uso de este protocolo, el sistema debe proveer un elemento mediador capaz convertir los protocolos no estándares.
- Identificará el origen y la criticidad de las alarmas adquiridas, asociando la alarma con el objeto responsable de su creación
- Presentará las alarmas de forma visual mediante listados de eventos y alarmas, y otros interfaces gráficos, permitiendo la aplicación de filtros.
- Permitirá la configuración de umbrales de alarma
- Permitirá el reconocimiento y anulación de alarmas
- Permitirá la gestión de perfiles de usuarios y la definición de capacidades de operación de los mismos
- Almacenará las alarmas acontecidas y la trazabilidad de las mismas durante largos periodos de tiempo.
- Permitirá la creación y edición de logs, reportes estadísticas y curvas de tendencia
- Debe disponer de mecanismos de correlación de eventos
- Permitirá la integración con otras plataformas de gestión con el fin de intercambio de información
- Proporcionará los mecanismos y herramientas adecuadas para gestionar y mejorar el rendimiento de cada uno de los sistemas y sus plataformas hardware.

- Permitirá disponer de más de un centro de monitorización
- El sistema debe sincronizarse mediante el uso de la hora oficial de la línea

4.2.17.3 Criterios particulares de diseño

Adicionalmente de las especificaciones funcionales definidas en el anterior apartado, el Contratista debe considerar como mínimo los siguientes criterios particulares de diseño del sistema:

- Listado y criticidad de alarmas
- Criticidad de alarmas y señales tipo
- Correlación de eventos

4.2.17.3.1 Criticidad de alarmas y señales tipo

El Contratista debe establecer los distintos tipos genéricos (plantillas) de señales de alarmas y eventos a adquirir de cada uno de los sistemas supervisados.

Así mismo, debe establecer unos niveles estándares de criticidad, asociando a cada nivel un color, un nombre y las posibles consecuencias (fallo total sistema, fallo leve, otros).

La selección de alarmas y niveles de criticidad propuestos serán incluidos dentro de un documento técnico.

4.2.17.3.2 Informes y estadísticas

El sistema permitirá al operador la selección y/o creación/edición de informes y estadísticas a partir de la información historiada que podrán ser visualizados en diferentes formatos y podrán ser exportados a otras aplicaciones.

La aplicación debe permitir la realización por parte de un operador de las siguientes tareas:

- Ordenar manualmente la generación de un tipo de informe o estadística
- Configurar la generación automática y periódica de un tipo de informe o estadística
- Editar los distintos tipos de informes o estadísticas

El Contratista debe proponer en un documento técnico un conjunto de plantillas de informes y estadísticas genéricos que permitan visualizar y evaluar el funcionamiento y rendimiento de los sistemas supervisados.

4.2.17.3.3 Correlación de eventos

El sistema debe poder identificar, previo a la presentación al operador, el origen de una ráfaga de incidencias o alarmas, de forma que se pueda ejecutar un sumario de alarmas y se evite la saturación innecesaria de alertas de alarmas o incidencias.

4.2.18 SISTEMA DE PEAJE/CONTROL DE ACCESO (PEA)

4.2.18.1 Alcance

El sistema de Peaje/Control de Acceso de la línea 2 del Metro de Bogotá ofrecerá como mínimo los siguientes bloques funcionales:

- Venta y recarga de títulos de transporte
- Activación de carga y consulta de saldo títulos de transporte
- Administración

La venta y recarga, así como la activación de carga y consulta de saldo de títulos de transporte se realizará de forma automática mediante el uso de máquinas , situadas en los vestíbulos de las estaciones, además de aquellos sitios donde se venden los títulos para el Transmilenio. Las máquinas permitirán expender tarjetas sin contacto, ofrecerán múltiples variedades de abonos y permitirán el uso de diferentes modalidades de cobro (efectivo, tarjeta bancaria, etc).

Se podrá disponer de máquinas portátiles de expedición / verificación de títulos de transporte para el uso de agentes de estación o de zona.

La validación de títulos de transporte se realizará por medio de los validadores instalados en las líneas de las Barreras de Control de Acceso (BCA), que estarán ubicadas en los vestíbulos de las estaciones. En función de la demanda de transporte, el tamaño de las barreras debe ser ajustado, al igual que el número de pasos para personas de movilidad reducida (PMR). El sistema debe permitir el modo de funcionamiento de las BCA con respecto a la validación y permitirá seleccionar como mínimo la configuración:

- Cerrado – Abierto (Validación solo a la entrada)
- Cerrado – Cerrado (Validación en la entrada y en la salida)

La administración del sistema se realizará a través de una aplicación tipo telemando, centralizada en el CCO en concordancia con la dispuesta para la PLMB en sus Apéndices Técnicos. Como mínimo la administración del sistema debe contemplar:

- Supervisión, control y gestión de todos los elementos del sistema (alerta máquina sin cambio, falta de papel, etc.)
- Carga local y/o remota de parámetros configurables (carga nuevas tarifas, carga nuevos abonos, etc.)
- Adquisición de estadísticas de ventas, recargas y activaciones y consultas de saldo.

Dado que se trata de un sistema totalmente orientado al pasajero, debe como mínimo cumplir con los siguientes requisitos:

- Aplicaciones intuitivas y de uso simplificado

- Uso de señalización visual y auditiva
- Adaptación para personas de movilidad reducida
- Comunicación con operadores de atención al pasajero

El Contratista debe tener presente para el estudio de factibilidad que el sistema debe integrarse con el sistema de recaudo dispuesto por la Secretaría de Movilidad (SDM).

4.2.18.2 Descripción funcional

El Sistema de PEA para la Línea 2 del Metro de Bogotá debe garantizar como mínimo las siguientes funcionalidades:

- Generales:
  - Integración simbiótica y dinámica con el Sistema de recaudo de Transmilenio y con el que la SDM defina. Para ello la arquitectura completa de todo el sistema debe ser pensada para trabajar con un sistema ya existente.
  - La instalación y puesta en marcha de dicho sistema no debe degradar bajo ningún concepto el sistema de recaudo de Transmilenio, ni el sistema central de recaudo de la ciudad de Bogotá y el de la PLMB.La coexistencia entre los diferentes sistemas debe ser requisito al momento de presentar una solución.

- El sistema debe:
  - Hacer uso de máquinas automáticas de venta y recarga, así como de activación y consulta de títulos de transporte, ubicadas en los vestíbulos de estaciones, para la venta. Para casos específicos, los agentes de estación/zona dispondrán de terminales portátiles de expedición de títulos de transporte
  - Soportar la expedición de títulos de transporte basados en tarjetas sin contacto u otro tipo de tecnología que la SDM considere en su momento, como por ejemplo código QR, tecnología NFC, entre otros.
  - Permitir efectuar el pago de los títulos de transporte según las siguientes modalidades:
    - Efectivo mediante monedas y billetes
    - Tarjeta bancaria, verificando la autenticidad de la misma.
  - Ofrecer la posibilidad de seleccionar diferentes tipos de títulos de transporte como mínimo, tarjetas unitarias, multiviajes, entre otros
  - Permitir efectuar un proceso de cambio de TISC defectuosas.
    Integrar medidas de ayuda a personas con discapacidades auditivas y visuales, así como a personas de movilidad reducida.

Los mismos irán en concordancia con las tarifas definidas por la SDM.

- Validación de títulos de transporte

- La validación de los títulos de transporte se realizará con lectores ubicados en cada barrera de Control de Acceso las cuales contarán con una SAM y un Mapping definidos. Las BCA funcionarán como frontera física entre la zona paga y no paga. En casos excepcionales, la validación de los títulos de transporte podrá ser realizada por el agente de estación/zona mediante el uso de un terminal portátil.
- La barrera de control de acceso estará compuesta por pasos individuales de validación, considerándose como mínimo un paso de validación adaptado a personas de movilidad reducida. La composición de la barrera vendrá determinada por la demanda de transporte o Cada paso de validación permitirá la validación de cualquier tipo de título de transporte o Se visualizará en cada puesto de validación su estado de operación:
- Solo validaciones de entrada
- Solo validaciones de salida
- No operativa
- La barrera de control de acceso permitirá tanto la entrada como salida de viajeros pudiéndose configurar el modo de validación:
  - Cerrado – Abierto (Validación solo a la entrada)
  - Cerrado – Cerrado (Validación en la entrada y en la salida)
- En situaciones de emergencia o en caso de falta de suministro eléctrico, las barreras de control de acceso podrán ser desbloqueadas en situ o de forma remota desde el CCO.
- En los medios modernos de recaudo la función de registro de control de acceso comprende igualmente una actividad de control destinada a detectar y sancionar el fraude. Un personal especializado asegura de modo aleatorio comprobaciones de los títulos por medio de terminales portátiles tipo PDA. El usuario fraudulento debe pagar una multa.

- El Contratista debe definir como mínimo la cantidad, ubicación, requerimientos y funcionalidades de:
  - Barreras de control de acceso para pasajeros.
  - Barreas de control de acceso para personas con movilidad reducida (PMR) y para el personal de mantenimiento.
  - Barreas de control de acceso para los bici-parqueaderos, así como los torniquetes o la solución que se considere para la separación de la zona paga y no paga.

Para lo anterior el Contratista debe tener en cuenta los estudios de prefactibilidad realizados para la L2 del Metro de Bogotá, así como los Apéndices Técnicos de la PLMB.

- Gestión y Administración

  - La administración del sistema se realizará a través de una plataforma centralizada desde el Sistema Interoperable de Recaudo (SIR) que defina la SDM para la ciudad de

Bogotá. Adicionalmente, se debe instalar una aplicación de gestión y control en el CCO de la Línea 2 del Metro de Bogotá, estos dos sistemas deben ser independientes y la falla de alguno no debe afectar el funcionamiento del otro, así mismo deben contar con el hardware y software necesarios para la seguridad e integridad de la información. El Contratista debe establecer un plan de operación de las aplicaciones de administración, gestión y control.

- .Dicha aplicación permitirá exclusivamente la gestión y control del sistema de PEA de la Línea 2 del Metro de Bogotá sin que ello suponga una afectación de la aplicación central.
- El sistema permitirá realizar una monitorización remota de todos los elementos de campo. Desde la compra de las TISC, iniciación de las mismas, cargas y uso dentro de la línea hasta el estado de las máquinas venta, recarga, activación y consulta de títulos de transporte.
- El sistema permitirá el envío de acciones de cargar / descarga remota de parámetros y archivos de configuración, pudiéndose realizar:
- Actualizaciones generales de software
- Actualizaciones de tarifas
- Modificación de parámetros
- El sistema permitirá la recogida y procesado de datos estadísticos asociados a número de validaciones, puntos de validación, recaudación, títulos vendidos.
- El sistema ofrecerá un sistema de backup local para el almacenaje temporal de datos estadísticos, paquetes de software, ordenes de configuración, alarmas activas, en caso de pérdida de comunicación con el CCO.
- El control de la seguridad será la función más sensible de toda la aplicación. Se trata en primer lugar de prevenir el fraude: la falsificación de títulos de transporte que puede llegar a una producción a gran escala no debe ser posible. Para eso, la tarjeta dispondrá de dispositivos de encripción por medio de llaves.
- La gestión del recaudador debe estar libre de toda malversación. El personal no debe tener acceso a datos del sistema que le permitan la desviación de ingresos. Esta seguridad se logra con la concepción de un software seguro. De igual manera, los mecanismos de comprobación múltiple debenn permitir, a la administración central del sistema, detectar o señalar toda tentativa de acción fraudulenta.

- Integración

    - Se integrarán interfonos en las máquinas de venta, recarga, activación y consulta de títulos de transporte, así como en las líneas de las barreras de de control de acceso con el objetivo de ofrecer un punto de atención al pasajero.
    - Se debe soportar la posibilidad de integración del sistema con otros sistemas de billetaje externos, tanto a nivel de tarifas como a nivel de compatibilidad de compra/validación/uso de títulos de transporte.

- Comunicación:
    - Los intercambios de datos e información deben realizarse directamente con los equipos en Estación a través de la red multiservicios (RMS).
- Sincronismo:
    - Será utilizada por el sistema como señal de sincronismo, la hora oficial de la línea proporcionada por el sistema de cronometría.

4.2.18.3 Criterios particulares de diseño

Adicionalmente de las especificaciones funcionales definidas en el anterior apartado, el Contratista debe considerar como mínimo los siguientes criterios particulares de diseño del sistema:

- Modalidades de soporte para títulos de transporte
- Modalidades de pago
- Plan de administración de tarjetas inteligentes u otros medios de pago
- Configuración de las barreras de control de acceso.
- Integración con el SIR
- Integración con el sistema de telefonía e Interfonía
- Plan de mantenimiento

4.2.18.3.1 Modalidades de soporte para títulos de transporte

La solución a implantar debe estar pensada para ser compatible con la tarjeta inteligente sin contacto TISC con estándar ISO 14443, tipo A y B, a fin de garantizar la compatibilidad e interoperabilidad con otros medios de pago sin contacto, aplicaciones bancarias emulando un monedero electrónico en un objeto NFC, entre otros.

La solución garantizará los siguientes beneficios para los usuarios del sistema, entre los que se encuentran:

- La consulta de saldos y movimientos
- Agilizar la validación en las barreras de control de acceso
- Permitir su uso en convenios comerciales
- Ser utilizada como medio de pago por un periodo determinado de años.
- Habilitar la personalización del medio de pago, donde se registre el nombre y perfil del usuario (si es estudiante, adulto mayor entre otros) y que ésta sea personal e intransferible
- Si la tarjeta es personalizada y contiene los datos del usuario, ésta ofrece la posibilidad
- Ser bloqueada en caso de pérdida o robo.

- Permitir el uso de claves de acceso
- Las TISC se caracterizarán por su capacidad para funcionar como Monedero Electrónico. Permitirán almacenar y procesar dinero o créditos (según sea el caso); de modo que el usuario podrá usar su saldo en los diferentes modos de transporte. Este funcionamiento permitirá manejar una estructura tarifaria compleja y garantizará la integración tarifaria y operativa.

La tecnología sin contacto a usar debe permitir como mínimo:

- Almacenamiento de la estructura tarifaria: la tarjeta tendrá la capacidad para almacenar, modificar, actualizar y crear la estructura tarifaria definida. Además, debe permitir la modificación automática de su estructura interna (en dinero, viajes o en tiempo, según sea necesario).
- La tarjeta almacenará como mínimo el número de serie y la estructura tarifaria (por tiempo, viajes, distancia, o dinero).
- Contará con mecanismos de encriptación para la protección ante la reutilización de los mensajes intercambiados.
- Mecanismo de seguridad: las tarjetas inteligentes tendrán una clave de transporte del fabricante o integrador para evitar el fraude y la duplicación ilegal de tarjetas.
- Permitirá múltiples recargas.
- Mecanismos de privacidad: cada aplicación de tarjeta inteligente estará protegida por una llave de seguridad que sólo permitirá al usuario consultar el contenido de la información personal almacenada en la tarjeta.

En el Sistema de Peaje/Control de Acceso debe definir al menos dos (2) tipos de tarjetas sin contactos para pasajeros, de acuerdo con el registro o no de información en el momento inicial de la entrega de la tarjeta. Estos dos tipos son:

- Tarjeta al portador: recargable, anónima, para el uso del pasajero en el sistema de transporte.
- Tarjeta personalizada: recargable, para el uso del sistema de transporte y demás aplicaciones colaterales, que además pertenecerá a un usuario particular. La personalización se podrá realizar dirigida a diferentes sectores de población tales como: empresarial, estudiantes, adultos mayores, personas con discapacidad etc.

4.2.18.3.2 Modalidades de pago

El sistema PEA permitirá la utilización de distintas modalidades de pago para la compra de títulos de transporte (Compra o recarga de tarjetas TISC). Un viajero podrá hacer uso de las siguientes modalidades de pago:

- Efectivo mediante moneda o billetes

- Tarjeta bancaria
- Entre otras

Respecto a la primera modalidad, las máquinas automáticas de venta y recarga de títulos de transporte deben comprobar la validez de las monedas y billetes usados, así como comprobar el nivel de cambio disponible, anulando dicho modo de pago en caso de no disponer cambio. En caso de saturación del depósito, los equipos deben enviar una alerta al CCO cuando se detecte un 50% de ocupación del depósito antes de la saturación.

Respecto a la segunda modalidad, el sistema debe comprobar online la autenticidad de las tarjetas utilizadas por los pasajeros y siempre debe requerir al pasajero la inserción del número de identificación personal (PIN) o método equivalente. Dada la criticidad de los datos, el sistema debe ser seguro y debe garantizar la confidencialidad e integridad de los datos bancarios.

4.2.18.3.3 Plan de administración de tarjetas inteligentes

Se debe contemplar por parte del Contratista en el alcance de los trabajos, la realización de un plan de administración de tarjetas inteligentes, donde deben definirse los siguientes conceptos:

- Modo de suministro de tarjetas inteligentes
- Recomendaciones para la de custodia de tarjetas inteligentes
- Mecanismos de distribución de tarjetas inteligentes

Dicho plan debe ser utilizado como mecanismo de asesoramiento al operador de la línea, para la explotación del sistema de peaje/control de acceso.

4.2.18.3.4 Configuración de las barreras de control de acceso

La configuración de las barreras de control de acceso vendrá determinada por la demanda prevista de transporte en un emplazamiento en concreto. No obstante, el sistema debe ser suficientemente flexible para adaptarse a continuas demandas.

Por tanto, el sistema debe garantizar los siguientes requisitos de configuración:

- Arquitectura basada en pasos de validación modulares pudiéndose:
    - Ampliar o reducir el número y tipo de pasos
    - Sustituir o ampliar el número y tipo de lectores
    - Modificar el sentido de apertura de puertas o torniquetes
- Señalización visual dinámica, pudiéndose modificar:
    - Estado de operación
    - Sentido de acceso

4.2.18.3.5 Integración con el Sistema de Interfonía

Debe dotarse a los elementos del sistema ubicados en campo de interfonos. Los interfonos operaran como punto de atención al pasajero en caso de duda o de error técnico en cualquier de los procesos que un pasajero puede efectuar en el sistema de Peaje/Control de Acceso. Las peticiones deben ser atendidas por un operador del CCO.

Debe darse cobertura de interfonos como mínimo a los siguientes emplazamientos:

- Máquinas de venta, recarga, activación y consulta de saldo.
- Líneas de barreras de control de acceso.
- Paso de validación adaptado a personas de movilidad reducida. Los interfonos formaran parte de la red de interfonos de la línea

4.2.18.3.6 Plan de Mantenimiento

Como requerimiento principal a tener en cuenta en la definición del plan de mantenimiento, el Contratista debe ajustar las tareas y operaciones de mantenimiento preventivo y/o correctivo a las necesidades y horarios del explotador evitando al máximo las interrupciones del servicio.

5 RESULTADOS

5.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe presentar, como parte de la “Debida Diligencia de la Información”, un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

Dentro de los resultados obtenidos de la Debida Diligencia se debe indicar y determinar la validez de la información consultada, describiendo y justificando claramente las razones técnicas que soporten la respuesta sobre qué información es posible utilizar, cómo se va a utilizará durante la elaboración de los diseños de factibilidad y en qué medida cumple con lo requerido.

5.2 FACTIBILIDAD – SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES Y SUS SUBSISTEMAS.

En el Sistema de telecomunicaciones, se deben incluir como mínimo los siguientes productos y los correspondientes proyectos básicos de diseño a nivel de factibilidad que incluyan como mínimo los documentos entregables indicados en cada caso:

5.2.1 SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES DE VOZ Y DATOS

- Especificación funcional.

- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos básicos de instalación y ubicación de los emplazamientos.
- Planos básicos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Definición de interfaces.
- Esquemas de interconexión con otros subsistemas.
- Estudio de cobertura radio (Cobertura, Regiones de Handover, Interferencias, en túnel, estaciones y demás edificios del explotador).
- Estudio de Integración de sistemas de voz y grabación.
- Estudio de dimensionado de tráfico.
- Plan de Frecuencias.
- Análisis de interferencias con otros sistemas radios.
- Plan de Numeración Integrado en concordancia con el de telefonía e interfonía.
- Entregables de SW definidos en la Norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la Norma EN 50129.
- Data-sheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión.
- Entregables de RAMS definidos en la "Gestión RAMS".
- Estudio de viabilidad para determinar si se emplea un sistema similar al de radiocomunicaciones TETRA solicitado para la PLMB o se emplea otro sistema de última tecnología al momento del estudio de factibilidad, que sea interoperable con el sistema TETRA de la PLMB.
- Características funcionales, técnicas y cantidades de las terminales portátiles y consolas de comunicación manual por usuarios, Trenes, vehículos auxiliares de mantenimiento, vehículos automotores, entre otros.
- Estudio de integración con el sistema de Telefonía/Interfonía tanto en estaciones como en trenes.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio, de documentación y capacitación.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.
- Especificación de las interfaces con otros sistemas Material Rodante, Sistema de Control y Supervisión, Sistema de Telecomunicaciones, sistema de ayuda al mantenimiento, obra civil, entre otros.

5.2.2 SISTEMAS IHM DE COMUNICACIONES (IHN COM)

- Especificación funcional.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos básicos de instalación y ubicación de los emplazamientos.

- Planos básicos de distribución de equipos en puestos de supervisión del CCO/CCO-R.
- Definición de interfaces.
- Esquemas de interconexión con otros subsistemas.
- Estudio técnico de requisitos de transmisión red de voz y datos.
- Estudio de Integración de sistemas de voz y grabación.
- Plan de direccionamiento IP.
- Estudio de dimensionado de tráfico.
- Especificación de los protocolos a integrar.
- Estudio de dimensionamiento para futuras extensiones.
- Entregables de SW definidos en la Norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la Norma EN 50129.
- Data-sheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión.
- Entregables de RAMS definidos en el documento “Gestión RAMS”.
- Estudio de redundancia de los sistemas.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio, de documentación y capacitación.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.
- Estudio de cantidades de IHM COM requeridas.
- Estudio de interoperabilidad con sus respectivos protocolos de seguridad de protección e integridad de la información con el sistema IHM COM de la PLMB.

5.2.3 RED MULTISERVICIOS (RMS)

- Especificación funcional.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos básicos de instalación y ubicación de los emplazamientos.
- Planos básicos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Definición de interfaces.
- Esquemas de interconexión con otros subsistemas.
- Estudio técnico de requisitos de transmisión red de voz y datos.
- Estudio de Integración de sistemas de voz y grabación.
- Plan de direccionamiento IP.
- Estudio de cobertura radio (Cobertura, Regiones de Handover, Interferencias, en túnel, estaciones y demás edificios del explotador del sistema).
- Estudio de dimensionado de tráfico.
- Análisis de interferencias con otros sistemas radios.
- Especificación de los protocolos a integrar.

- Estudio de dimensionamiento para futuras extensiones.
- Entregables de SW definidos en la Norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la Norma EN 50129.
- Data-sheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión.
- Arquitectura de conexión con los sistemas de comunicaciones.
- Entregables de RAMS definidos en el documento “Gestión RAMS”.
- Estudio de redundancia de los sistemas.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio, de documentación y capacitación.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.
- Estudio de interoperabilidad con sus respectivos protocolos de seguridad de protección e integridad de la información con el sistema RMS de la PLMB.

5.2.4 PLATAFORMA COLABORATIVA Y COMUNICACIONES UNIFICADAS IP- TELEFONIA

- Especificación funcional.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos básicos de ubicación de teléfonos (edificios, locales técnicos, material rodante, entre otros).
- Planos básicos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Planos de instalación y ubicación de los emplazamientos.
- Esquema de interconexión con otros subsistemas.
- Definición de interfaces (RMS, radiocomunicaciones, SCA, cronometría, entre otros).
- Estudio de dimensionado de tráfico.
- Estudio de integración de sistemas de voz.
- Plan de Numeración Integrado acorde con el de radiocomunicaciones e interfonía.
- Plan de Implantación y planificación.
- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129.
- Datasheet de equipos y documentación del SW de Gestión.
- Entregables de RAMS definidos en el documento de la “Gestión RAMS”.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio, de documentación y capacitación.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.
- Características funcionales, técnicas y cantidades de teléfonos por usuarios, Trenes, entre otros.

5.2.5 SISTEMA DE INTERFONÍA

- Especificación funcional.
- Planos básicos de instalación de interfonos.
- Planos básicos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Planos de instalación y ubicación de los emplazamientos.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Estudio de dimensionado de tráfico.
- Definición de interfaces (RMS, radiocomunicaciones, SCA, cronometría, entre otros).
- Esquemas de interconexión con otros sistemas.
- Estudio de integración de sistemas de voz.
- Plan de Numeración Integrado en concordancia con el de telefonía y radiocomunicaciones.
- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129.
- Datasheet de equipos y documentación de Software de Gestión.
- Entregables RAMS definidos en el documento de la “Gestión RAMS.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio, de documentación y capacitación.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.
- Características funcionales, técnicas y cantidades de interfonos por usuarios, Trenes, entre otros.

5.2.6 SISTEMA DE ANUNCIO AL PASAJERO (SAP)

- Especificación funcional.
- Planos básicos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Planos de instalación y ubicación de los emplazamientos.
- Planos básicos de instalación del SAP.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Definición de interfaces.
- Esquema de interconexión con otros subsistemas.
- Estudio electroacústico para megafonía.
- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129.
- Data sheet de equipos y documentación del SW de gestión.
- Entregables de RAMS definidos en el documento “Gestión RAMS.
- Estudio de redundancia de los sistemas SAP.

- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio, de documentación y capacitación.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.
- Características funcionales, técnicas y cantidades de parlantes y equipos por estación, Trenes, entre otros.

5.2.7 SISTEMA DE INFORMACIÓN AL PASAJERO (SIP)

- Especificación funcional.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Definición de interfaces.
- Planos básicos de instalación de los paneles de información.
- Planos básicos de ubicación de las pantallas.
- Planos básicos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Planos de instalación y ubicación de los emplazamientos.
- Esquemas de interconexión con otros subsistemas.
- Entregables de SW definidos en la Norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la Norma EN 50129.
- Data-sheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión.
- Plan de control de calidad.
- Entregables de RAMS definidos en el documento “Gestión RAMS.
- Estudio de alternativas de Modelos de financiación y explotación.
- Estudio de redundancia de los sistemas SIP.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio, de documentación y capacitación.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.
- Características funcionales, técnicas y cantidades de pantallas y equipos por estación, Trenes, entre otros.
- Descripción funcional y técnica, así como ubicación y cantidad de Pantallas de información interactiva para los usuarios.

5.2.8 RED DE NIVEL FÍSICO

- Especificación funcional.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos de instalación y ubicación de los emplazamientos.
- Definición de equipos e interfaces.
- Esquemas de interconexión con otros subsistemas.
- Entregables de HW definidos en la Norma EN 50129.

- Entregables de RAMS definidos en el documento “Gestión RAMS”.

5.2.9 RED DE BANDA ANCHA (RBA)

- Especificación funcional.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos básicos de instalación y ubicación de los emplazamientos.
- Planos básicos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Definición de interfaces.
- Esquemas de interconexión con otros subsistemas.
- Estudio técnico de requisitos de transmisión red de voz y datos.
- Estudio de Integración de sistemas de voz y grabación.
- Plan de direccionamiento IP.
- Estudio de cobertura radio (Cobertura, Regiones de Handover, Interferencias, en túnel, estaciones y demás edificios del explotador del sistema).
- Plan de Frecuencias preliminar.
- Estudio de dimensionado de tráfico.
- Análisis de interferencias con otros sistemas radios.
- Entregables de SW definidos en la Norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la Norma EN 50129.
- Data-sheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión.
- Entregables de RAMS definidos en el documento “Gestión RAMS”
- Estudio de redundancia de los sistemas RBA.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio, de documentación y capacitación.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.
- Características funcionales, técnicas y cantidades de antenas o repetidoras y equipos por estación, Trenes, entre otros.
- Descripción funcional y técnica, así como ubicación y cantidad de antenas que garanticen la cobertura de la línea 2 del Metro de Bogotá.

5.2.10 SISTEMA CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)

- Especificación funcional.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos básicos de cobertura CCTV.
- Planos básicos de distribución de equipos en salas técnicas, estaciones e instalaciones del explotador. Planos de instalación y ubicación de los emplazamientos.

- Definición de interfaces y esquemas de interconexión con otros subsistemas.
- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129.
- Datasheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión.
- Entregables de RAMS definidos en el documento “Gestión RAMS”.
- Plan de direccionamiento IP.
- Plan de dimensionamiento de tráfico.
- Estudio de redundancia de los sistemas.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio, de documentación y capacitación.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.
- Características funcionales, técnicas y cantidades de cámaras y equipos por estación, Trenes, entre otros.

5.2.11 SISTEMA DE CRONOMETRÍA

- Especificación funcional.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos básicos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Planos de instalación y ubicación de los emplazamientos.
- Esquema de interconexión con otros subsistemas.
- Definición de interfaces.
- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129.
- Datasheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión.
- Entregables de RAMS de la “Gestión RAMS”.
- Plan de direccionamiento IP.
- Plan de dimensionamiento de tráfico.
- Estudio de redundancia de los sistemas.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio, de documentación y capacitación.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.
- Características funcionales, técnicas y cantidades relojes análogos y digitales, así como los equipos por estación, Trenes, entre otros.

5.2.12 SISTEMA DE GESTIÓN DE OPERADORES (SGO)

- Especificación funcional.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.

- Planos de instalación y ubicación de los emplazamientos.
- Planos básicos de distribución de equipos en salas técnicas y del CCO.
- Definición de interfaces.
- Esquema de interconexión con otros subsistemas.
- Esquema de interconexión con otros subsistemas.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio, de documentación y capacitación.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.

5.2.13 SISTEMA DE DIFUSIÓN DE PUBLICIDAD (DDP)

- Especificación funcional.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Definición de interfaces.
- Planos básicos de instalación de los paneles de información.
- Planos básicos de ubicación de los pantallas o tótems, entre otros.
- Planos básicos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Planos de instalación y ubicación de los emplazamientos.
- Esquemas de interconexión con otros subsistemas.
- Entregables de SW definidos en la Norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la Norma EN 50129.
- Data-sheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión.
- Plan de control de calidad.
- Entregables de RAMS definidos en el documento “Gestión RAMS.
- Estudio de alternativas de Modelos de financiación y explotación.
- Estudio de redundancia de los sistemas.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio, de documentación y capacitación.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.
- Características funcionales, técnicas y cantidades de pantallas, tótems y equipos por estación, trenes, entre otros.

5.2.14 SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS Y ALARMAS

- Especificación funcional.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos de instalación y ubicación de los emplazamientos.
- Planos básicos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Esquemas de interconexión con otros subsistemas.

- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129.
- Definición de interfaces.
- Datasheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión.
- Entregables de RAMS definidos en “Gestión RAMS”.
- Plan de cumplimiento de calidad.
- Protocolo de ingreso a salas con control de acceso.
- Planos básicos de instalación de dispositivos en los edificios del sistema.
- Listado de salas con control de acceso.
- Documentación de los perfiles de usuarios con acceso a las salas.
- Plan de direccionamiento IP.
- Plan de dimensionamiento de tráfico.
- Estudio de redundancia de los sistemas.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio, de documentación y capacitación.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.
- Características funcionales, técnicas y cantidades de equipos por estación, locales técnicos, entre otros.

5.2.15 SISTEMA DE PEAJE/CONTROL DE ACCESO

- Especificación funcional.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos básicos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Planos de instalación y ubicación de los emplazamientos.
- Esquema de interconexión con otros subsistemas.
- Definición de interfaces.
- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129.
- Datasheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión.
- Entregables de RAMS de la “Gestión RAMS” .
- Plan de direccionamiento IP.
- Plan de dimensionamiento de tráfico.
- Estudio de redundancia de los sistemas.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio, de documentación y capacitación.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.

- Características funcionales, técnicas y cantidades de barreas de control de acceso y equipos por estación.
- Plan de integración con otros sistemas de transporte masivo de la ciudad o región, plan de explotación de las aplicaciones de gestión y control, plan de administración de tarjetas inteligentes, plan de Implantación y planificación.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 14

GESTIÓN DE RAMS

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETIVO 4

2 NORMATIVIDAD 4

3 INSUMOS NECESARIOS 5

4 ALCANCE 5

4.1 DEBIDA DILIGENCIA 7

4.2 FACTIBILIDAD 7

4.2.1 Objetivos específicos 7

4.2.2 Objetivos de seguridad 7

4.2.3 Tareas RAMS 8

4.2.4 Documento de seguridad 11

4.2.5 Calendario y secuencia de entregables RAMS 13

5 RESULTADOS 16

5.1 DEBIDA DILIGENCIA 16

5.2 FACTIBILIDAD: GESTIÓN DE RAMS 17

6 ANEXO 19

Lista de Tablas

Tabla 1. Tareas mínimas del RAMS 11

Tabla 2. Calendario de realización Entregables Seguridad 15

Tabla 3. Calendario de realización Entregables RAM 16

ET 14 – Gestión de RAMS

1 OBJETIVO

El objeto del presente documento consiste en definir los lineamientos y requerimientos que el Contratista debe cumplir en la Gestión de RAMS de la Línea 2 del Metro de Bogotá, siguiendo los niveles de calidad y prestaciones establecidas.

El Contratista debe revisar, adaptar y completar la documentación existente relativa a la gestión de RAMS, obtenida durante el proceso de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá, así como los Apéndices Técnicos definidos para la PLMB.

Lo anterior, con el fin estructurar el documento de especificaciones técnicas, parámetros y condiciones para el diseño a nivel de factibilidad de RAMS.

Con el diseño obtenido, se espera que un licitador posterior pueda desarrollar la ingeniería de detalle, su construcción y puesta en operación de RAMS.

2 NORMATIVIDAD

Para cualquier fase del ciclo de vida del proyecto se deben realizar todas las actividades de gestión de proceso RAMS (Reliability, Availability, Mantainability and Safety) según las siguientes normas:

- EN 50126-1 Aplicaciones Ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Parte 1: Requisitos básicos y procesos genéricos.
- EN 50128 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección de ferrocarril.
- EN 50129 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.
- EN 13306 – terminología del mantenimiento.
- EN ISO 9001 – Sistemas de Gestión de la Calidad.
- EN 45545 – Aplicaciones ferroviarias. Protección contra incendios en vehículos ferroviarios.

El Contratista debe actualizar el listado de normas propuestas a la última norma vigente al momento del estudio de factibilidad. En el caso de aplicación de normas EN y UIC, el orden de prevalencia de las normas para el diseño será el siguiente: primero normas EN, y después las internacionales IEC, UIC e ISO. En caso de que estas normas no apliquen, las aplicables serán las normas BS, DIN y NF.

El Contratista podrá proponer estándares alternativos distinto a lo definido en una norma, siempre y cuando estos sean iguales o de mayor exigencia de calidad. En ese caso será responsabilidad del Contratista gestionar ante el organismo que emitió la norma aplicable que se quiera reemplazar, un concepto mediante el cual se garantice la equivalencia para la aplicación del estándar alternativo.

3 INSUMOS NECESARIOS

El ciclo de vida a tener en cuenta en la definición de las actividades y del listado de entregables RAMS se extrae directamente de la norma EN 50126. El ciclo de vida evidencia las fases en las cuales se prevé la intervención de los diseños de factibilidad. Las actividades y entregables a realizar obligatoriamente por el diseño de factibilidad son las actividades y entregables asociadas a las fases en las cuales se prevé la intervención de la misma.

Se deben describir las actividades a realizar en las fases de diseño detallado y fabricación que no son responsabilidad de los estudios de factibilidad, pero el Contratista debe definirlas para su posterior desarrollo en la fase de ingeniería de detalle.

Para el diseño a nivel de factibilidad de RAMS, se deben tener en cuenta entre otros los siguientes documentos:

- Productos de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá.
- Apéndice Técnico RAMS de la Primera Línea del Metro de Bogotá.
- Referencias y bibliografía de RAMS de otros sistemas ferroviarios nacionales e internacionales en estructuración a nivel de factibilidad, en construcción o en operación.
- Documentos que se produzcan durante la ejecución del contrato y que complementen el diseño de RAMS.

En cualquier caso, estos documentos serán considerados como referencia, no limitándose los estudios y diseños a realizar lo reflejado o comentado en los mismos.

La gestión en la obtención de la información que se considere como necesaria para el desarrollo de las actividades descritas en este apéndice es responsabilidad del Contratista, la EMB podrá apoyar, en lo que esté a su alcance, dicha gestión; no obstante, cualquier inconveniente en este proceso no puede verse reflejado en el retraso de los productos y plazos establecidos.

4 ALCANCE

El proyecto de la línea 2 del Metro de Bogotá debe desarrollarse aplicando los estándares para Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS) conforme a lo definido en la norma EN 50126.

La RAMS es una característica del funcionamiento a largo plazo de un sistema y se consigue mediante la aplicación de conceptos establecidos de ingeniería, métodos, herramientas y técnicas durante todo el ciclo de vida del Proyecto.

La RAMS de un sistema se describe como un indicador cualitativo y cuantitativo de hasta qué punto puede confiarse en que el sistema, o los subsistemas y componentes que lo forman, van a funcionar tal y como se específica y, a la vez, van a estar disponibles y ser seguros tanto a nivel de usuarios como de sistemas.

La línea 2 del Metro de Bogotá debe contener los requerimientos y objetivos RAM, cumpliendo tanto el Sistema Integral y los Subsistemas que lo componen.

Para los efectos del análisis RAM, y teniendo en cuenta lo definido para la PLMB, el Sistema Integral se debe dividir en dos grupos principales:

1. Sistema de Transporte: El cual debe incluir todos los subsistemas relacionados directamente con el transporte y la transferencia horizontal de los pasajeros, entre otros:
    - Superestructura de vía.
    - Sistema de Control y Supervisión.
    - Alimentación de Energía Eléctrica.
    - Señalización y Control de Trenes.
    - Puertas de Andén o Plataforma.
    - Telecomunicaciones, Radiocomunicaciones y Peaje/Control de Acceso.
    - Material Rodante.

2. Sistema de Acceso: El cual debe ser conformado por aquellos sistemas relacionados directamente con el acceso de los pasajeros al Sistema Integral, desde el exterior hasta las puertas de andén o plataforma de las estaciones (no incluye las Barreras de Control de Acceso). Entre otros, se deben considerar los siguientes:

    - Ascensores de Estaciones.
    - Escaleras Mecánica de Estaciones.
    - Equipos de Patio Taller.

Los estudios y análisis deben contener el diseño del sistema, los procedimientos de mantenimiento y la existencia de los repuestos recomendados para garantizar que se cumpla con los requisitos RAMS del sistema.

La definición de actividades para la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (RAMS) debe integrarse con el entorno operativo y las funciones de diseño para permitir los logros más efectivos y económicos de los objetivos RAMS de diseño de los sistemas y equipos.

Los estudios de RAMS deben considerar las condiciones de operación y mantenimiento, según lo definido en el plan de operación y el plan de mantenimiento del proyecto.

4.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe efectuar el análisis de información, secundaria existente determinando la validez de lo encontrado frente a la Gestión RAMS y, en caso de establecer que puede o no utilizar esa información, debe realizar un informe describiendo las razones técnicas que soportan su respuesta

4.2 FACTIBILIDAD

4.2.1 Objetivos específicos

4.2.1.1 RAM

El Contratista debe conservar los mismos criterios y métodos de cálculo empleados para la Disponibilidad, Confiabilidad y Mantenibilidad para cada sistema y subsistema definidos para la PLMB de tal manera que se garantice que los objetivos RAM de la línea 1 y 2 sean comparables.

El Contratista debe mantener los objetivos RAM del sistema de transporte, del sistema de acceso y de los subsistemas que lo componen definidos para la PLMB. Cualquier cambio propuesto por el Contratista deberá ser plenamente justificado, para lo cual, entre otras cosas, debe presentar una referenciación de operaciones ferroviarias comparables con la línea 2 del Metro de Bogotá que incluya las características operativas, así como los resultados de los objetivos RAM propuestos.

La definición de requerimientos más detallados y de definición de condiciones de fallo RAM debe ser parte del estudio de factibilidad a realizar.

4.2.2 Objetivos de seguridad

El Contratista debe adoptar y complementar los requerimientos y objetivos de seguridad definidos para la PLMB.

El Contratista en su análisis de riesgos debe tener en cuenta los objetivos de seguridad tabla de aceptabilidad de riesgos, lista de eventos potencialmente peligrosos, entre otros.

- Seguridad contra incendios

El diseño de seguridad contra incendios para todo el Sistema de Transporte (incluido el material rodante) debe basarse en los requisitos establecidos en las diferentes normas y estándares aplicables y conocidos en el sector ferroviario (ejemplo: NFPA 101® Life Safety Code) y en Colombia (NSR-10 en su versión que se encuentre vigente).

El diseño de seguridad contra incendios y seguridad personal para el material rodante también debe basarse en los requisitos definidos en la norma EN 45545. Entre las normas, deben prevalecer los requisitos más estrictos.

El diseño a nivel de factibilidad de las obras y estructuras de ingeniería civil y sus disposiciones formales de seguridad contra incendios, deberán ser presentados para validación de los Servicios de Bomberos y / o las autoridades competentes, en lo concerniente a la seguridad contra incendios, rutas de evacuación seguras, etc. Esta gestión debe realizarla el Contratista

- Situaciones potenciales peligrosas.

El Contratista debe identificar, evaluar y proponer medidas de las situaciones peligrosas, accidentes potenciales y varios riesgos posibles relacionados principalmente con elementos y eventos externos, incluido el entorno externo al proyecto y el futuro Sistema de Transporte. Estos peligros externos al sitio pueden provenir de:

- Peligros relacionados con el entorno natural (sismos, licuación de suelos, subsidencia regional, inundaciones, vientos violentos, descargas atmosféricas, movimiento en masa, etc.)
- Peligros relacionados con actividades en comunicaciones cercanas e infraestructura pública, tales como: Peligros con el tráfico vehicular e intersecciones viales, infraestructura de servicios públicos (redes secas y húmedas),
- Peligros relacionados con instalaciones clasificadas para la protección del medio ambiente en las cercanías del proyecto: Oleoductos, gasoductos, estaciones de servicio, centros de almacenamiento y distribución de hidrocarburos, entre otros.

Todos los medios y medidas de prevención, detección, protección y respuesta a emergencias deben analizarse, reflejarse e identificarse por parte del Contratista para evitar la aparición de las causas de las emergencias y diferentes eventos temidos.

Estos medios de prevención deben, en primer lugar, considerarse requisitos de seguridad que deben respetarse, implementarse para detectar tempranamente la ocurrencia del evento temido y, en segundo lugar, proteger el medio ambiente, la propiedad y especialmente vidas humanas.

4.2.3 Tareas RAMS

En cada fase del ciclo de vida se tendrá que realizar una determinada actividad RAMS cuyos requerimientos de describen en la EN 50126 y se presentan en la siguiente tabla:

Fase del ciclo de vida	Tarea de RAM	Tarea de Seguridad
1. Concepción	Revisión de las prestaciones RAM anteriormente alcanzadas	Revisión de las prestaciones Seguridad anteriormente alcanzadas
	Evaluaciones de las implicaciones RAM a nivel Proyecto	Evaluaciones de las implicaciones de Seguridad a nivel Proyecto
	-	Revisión de las políticas y objetivos de Seguridad

Fase del ciclo de vida	Tarea de RAM	Tarea de Seguridad
2. Definición del sistema y condiciones de aplicación	Evaluar el retorno de experiencia respecto al RAM	Evaluar el retorno de experiencia respecto la Seguridad
	Realizar una Análisis Preliminar de RAM	Realizar una Análisis Preliminar de Peligros
	Fijar la Política RAM	Establecer un Plan de Seguridad
	Identificar las condiciones de Operación y Mantenimiento a largo plazo	Definir la Tolerabilidad de los Criterios de Riesgo
	Identificar las influencia sobre las prestaciones RAM de las limitaciones de la infraestructura existente	Identificar las influencia sobre la Seguridad de las limitaciones de la infraestructura existente
3. Análisis de Riesgo	-	Realizar un Análisis de Peligros y de Riesgos de Seguridad a nivel sistema
	-	Preparar un Hazard-Log
	-	Realizar una Evaluación de Riesgos
4. Requisitos de Sistema	Especificar los Requisitos RAM de Sistema (Global)	Especificar los Requisitos de Seguridad de Sistema (Global)
	Definir los Criterios de Aceptación RAM (Global)	Definir los Criterios de Aceptación de Seguridad (Global)
	Definir la Estructura Funcional del Sistema	Definir los Requerimientos Funcionales relacionados con la Seguridad
	Establecer el Programa RAM	Establecer la Gestión de Seguridad
	Establecer la Gestión RAM	-
5. Asignación de los Requisitos de Sistema	Repartición de los Requisitos RAM de Sistema	Repartición de los Requisitos y Objetivos de Seguridad del Sistema
	Especificar los Requisitos RAM de Subsistemas y Componentes	Especificar los Requisitos de Seguridad de Subsistemas y Componentes
	Definir los Criterios de Aceptación RAM para Subsistemas y Componentes	Definir los Criterios de Aceptación de Seguridad de Subsistemas y Componentes

Fase del ciclo de vida	Tarea de RAM	Tarea de Seguridad
	-	Actualizar el Plan de Seguridad a nivel sistema
6. Diseño e Implementación	Implementar el Programa RAM por medio de Revisiones, Análisis, Pruebas y Evaluación de Datos que cubran aspectos de:	Implementar el Plan de Seguridad por medio de Revisiones, Análisis, Pruebas y Evaluación de Datos relacionados con:
	Fiabilidad y Disponibilidad	Hazard-Log
	Mantenimiento y Mantenibilidad	Análisis de Peligros y Evaluación de Riesgo
	Políticas de Mantenimiento Optimo	Justificar las decisiones de Diseño relacionadas con la seguridad
	Soporte Logístico	Realizar un Programa de Control que cubra:
	Realizar el Programa de control que cubre:	La Gestión de la Seguridad
	El Management de Programa RAM	El control de Subcontratistas y Proveedores
	El control de Subcontratistas y Proveedores	Preparar un Caso de Seguridad Genérico
	-	Preparar (si apropiado) un Caso de Seguridad para Aplicación Genérica
7. Fabricación	Realizar la Monitorización de los Stress Ambientales	Implementar el Plan de Seguridad por medio de Revisiones, Análisis, Pruebas y Evaluación de Datos
	Realizar Test de Mejora de parámetros RAM	Usar el Hazard-Log
	Almacenar de forma sistemática los Informes de Fallo y Acciones Correctoras del Sistema (FRACAS)	-
8. Instalación	Empezar la formación del equipo de mantenimiento	Establecer un Programa de Instalación
	Establecer el numero Parte de Recambio y herramientas a proveer para realizar el mantenimiento	Implementar un Programa de Instalación

Fase del ciclo de vida	Tarea de RAM	Tarea de Seguridad
9. Validación del Sistema (Incluyendo aceptación e inspección de Seguridad)	Realizar la demostración de las prestaciones RAM	Establecer un Programa de Commissioning
	-	Implementar el Programa de Commissioning
	-	Preparar un Caso de Seguridad Especifico de la Aplicación
10. Aceptación del Sistema	Evaluación de la demostración de prestaciones RAM	Evaluar el Caso de Seguridad Especifico de la Aplicación
11. Explotación y Mantenimiento	Proveer las Partes de Recambio y las herramientas	Emprender un RCM constante
	Realizar un Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM) y un Soporte Logístico apropiado	Emprender una monitorización de las prestaciones de seguridad y un mantenimiento del Hazard-Log constante
12. Monitorización de la Prestaciones	Recopilar, Analizar, Evaluar y Utilizar las estadísticas de Prestaciones y Utilizo de RAM	Recopilar, Analizar, Evaluar y Utilizar las estadísticas de Prestaciones y Utilizo de Seguridad
13. Modificación y Retrofit	Evaluar el impacto de modificaciones respecto a las características RAM	Evaluar el impacto de modificaciones respecto a las características de Seguridad
14. Retiro y eliminación	-	Definir el Plan de Seguridad
	-	Realizar un Análisis de Peligro y una Evaluación de Seguridad
	-	Emprender un Plan de Seguridad

Tabla 1. Tareas mínimas del RAMS

4.2.4 Documento de seguridad

Los documentos de seguridad se deben presentar organizados en un Dossier de Seguridad según lo especificado en la norma EN 50129 y debe ser estructurado de la siguiente manera:

4.2.4.1 Apartado 1: Definición del sistema, subsistema o equipo

- Definición del sistema, subsistema o equipos objeto de la documentación presentada en el Dossier de Seguridad, que incluya la versión y el estado de modificación de todos los requerimientos, diseño y documentación de aplicación.

4.2.4.2 Apartado 2: Informe de gestión de la calidad

2.1 Plan de Aseguramiento de la Calidad
2.2 Plan de Gestión de la Configuración y Control del Cambios (puede ser incluido en el Plan de Aseguramiento de la Calidad)
2.3 Evidencias de Gestión de la Calidad
2.4 Auditorias de Calidad e Inspecciones (incluido a proveedores o subcontratistas)
2.5 Conclusiones

4.2.4.3 Apartado 3: Informe de gestión de la seguridad

3.1 Ciclo de vida de Seguridad
3.2 Organización de Seguridad
3.3 Plan de Seguridad. Contiene:
- Plan de V&V de Seguridad
- Plan de Revisiones de Seguridad
- Plan de Aceptación y Aprobación de la Seguridad

3.4 Registro de Peligros
3.5 Especificación de Requerimientos de Seguridad (contiene el Análisis de Riesgos)
3.6 Diseño de sistema/subsistema/equipos
3.7 Revisiones de Seguridad. Contiene:
- Informes de Revisiones de Seguridad
- Auditorias de Seguridad (cumplimiento de la EN 50126-1, EN 50128 y EN 50129)

3.8 Informes de Verificación y Validación de Seguridad
3.9 Justificación de Seguridad
3.10 Informe Aceptación y Aprobación de la Seguridad
3.11 Operación y Mantenimiento
3.12 Plan RAM

4.2.4.4 Apartado 4: Informe técnico de seguridad (evidencia de seguridad técnica)

4.1 Introducción
4.2 Aseguramiento de operación funcional correcta
4.3 Efectos de fallos
4.4 Operación con influencias externas
4.5 Condiciones de aplicación relacionadas con la seguridad (riesgos o requerimientos de seguridad exportados a Instalación/Operación/Mantenimiento)
4.6 Pruebas de calificación en seguridad

4.2.4.5 Apartado 5: Dossier de seguridad relacionados

- Contiene las referencias al Dossier de Seguridad de cualquier otro subsistema y equipo del cual depende el Dossier de Seguridad.
- Debe demostrar que las condiciones de aplicación de seguridad que se han especificado en cada apartado del Dossier de Seguridad del sistema, subsistema o equipo, han sido:
  - Cubiertas en el Dossier de Seguridad principal,
  - Direccionadas a las condiciones de aplicación relacionadas con el Caso de seguridad principal.

4.2.4.6 Apartado 6: Conclusiones

- Resume las evidencias presentadas en los apartados anteriores del Dossier de Seguridad, y demostrar que el sistema, subsistema, o equipo en cuestión es adecuadamente seguro bajo el cumplimiento de las condiciones de aplicación especificadas (condiciones de aplicación relacionadas con la Seguridad).

Cada uno de los apartados anteriores se puede englobar en un único documento o puede ser un informe con referencias a otros documentos (por ejemplo, el Registro de Peligros, Plan de Seguridad, etc.).

A continuación, se presenta el calendario de generación de todos los documentos de Seguridad que forman parte del Dossier de Seguridad.

4.2.5 Calendario y secuencia de entregables RAMS

En las siguientes tablas se describen las secuencias de los entregables de Seguridad y RAM, asociadas a las diferentes fases del ciclo de vida del proyecto:

- Tabla 2: Calendario de realización Entregables Seguridad
- Tabla 3: Calendario de realización Entregables RAM

Fase del Ciclo de Vida	Entregable de Seguridad
Fase 1	2.1 Plan de Aseguramiento de la Calidad 3.1 Ciclo de vida de Seguridad 3.2 Organización de Seguridad
Fase 2	Apartado 1: Definición del Sistema, Subsistema o Equipo 2.3 Evidencias de Gestión de la Calidad 3.3 Plan de Seguridad 3.12 Plan RAM
Fase 3	3.4 Registro de Peligros 3.5 Especificación de Requerimientos de Seguridad (Análisis de Riesgos)
Fase 4	3.3 Plan de Seguridad (Actualización: Plan de Aceptación y Aprobación de la Seguridad) 3.5 Especificación de Requerimientos de Seguridad (THRs) (Actualización) Estructura del Dossier de Seguridad (apartados 1 a 6), incluidos los Casos de Seguridad relacionados (Apartado 5).

Fase del Ciclo de Vida	Entregable de Seguridad
Fase 5	2.2 Plan de Gestión de la Configuración y Control de Cambios (proveedores) 3.3 Plan de Seguridad (Actualización: Especificación de criterios de aceptación de la seguridad de los subsistemas. Métodos.) 3.5 Especificación de Requerimientos de Seguridad (Asignación de requerimientos de Seguridad a los Subsistemas/Equipos) (Actualización). Debe contener también los criterios de aceptación de la seguridad de los subsistemas.
Fase 6-7	3.6 Diseño de sistema/subsistema/equipo (Metodologías de diseño empleadas. Se recomienda uso de estándares) 3.7 Revisiones de Seguridad (según lo especificado en el Plan de Revisiones de Seguridad) 3.8 Informes de Verificación y Validación de Seguridad 4.1 Introducción (Informe Técnico de Seguridad) 4.2 Aseguramiento de Operación Funcional Correcta 4.3 Efectos de fallos 4.5 Condiciones de aplicación relacionadas con la seguridad (procedimientos de operación y mantenimiento) Caso de Seguridad Genérico

Fase del Ciclo de Vida	Entregable de Seguridad
Fase 8-9-10	2.2 Plan de Gestión de la Configuración y Control de Cambios (Operador/Mantenedor) 2.4 Auditorias de Calidad e Inspecciones 2.5 Resumen y conclusiones de la Gestión de la Calidad 3.3 Plan de Seguridad (Actualización) 3.4 Registro de Peligros (con todos los peligros cerrados, los peligros que no se pueden cerrar en esta fase y de tienen que mantener y controlar en las fases siguientes). 3.7 Revisiones de Seguridad (según lo especificado en el Plan de Revisiones de Seguridad) 3.7 Auditorias de Seguridad 3.8 Informes de Verificación y Validación de Seguridad (Actualización de todas las tareas de validación y verificación llevadas a cabo) 3.9 Justificación de Seguridad 3.10 Informes de Aceptación y Aprobación de la Seguridad 3.11 Operación y Mantenimiento (con todos los procedimientos validados) 4.4 Operación con influencias externas 4.5 Condiciones de aplicación relacionadas con la seguridad (actualización). 4.6 Pruebas de calificación en seguridad Apartado 5: Dossier de Seguridad Relacionados Apartado 6: Conclusiones Caso de Seguridad de Aplicación Específica (incluidas todas las tareas de validación de seguridad)
Fase del Ciclo de Vida	**Entregable de Seguridad**
Fase 11	2.2 Procedimientos de Gestión de Configuración y Cambios (actualización). Caso de Seguridad de Aplicación Específica (actualizar toda la documentación necesaria; documentación de los subsistemas, manuales de operación y mantenimiento, informes de verificación y validación, Registro de Peligros, FRACAS, etc.)

Tabla 2. Calendario de realización Entregables Seguridad

A continuación, se presenta el listado de todos los documentos RAM a entregar. Los documentos marcados con el código “P” se consideran como versión Preliminar y tendrán que ser completados en las otras fases y los “C” se consideran completados (Completed) Todos los documentos marcados en la tabla con código “U” (Updated) se tendrán que actualizar en caso de cambios realizados por los contratistas. Todos los documentos marcados con el código “F” (Final) se consideran entregables.

Documentos	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7	Fase 8	Fase 9	Fase 10	Fase 11
ANÁLISIS RAM PRELIMINAR											
Apartado 1: Definición del Sistema, Subsistema o Equipo*	P	C	/	U	U	U	U	F	/	/	/
Descomposición del Sistema o Subsistema y definición de los interfaces o alcance del sistema/subsistema	/	P	/	C	U	U	U	F	/	/	/
Condiciones de fallo	/	C	/	/	/	/	/	F	/	/	/
PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y DEFINICIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS RAM											
Programa RAM a nivel Sistema	/	/	/	C	U	U	U	F	/	/	/
Requerimientos RAM a nivel Sistema	/	/	/	C	U	U	U	F	/	/	/
Documentos	**Fase 1**	**Fase 2**	**Fase 3**	**Fase 4**	**Fase 5**	**Fase 6**	**Fase 7**	**Fase 8**	**Fase 9**	**Fase 10**	**Fase 11**
Programa RAM a nivel Subsistema	/	/	/	/	C	U	U	F	/	/	/
Requerimientos RAM a nivel Subsistema	/	/	/	/	C	U	U	F	/	/	/
ANÁLISIS RAM EN FASE DISEÑO											
Análisis RAM (contenido mínimo: Datos RAM, AMFE, Análisis de Mantenimiento Preventivo y Correctivo, RBD o FTA, listado teórico de partes de recambio)	/	/	/	/	/	C	U	F	/	/	/
ANÁLISI RAM EN FASE PRODUCCIÓN											
Informes de pruebas de componente (pruebas defatiga, pruebas de compatibilidad electromagnética, pruebas de calentamiento, etc.)	/	/	/	/	/	/	/	F	/	/	/
FRACAS	/	/	/	/	/	/	C	F	/	/	/
VALIDACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS RAM											
Informe de Validación Requerimientos RAM	/	/	/	/	/	/	/	/	F	/	/
ACEPTACIÓN DE LAS PRESTACIONES RAM											
Informe de Seguimiento RAM	/	/	/	/	/	/	/	/	/	F	/

Tabla 3. Calendario de realización Entregables RAM

5 RESULTADOS

La definición de los requisitos de RAMS para la factibilidad de la Línea 2 del Metro de Bogotá, se hará tal y como se describe a continuación:

5.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe presentar la “Debida Diligencia de la Información”, a través de un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria recopilada del estudio de prefactibilidad de la línea 2 del Metro de Bogotá, así como los Apéndices técnicos de la PLMB. El Contratista debe consolidar los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

5.2 FACTIBILIDAD: GESTIÓN DE RAMS

Se debe presentar un informe detallado de la gestión RAMS, que incluya como mínimo:

- Programa RAM.
- Plan de Seguridad.
- Informe Preliminar de RAM.
- Análisis de Seguridad Preliminar.
- Requerimientos RAMS del software.

En la definición de los paquetes de trabajo a describir, tanto en el Programa RAM como en el Plan de Seguridad, el Contratista debe incluir, como mínimo, las actividades definidas en el alcance.

A continuación, se detallan los contenidos:

Programa RAM

Debe tener, como mínimo, los siguientes apartados:

- Definición de la Política RAM adoptada.
- Definición del alcance del Programa.
- Descripción del Sistema/Subsistema y descomposición preliminar del sistema/subsistema a nivel componente.
- La definición de paquetes de trabajo RAM asociados a cada fase del ciclo de vida aplicable.
- Definición de roles, responsabilidades, competencias y relaciones de las organizaciones responsables de realizar los paquetes de trabajo RAM a lo largo del ciclo de vida.
- Definición del modelo FRACAS (Informe de Fallos, Sistema de Análisis y Acciones Correctivas) aplicado desde la fase de producción hasta la aceptación. En esta primera versión del Programa será necesario como mínimo definir la organización que se entiende concretar para llevar a cabo las tareas asociadas a las actividades del FRACAS.
- Definición de los medios empleados para asegurar la coordinación de los distintos elementos RAM.
- Definición del listado de entregables.
- Definición de tareas de seguimiento de los parámetros RAM que se realizarán desde la fase de Construcción hasta que se consiga la Aceptación.
- Definición de interfaces con otros Planes o Programas relacionados.
- Definición de hipótesis y limitaciones utilizadas en la definición del Programa RAM.
- Definición de los medios a emplear en la gestión de subcontratistas.

Plan de seguridad

Debe tener, como mínimo, los siguientes apartados:

- Definición de la política de Seguridad adoptada.
- Definición clara del alcance del Programa.
- Descripción del Sistema/Subsistemas y descomposición preliminar del sistema/subsistema a nivel componente.
- Definición de roles, responsabilidades, competencias y relaciones de las organizaciones responsables de realizar los paquetes de trabajo de Seguridad a lo largo del ciclo de vida.
- Descripción del ciclo de vida aplicado y de las tareas de los paquetes de trabajo asociados a cada fase del ciclo de vida.
- Descripción de las técnicas y metodologías empleadas para identificar riesgos, realizar la gestión de riesgos en tiempo real, redactar las especificaciones de requerimientos, verificar el diseño, proporcionar la cobertura de los requerimientos y realizar auditorías de Seguridad tanto internas como a subcontratistas.
- Definición del proceso/procedimiento de gestión de la configuración empleado.
- Definición de un listado de entregables.
- Definición de la estructura del caso de Seguridad.
- Definición de interfaces con otros Planes o Programas relacionados.
- Definición de hipótesis y limitaciones utilizadas en la definición del Plan de Seguridad.
- Definición de los medios a emplear en la gestión de subcontratas.
- Definición de las relaciones entre los objetivos de seguridad y los niveles SILs.
- Listado mínimo de requerimientos comunes de seguridad por sistema y subsistema.

Informe RAM

Debe tener, como mínimo, los siguientes apartados:

- Tabla de datos RAM (como mínimo MTTF o MTBF, tasa de fallo, MTTR), con relativas fuentes.
- Análisis por diagrama de bloques de fiabilidad.
- Especificación de todas las redundancias empleadas en el sistema/subsistemas.

Análisis de seguridad preliminar

Debe tener, como mínimo, los siguientes apartados:

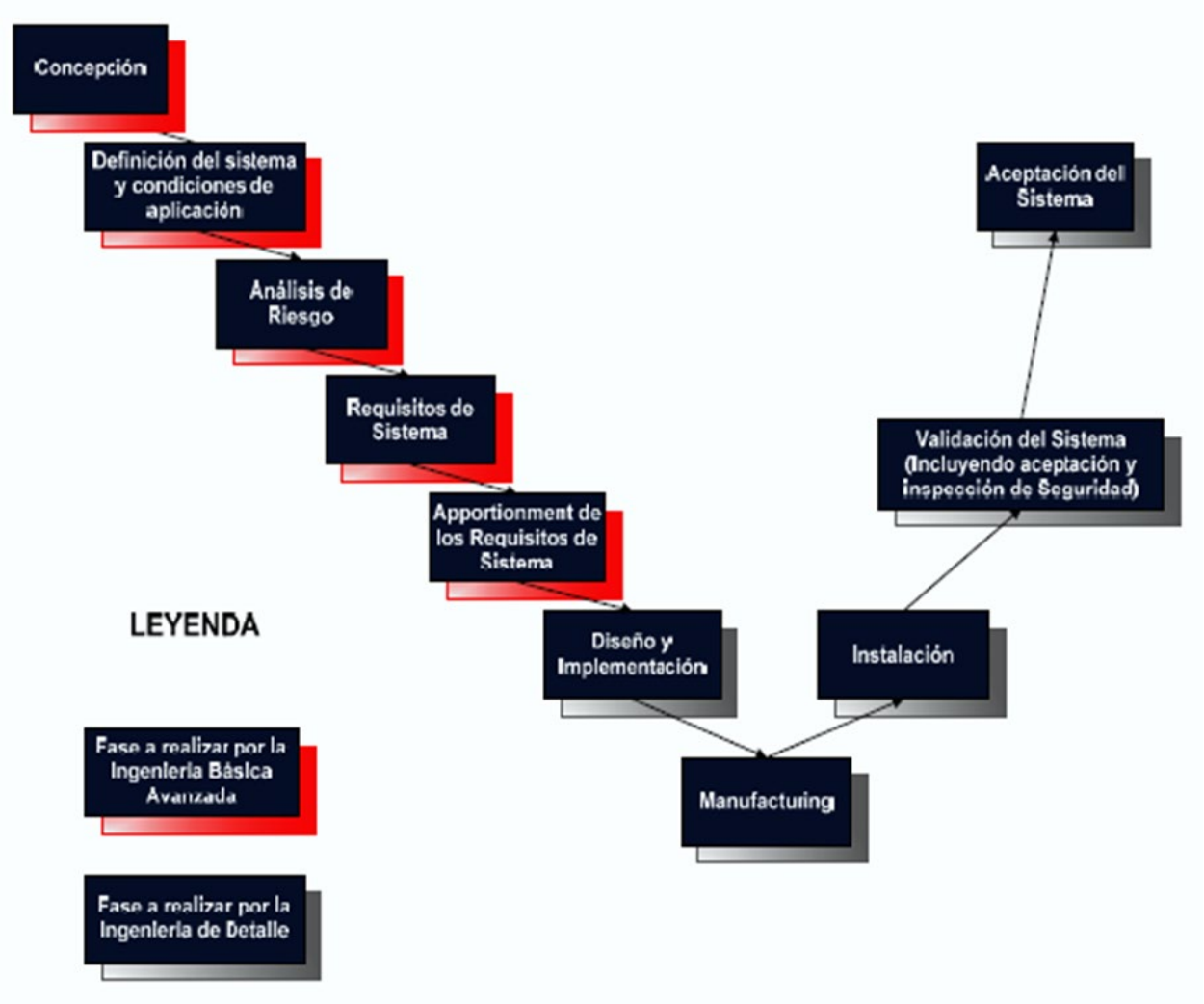
- Análisis preliminar de peligros.
- Listado de peligros asociados al sistema/subsistema.

Requerimientos RAMS del software.

- Requisitos generales del software.
- Requisitos Técnicos.
- Entregables.

- Ciclo-V y fases del software

6 ANEXO



Ciclo de vida vs Intervención Ingeniería Básica Avanzada

Notas Figura:

- Apportionment: Distribución
- Manufacturing: Fabricación.
- Para más detalles consultar” CICLO DE VIDA RAMS” de la EN 50126.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 15

PLAN DE MANTENIMIENTO PRELIMINAR (PMP)

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETIVO 3
2 NORMATIVIDAD 3
3 ALCANCE 3
3.1 ETAPA DE DEBIDA DILIGENCIA. 3
3.2 ETAPA DE FACTIBILIDAD 4
4 RESULTADOS 7
4.1 DEBIDA DILIGENCIA 7
4.2 FACTIBILIDAD TÉCNICA 7

ET 15 – Plan de Mantenimiento Preliminar (PMP)

1 OBJETIVO

Contar con el Plan de Mantenimiento Preliminar (PMP) que sirva como soporte y punto de partida para todas las estimaciones de mantenimiento de la infraestructura y del sistema férreo para la Línea 2 del Metro de Bogotá y permita mantener, en el tiempo, sus estándares de calidad, disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad y seguridad.

2 NORMATIVIDAD

El Contratista deberá actualizar el listado de normas propuestas a la última versión vigente al momento del estudio de factibilidad.

En el caso de aplicación de normas EN y UIC, el orden de prevalencia de las normas para el diseño será el siguiente: primero normas EN, y después las internacionales IEC, UIC e ISO. En caso de que estas normas no apliquen, las aplicables serán las normas BS, DIN y NF.

El Contratista deberá respetar el conjunto de reglamentaciones colombianas, incluso aquellas que no se encuentren listadas en este documento, salvo que se indique lo contrario.

El Contratista podrá proponer estándares alternativos distintos a lo definido en una norma, siempre y cuando estos sean iguales o de mayor exigencia de calidad. En ese caso será responsabilidad del Contratista, gestionar ante el organismo que emitió la norma aplicable que se quiera reemplazar, un concepto mediante el cual se garantice la equivalencia para la aplicación del estándar alternativo.

3 ALCANCE

3.1 ETAPA DE DEBIDA DILIGENCIA.

El Contratista debe, por su cuenta, investigar, recopilar, analizar, revisar, consultar y evaluar la información encontrada de todos los estudios previos que se han realizado hasta la fecha y que guarden relación con el tema, con el fin de verificar con la situación actual, comprobando en terreno, cuando sea necesario la concordancia de la información encontrada, especialmente cuando se considere que estos serán un insumo para el diagnóstico y/o elaboración de la información requerida según el alcance de esta especificación técnica.

La revisión de la información producto de estudios previos busca que el Contratista conozca al detalle los insumos que existen, los evalúe y determine cuáles de ellos deben considerarse como determinante en la realización de su trabajo; es decir, cuáles siguen siendo válidos o pertinentes

y cuáles es necesario actualizar teniendo en cuenta los parámetros que se han planteado en el proyecto.

3.2 ETAPA DE FACTIBILIDAD

El Plan de Mantenimiento Preliminar (PMP) debe presentar una visión completa de las estrategias de mantenimiento existentes para sistemas férreos de pasajeros de características similares, con el fin de ayudar a la elección de una organización que pueda adaptarse y sea lo menos costosa posible para el mantenimiento de la Línea 2 del Metro de Bogotá. El PMP debe comprender la totalidad de componentes del sistema férreo, entre los cuales se destacan, sin limitarse a ellos, los siguientes:

- Infraestructura de la vía férrea.
- Estaciones y otras edificaciones, incluyendo sus instalaciones hidrosanitarias, eléctricas, sistemas electromecánicos, etc.
- Espacio público a intervenir y construir dentro del proyecto
- Superestructura de vía férrea.
- Material Rodante y vehículos auxiliares de mantenimiento.
- Sistema de Alimentación de Energía Eléctrica.
- Sistema de señalización y control de trenes.
- Sistema de Puertas de andén o plataforma.
- Sistemas de telecomunicación.
- Instalaciones y equipos del Centro de Control Operacional (CCO)
- Sistema de peaje / control de acceso;
- Instalaciones y equipos del Patio-Taller;
- Sistema de Gestión de Mantenimiento (MMS) que permitirá planificar, programar y controlar la ejecución de las actividades de mantenimiento;
- Todo equipo o sistema que no se encuentre expresamente incluido en alguno el listado anterior.

El PMP deberá contener los planes, rutinas y procedimientos para el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, teniendo en cuenta, como mínimo las siguientes consideraciones:

- **Mantenimiento Predictivo (Mantenimiento Basado en Confiabilidad):** Está orientado a predecir y mejorar los procesos de manera que puedan optimizarse los costos y tiempos de la gestión del mantenimiento. Utiliza técnicas e instrumentos para controlar la condición o el estado de un equipo o elemento, su rendimiento y los posibles indicadores de falla, a fin de llevar a cabo el mantenimiento puntual en el momento adecuado y al menor costo posible.

- **Mantenimiento Preventivo:** Encaminado a prevenir el fallo de algún componente del sistema a través del reemplazo sistemático de los componentes deteriorados, de la identificación y corrección de los problemas antes de que lleven al fallo.
- **Mantenimiento Correctivo**: Orientado a efectuar las reparaciones se llevan a cabo en una componente del sistema que ha dejado de funcionar; por lo tanto, es reactivo. Se da cuando la condición de falla o desgaste es tal que necesita intervención para que pueda cumplir satisfactoriamente su función en la operación del sistema.

El PMP no pretende definir una estrategia definitiva, ya que está siempre dependerá de varios factores que emerjan en la operación del sistema. El PMP deberá orientarse a dar una respuesta adecuada y oportuna a las necesidades de la operación del sistema metro, de modo que se garantice la disponibilidad permanente de la infraestructura, equipos y Material Rodante. Igualmente, las estrategias preliminares de mantenimiento deben permitir la estimación, en lo pertinente, del OPEX (Life Cycle Cost).

El Contratista debe considerar una estrategia de "*Facility Asset Management*" (gestión de los activos), con objetivo de garantizar una disponibilidad operacional óptima, con la máxima seguridad, con costos de operación y mantenimiento optimizados y con la capacidad de garantizar la mejor vida útil del sistema, incluyendo una gestión de la reposición por obsolescencia adecuada.

Esta gestión de los activos (Asset Management) debe ser una parte vital de las tareas de ingeniería del mantenimiento, alcanzando áreas de habilidades variadas como la optimización del mantenimiento por la confiabilidad (RCM acrónimo inglés para "*Reliability Centered Maintenance",* área de competencia proveniente desde el sector aeroespacial), el área de confiabilidad, mantenibilidad, y disponibilidad RAMS, el área de análisis de crecimiento de confiabilidad o la monitorización durante los estudios de "*Life Cycle Cost*".

Para determinar el Plan de Mantenimiento Preliminar (PMP) el Contratista debe analizar la operación comercial del futuro sistema metro, que sirva de base para diseñar las rutinas correspondientes, para ello se debe tener en cuenta y desarrollar, como mínimo, los siguientes puntos:

- Las normas y códigos colombianos vigentes para las actividades de personal en un sitio industrial de mantenimiento.

- Las regulaciones colombianas en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo y ambientales.

- Plan de Operaciones Preliminar POP: Planes de servicio, horarios de servicio en día típico y no típico, intervalos de operación, flota de trenes, etc.)

- Definición de las operaciones de mantenimiento a largo, mediano y corto plazo, en concordancia con el POP.

- Los tipos de mantenimiento según clasificación de la norma UNE - EN 13306 y el ciclo de vida de los diferentes componentes del sistema,

- Definición del programa de lavado de las estaciones, edificios, patios y talleres y de los trenes.

- Definición del mantenimiento de las obras asociadas al espacio público que se construirán con ocasión de la implementación de la Línea 2 del Metro de Bogotá, hasta el momento en el cual el ente gestor del proyecto férreo entregue estas obras complementarias a las autoridades competentes del orden municipal.

- Para las actividades de mantenimiento mayor y la renovación del Material Rodante, se deberá planificar el control de operación de la flota, de tal manera que las actividades de mantenimiento se puedan programar de manera escalonada, para evitar simultaneidad en la programación de las actividades de mantenimiento mayor.

- Las actividades de mantenimiento correctivo, derivadas del deterioro normal provocado por la operación comercial del sistema, tras concluir los periodos de garantía.

- La eventual asistencia en vía, del personal de mantenimiento para la adecuada resolución de incidencias durante la operación comercial del sistema (accidentes, incidentes, descarrilamientos, etc.) que se presenten. Esta asistencia en vía comprende también la presencia de personal de mantenimiento en puntos estratégicos de la línea durante las horas críticas de servicio.

- Los objetivos RAMS.

- Establecimiento Indicadores referenciales de mantenimiento.

- Detalle las actividades de mantenimiento a realizar para las obras y equipos, indicando aquellas que corresponden al mantenimiento preventivo, predictivo, y correctivo, con sus respectivas rutinas, alcances y secuencialidades. Se deben tener en cuenta las previsiones requeridas en las tareas de mantenimiento preventivo a efectuar, en particular, acerca del material rodante, con el fin de evitar picos de carga cuando se deban realizar las actividades de revisión o mantenimiento mayor.

- Propuesta organizativa del área de mantenimiento, necesarias para desarrollar e implementar el PMP durante a futura operación del sistema. Incluyendo organigramas, cargos y roles con cantidad de personas requeridas en cada caso, funciones básicas de cada cargo, niveles de responsabilidad, etc.

Adicionalmente, el Contratista debe revisar, adaptar y complementar la documentación existente relativa al mantenimiento, obtenida durante el proceso de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá, así como los Apéndices Técnicos definidos para la PLMB.

Como resultado, el contenido de este documento debe servir como punto de partida para el establecimiento de las exigencias de mantenimiento de la infraestructura, sistemas Metro-Ferroviarios y el Material Rodante.

También permitirá establecer criterios y pautas a considerar en el(los) pliegos(s) de condiciones de contrato(s) de mantenimiento, en caso de externalización de parte o todo el mantenimiento.

Todas las características, parámetros y requisitos establecidos en esta especificación técnica son los mínimos a considerar, de tal manera, que el Contratista debe considerar cualquier otro aspecto que le permita al futuro constructor y operador del sistema metro establecer, en su plan de mantenimiento, las actividades que excedan aquellas solicitadas en la fase de factibilidad, siempre y cuando se garantice el cumplimiento de las obligaciones de resultado establecidas en las Especificaciones Técnicas, incluyendo los objetivos y requisitos RAMS, al igual que los Indicadores de gestión del mantenimiento.

4 RESULTADOS

4.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe presentar, como parte de la “Debida Diligencia de la Información”, un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

4.2 FACTIBILIDAD TÉCNICA

Dentro del “Plan de Mantenimiento Preliminar (PMP)”, el Contratista debe entregar, como mínimo, lo siguiente:

- BENCH MARKING
  - El estudio comparativo de sistemas similares
  - Conclusión y enseñanzas del Benchmarking a aplicar en la elaboración del PMP
- MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS

- Alcance del mantenimiento
- Definición de los tipos de mantenimiento
- Niveles de mantenimiento
- Requisitos de mantenimiento para cada uno de los sistemas y componentes, definiendo tareas, ciclos, periodicidad, entre otros.
- Mantenimiento de software y firmware (software)
- Gestión de los sistemas de información

- ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO
  - Sistema de Gestión de Mantenimiento (MMS)
  - Estrategia de mantenimiento
  - Planes de mejoramiento

- PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO
  - Organización de mantenimiento del operador
  - Organización de mantenimiento de los subcontratistas
  - Organización por sistemas
  - Organización por nivel de mantenimiento
  - Sugerencia para la duración de los contratos de mantenimiento.

- GESTION DE ACTIVOS – BIM.
  - La entrega de la información debe permitir el desarrollo, en fases posteriores del proyecto (fases de diseño, construcción y operación), de la gestión de activos a través de la aplicación de la metodología BIM. En este sentido, el Contratista debe dejar plasmados en los documentos asociados al establecimiento de las obligaciones a cumplir por el futuro constructor y operador del sistema metro la aplicación de la metodología BIM en la planificación del mantenimiento y gestión de activos.

- INDICADORES DE MANTENIMIENTO.
  - Los indicadores de mantenimiento permitirán realizar un correcto seguimiento y control a la gestión del mantenimiento, lo que finalmente redundará en una óptima operación comercial del sistema metro. En este sentido el Contratista debe incluir un informe con los indicadores de uso común en instalaciones ferroviarias de sistemas preferiblemente con tecnología UTO, considerando, al menos, los siguientes indicadores:
    - Indicadores relacionados con la disponibilidad del sistema de transporte. (Incluye el Material Rodante y los sistemas Metro-Ferroviarios)

- Indicadores de mantenimiento en relación con otras infraestructuras no ferroviarias (edificios de estaciones y equipos electromecánicos, entre otros)

La especificación correspondiente a éste numeral debe sugerir los métodos de cálculo y medición de los indicadores propuestos; igualmente, se debe garantizar el seguimiento al cumplimiento de los objetivos RAMS de cada subsistema de acuerdo con lo establecido en la especificación técnica de correspondiente.

Adicionalmente, el Contratista debe incluir una referenciación en la que se relacionen las operaciones ferroviarias con sus indicadores y los resultados de los mismos.

Las metas de los indicadores que sean propuestos para la Línea 2 no deben ser inferiores a las definidas para la PLMB; en caso de ser inferiores, el Contratista debe justificarlo en el estudio de factibilidad.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 16

PUERTAS DE ANDÉN

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

Glosario 4
1 OBJETIVO 5
2 NORMATIVIDAD 5
3 INSUMOS NECESARIOS 6
4 ALCANCE 7
4.1 DEBIDA DILIGENCIA 8
4.2 FACTIBILIDAD 8
4.2.1 Definición funcional 8
1.1.1.1 Funcionamiento en modo nominal 9
1.1.1.1.1 Apertura/Cierre 10
1.1.1.1.2 Bloqueo de puertas 11
1.1.1.1.3 Detección de obstáculo. 11
1.1.1.2 Funcionamiento en modo degradado 12
1.1.1.2.1 Apertura manual después que el tren se haya parado en la estación 12
1.1.1.2.2 Apertura manual desde la Plataforma 13
1.1.1.2.3 Cierre 13
1.1.1.2.4 El estado PDAP cerradas y enclavadas 13
1.1.1.2.5 Cierre de las puertas en modo seguridad. 13
1.1.1.3 Gestión centralizada del sistema 14
1.1.2 Especificaciones Técnicas de equipamientos y subsistemas 14
1.1.2.1 Puertas de acceso entre los Trenes y las Plataformas: puertas deslizantes Motorizadas 15
1.1.2.2 Puertas de Salida de Emergencia (PSE) 16

1.1.2.3 Puertas de fin de Andén o Plataforma (PFAP) 17
1.1.2.4 Motores de la PDM 18
1.1.2.5 Suministro de energía 18
1.1.2.6 Paneles Fijos 18
1.1.2.7 Cargas estáticas debidas a Puertas de Andén o Plataforma..... 18
1.1.2.8 Cargas dinámicas sobre Puertas de Andén o Plataforma..... 19
1.1.2.9 Esfuerzos sobre la obra civil de la estación 21
1.1.3 Criterios Particulares de diseño de sistema 21
5 RESULTADOS 22
5.1 DEBIDA DILIGENCIA..... 22
5.2 FACTIBILIDAD: PUERTAS DE ANDÉN 22

GLOSARIO

PAM: Panel de Accionamiento Manual

PCC: Puesto de Control Central

PAM: Panel de Accionamiento Manual

UDE: Unidad de Distribución de Energía

UCP: Unidad de Control de Puertas

UPS: Uninterruptible power supply (Sistema de Alimentación Ininterrumpida, SAI)

ET 16 – Puertas de Andén

1 OBJETIVO

El objeto del presente documento consiste en definir las especificaciones funcionales, operacionales y requerimientos técnicos mínimos que el Contratista debe cumplir en la elaboración de los diseños de factibilidad del Sistema de Puertas de Andén o Plataforma de la Línea 2 del Metro de Bogotá, siguiendo los niveles de calidad y prestaciones establecidas en las presentes especificaciones.

2 NORMATIVIDAD

- Normas ANSI/IEEE:

    - ANSI/IEEE Std 493-1980: IEEE recommended practice for the design of reliable industrial and commercial power Systems.

- Normativa del Comité Europeo de Normalización (UNE-EN):

    - UNE-EN 50126: Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS).
    - UNE-EN 50128: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección de ferrocarril.
    - UNE-EN 50129: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.
    - UNE-EN 60300: Gestión de la confiabilidad.
    - UNE 20512: Fiabilidad de equipos y componentes electrónicos. Guía para el análisis estadístico de los datos de ensayos de envejecimiento.
    - EN 60439: Conjunto de aparamenta de baja tensión
    - UNE-EN 50266: Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego.
    - EN 60146: Convertidores de semiconductores.
    - UNE-EN 61000: Compatibilidad electromagnética (CEM).
    - EN 50264: Aplicaciones ferroviarias. Cables con propiedades especiales ante el fuego (para material rodante ferroviario). Espesor normal.
    - UNE-EN 50267: Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables
    - UNE 21144: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible.
    - UNE 21175: Métodos de ensayo eléctrico para los cables eléctricos. Ensayos eléctricos para cables de tensión inferior o igual a 450/750 V.

- UNE 21192: Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
- UNE 21143: Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección y que se aplican por extrusión.
- UNE-EN 60811: Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica.
- UNE 20434: Sistema de designación de los cables.
- UNE 21123: Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV.
- UNE-EN 55022/A1: Equipos de tecnología de la información. Características de las perturbaciones radioeléctricas. Límites y métodos de medida.
- UNE-EN 55011/A1: Límites y métodos de medida de las características relativas a las perturbaciones radioeléctricas de los aparatos industriales, científicos y médicos (ICM) que producen energía en radiofrecuencia.
- UNE-EN 50121: Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética.
- UNE-EN 50155: Aplicaciones ferroviarias. Equipos electrónicos utilizados sobre material rodante.
- UNE 20324: Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE-EN 50102: Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

3 INSUMOS NECESARIOS

Para el diseño del Sistema de Puertas de Andén o Plataforma, serán insumos necesarios a tener en cuenta entre otros los siguientes documentos:

- Diseño del sistema puertas de andén o plataforma de los Apéndices Técnicos de la Primera Línea del Metro de Bogotá.
- Requerimientos de otros sistemas metro-ferroviarios: material rodante, sistema de señalización y control de trenes, sistema de control y supervisión, entre otros.
- Diseño arquitectónico estaciones.
- Gestión RAMS.
- Plan de Mantenimiento Preliminar.

En cualquier caso, estos documentos serán considerados como referencia, no limitándose las alternativas a estudiar a las reflejadas o comentadas en los mismos.

4 ALCANCE

A continuación, se incluyen todos los aspectos que forman parte del alcance del sistema de puertas de andén o plataforma, y que el Contratista debe definir para que los licitantes para su suministro e instalación posterior no tengan dudas de que necesariamente deben ofrecer todas sus prestaciones en las ofertas y la posterior ejecución.

El sistema de Puertas de Andén o Plataforma debe considerar, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Las puertas deben ser de altura completa, con módulos de puertas deslizantes motorizadas (PDM), módulos de puertas de salida de emergencia (PSE), módulos de paneles fijos, y módulos de puertas de Fin de Andén o Plataforma (PFAP) para el acceso a vía siempre y cuando sea autorizado desde el CCO, teniendo en cuenta aspectos como el tipo de estación, funcionalidad final del sistema, etc. La altura de las PSE y PFAP debe ser igual a la altura de las PDM.
- La altura de la estructura de las PDAP debe ser mínimo de 2 400 mm incluyendo el cabezal el cual se podrá usar para ubicar en su interior todos los mecanismos, dispositivos y equipos asociados a las funcionalidades de los diferentes módulos. La cara exterior (lado de la plataforma) de esta franja se podrá usar para la señalización visual (paneles informativos) y señalización luminosa (línea fluorescente a lo largo de todas las puertas deslizantes, señalización de los estados de la puerta, etc.).
- Estructura portante (metálica o similar) de la fachada, estructura auto soportante debidamente fijada y anclada a la Obra Civil de la estación, tanto en su parte inferior (estribo de la plataforma) como en su parte superior. Estará preparada para insertar los diferentes componentes de la fachada.
- Cierre Superior (en caso de ser necesario), por sobre de la franja de mecanismos y señalización. La fachada del cierre incluye el cierre superior hasta el techo de la plataforma, incluyendo el acabado entre dicho cierre y el cielo raso de la plataforma.
- Aplicación de seguridad que gestione información vital y no vital del sistema que permita la integración como mínimo con losl sistemas de señalización y control de trenes y el Sistema de Control y Supervisión.

El Contratista debe realizar un diseño a nivel de factibilidad del sistema que debe incluir la arquitectura, la descripción funcional, la especificación técnica del sistema y sus elementos para cada tipo de estación, sea en túnel, viaducto o semienterrada.

Deben especificarse los requisitos de las interfaces con otros sistemas de la línea con los cuales el sistema de Puertas de andén o Plataforma estará interconectado tanto para funciones de control y supervisión con sus respectivos protocolos de seguridad informática.

Deben proporcionarse planos y esquemas tipo funcionales y generales que hagan referencia a interconexión de equipos modulares o esquemas de conexionado. Los planos deben ser presentados en una escala 1.100 y detalles en 1:75., que permita valorar las dimensiones reales de los elementos dibujados.

El Contratista debe especificar los requisitos del plan de implantación del sistema completo que incluirá las actuaciones a realizar, la forma de implantación, la planificación de los trabajos y los procedimientos de calidad a utilizar.

Independientemente de las tareas, el Contratista debe tomar como parte del alcance del proyecto, cualquier documentación y/o especificación, como los Apéndices Técnicos definidos para la PLMB y cualquiera de las normativas aplicables al sistema.

4.1 DEBIDA DILIGENCIA

Se deben revisar todos los estudios técnicos que se hayan realizado con anterioridad que se consideren relevantes para el desarrollo del diseño, a fin de comprender cabalmente los diseños de ingeniería y, en general, todos aquellos estudios desarrollados hasta la fecha que tengan aplicabilidad. Para el efecto se debe realizar:

- La revisión y análisis de información de las etapas anteriores. El Contratista recibirá los estudios realizados a la fecha, y debe revisar y analizar los mismos, dado que éstos serán los insumos básicos con los que se contará para llevar a cabo el alcance de este documento.
- Durante este proceso, el Contratista debe revisar y analizar el nivel de desarrollo de los estudios realizados de cara a la estructuración del proyecto.
- Identificar las posibles deficiencias en la información disponible, evaluar su impacto en la realización del estudio, y proponer, de ser necesarias, soluciones específicas para suplirlas.

4.2 FACTIBILIDAD

4.2.1 Definición funcional

Funcionalmente, el sistema de Puertas de Andén o Plataforma, para las estaciones, contemplará los siguientes elementos:

- Suministro e instalación del sistema de puertas de andén o plataforma: franja de puertas, franja de mecanismos y señalización.

- Suministro e instalación del resto de la fachada, estructura portante (metálica o similar) y/o cierre superior (en caso de ser necesario).
- Un Panel de Control Local (PCL) para cada Plataforma, integrado en la propia fachada y que servirá, en caso degradado o de mantenimiento.
- Una unidad de distribución de energía (UDE), para los dos Plataformas, ubicada en una sala técnica y que realizará las funciones de UPS para alimentar el sistema de puertas de andén o plataforma de la estación, debe permitir 10 ciclos de apertura y cierre de las puertas de la Estación y 1,5 horas para el monitoreo de todos los equipamientos del sistema PDAP de la Estación.
- Una unidad de control de puertas (UCP), para la dos Plataformas, ubicada en una sala técnica de cada Plataforma, realizando intercambio de datos entre los sistemas de señalización y control de Trenes, CCO/CCO-R y el sistema Tren-Tierra.
- La USL estará encargada de vigilar el estado de los diferentes componentes de las PDAP y realizará diagnósticos sobre las fallas del sistema para facilitar el Mantenimiento. Dicha unidad de supervisión se encontrará ubicada en una sala técnica que controlará la fachada de cada Plataforma.
- Pantallas para la información a los pasajeros (Tiempo de espera, estado de las PDAP, entre otras).
- La estructura de las PDAP contemplará las instalaciones y el espacio necesario para el montaje de pantallas dedicadas a publicidad.

Las puertas deslizantes motorizadas estarán en condiciones normales, cuando estén cerradas y enclavadas. No se deben abrir a menos que el tren esté en la estación detenido en su punto de parada dentro de una tolerancia definida.

El tren no debe entrar en la estación, ni debe salir de ella, si las PDM, PSE, PFAP y las puertas del tren no estén cerradas y enclavadas.

La señal que alertará a los pasajeros antes del inicio del cierre de las puertas deslizantes motorizadas serán la que emita el propio tren para evitar confusiones en los pasajeros.

1.1.1.1 Funcionamiento en modo nominal

Con el sistema operando en condiciones nominales, todas las operaciones necesarias para permitir la apertura, cierre sincronizado, así como el enclavamiento de las puertas de andén o plataforma y del tren deben ser totalmente automáticas, es decir serán controladas por el sistema de señalización y control de trenes, garantizando la seguridad de los pasajeros.

Durante la operación en modo nominal del sistema, la llegada de un tren a la estación establecerá una secuencia de información, que contendrá, como mínimo lo siguiente:

- El equipo de señalización detecta el tren en la estación.
- La UCP se comunicará con el equipo maestro del sistema informático del tren.
- Con el tren perfectamente parado y en posición, el equipo de señalización embarcado se lo informará al equipo de señalización en tierra.
- El equipo de señalización en tierra avisará a la UCP de la situación del tren.
- Una vez se haya producido el correcto envío de información entre los equipos de señalización (embarcado y en tierra) y la UCP esté al tanto del estado del tren (parado y en posición correcta), se dará la orden tanto al sistema informático del tren como a la UCP de abrir puertas.
- Consumido un tiempo, el equipo de señalización embarcado enviará la señal de cierre de puertas tanto al sistema informático del tren como a la UCP.
- La UCP enviará al equipo de señalización en tierra la confirmación de puertas cerradas, para luego ser enviada al equipo informático del tren, y solo después de haber recibido esta, el tren debe poder salir de la estación.

1.1.1.1.1 Apertura/Cierre

El funcionamiento de cierre de las PDM estará exento de movimientos bruscos y minimizando los ruidos. La variación de velocidad debe ser perceptible por los pasajeros. Además, el sistema debe cerrar y enclavar sus PDM en dos fases:

- En la primera fase, las hojas de las PDM deben cerrarse con una energía cinética que no supere los 10 Joules por hoja.
- En la segunda fase, cuando falten 10 centímetros para el cierre total de cada hoja, las PDM deben comenzar a disminuir su velocidad con una energía cinética que no supere 1 Joules por hoja.

Durante los últimos segundos de la carrera de cierre de cada hoja, la puerta debe disminuir su presión sobre cualquier objeto que impida su cierre.

Los tiempos de funcionamiento del mecanismo de apertura y cierre de puertas del Material Rodante y las PDM deben ser idénticos y tendrán la misma velocidad reducida al final del ciclo de cierre y la misma filosofía de detección de obstáculo.

Al recibir una orden de apertura emitida por el sistema CBTC o por un operador desde el PCL, el sistema de DPAP abrirá completamente todas las puertas PDM. Cuando la orden sea emitida por el sistema CBTC, esta apertura debe ser sincronizada entre los dos sistemas de puertas (Tren y PDM).

Los tiempos de funcionamiento y el perfil de velocidades deben ser parametrizables. Se tomará como base (3 ± 0.2) s para la abertura y (3.5 ± 0.2) s para el cierre. Estos tiempos se podrán cambiar en la ingeniería de detalle del proyecto.

La energía cinética máxima será de 10 J, calculada a la velocidad máxima de cierre. La fuerza de cierre máxima de las puertas deslizantes estará comprendida entre 80 y 200 N, regulada normalmente a 130 N.

1.1.1.1.2 Bloqueo de puertas

Al cerrarse la puerta, ésta quedará bloqueada mecánicamente. El bloqueo de control estará diseñado para desbloquearse antes que el motor de puerta ejerza su esfuerzo mecánico de abertura. Esto se hará para evitar fricción, esfuerzos suplementarios o tensiones bruscas o elevadas sobre las hojas.

Debe ser imposible abrir si previamente no se han desbloqueado o desenclavado las puertas.

1.1.1.1.3 Detección de obstáculo.

Las puertas deslizantes incorporarán una función de detección de obstáculo en la puerta, la cual debe hacer compatibles la seguridad para los pasajeros y el efecto de disuasión sobre las personas que puedan perturbar el buen funcionamiento del sistema interrumpiendo el cierre de las puertas.

En caso de cierre incompleto de una PDAP, provocado por la presencia de un obstáculo a cualquier altura en una de las dos hojas, o por bloqueo mecánico, el sistema PDM debe realizar las siguientes acciones:

- El esfuerzo de cierre se mantendrá por un tiempo T1. Si el cierre aún no se logra pasado este lapso, la PDM será liberada durante un tiempo T2 (los sistemas que definan los dos lapsos señalados deben permitir que estos sean ajustados por el personal de Mantenimiento, a las características de cierre de las puertas del Tren);
- Si el cierre de las puertas no se realiza dentro de un tiempo determinado, el CBTC debe intentar cerrar tres (3) veces más las puertas. Si el cierre no es posible, todas las PDM y del Tren se abrirán y se debe enviar una alarma al CCO.

El dispositivo de detección de obstáculos debe detectar objetos al momento de la apertura de las PDM.

El sistema de PDM informará al CCO a través del CBTC la presencia del obstáculo indicando “puerta en detección de obstáculo”, precisando la ubicación de la puerta en cuestión.

El sistema de PDAP debe detectar cualquier objeto de sección circular de 2 cm de diámetro o de sección rectangular de 10 cm x 1 cm de grosor, ubicado a cualquier altura en el sentido vertical entre las hojas de las PDM. En caso de existir un objeto de dimensiones iguales o superiores a las antes mencionadas, las PDM no podrán enclavarse.

Una vez que termina el proceso de detección obstáculos, las PDM deben ser liberadas y quedar a la espera de alguna de las siguientes ordenes:

- A nivel de puerta:
  - Cierre manual de la puerta;

- Cierre a través de conmutador de cierre/apertura local;

- A nivel de plataforma:
  - Nueva orden de apertura desde el PCL;
  - Nueva orden de cierre desde el PCL;
- A nivel remoto:
  - Nueva orden de apertura desde el CBTC;
  - Nueva orden de cierre desde el CBTC.

.Si bien cada fabricante presentará su alternativa técnica, es usual que esta función de detección se realice por indicación de sobrecorriente al motor de accionamiento de puerta, mientras se cierren las hojas, o bien, por análisis del descenso de la velocidad de las hojas en función de su posición.

1.1.1.2 Funcionamiento en modo degradado

El sistema de cierre de puertas de andén o plataforma debe ser capaz de reaccionar ante fallos en las instalaciones de la estación, en los equipos del sistema de transmisión tren-tierra, o en los equipos de tren, que produzcan alguna de estas situaciones:

- Fallo en la comunicación tren tierra.
- Inhabilitación de una puerta de andén o plataforma o de un tren.
- Conducción de trenes en modos inferiores al automático.

Básicamente existirán tres situaciones que se aplicarán según la gravedad de la incidencia y según las preferencias del explotador:

- Se podrá seleccionar un modo de abertura colectiva automática. En el momento de detectar que el tren está en la estación, el equipo de señalización en tierra ordena la abertura colectiva.
- Modo de inhabilitación temporal de una PDM y por lo tanto su homóloga en el tren.
- Modo de abertura manual desde la Plataforma donde un operario tendrá que ir al Panel de Control Local para abrir todas las puertas.

Además, en el sistema se deben definir los siguientes procedimientos de apertura y cierre en modo degradado:

1.1.1.2.1 Apertura manual después que el tren se haya parado en la estación

En caso de parada del tren dentro del rango de tolerancia, y cuando un conjunto de puertas no se abra, los pasajeros deben poder salir del tren y entrar en la estación.

Por eso, cada módulo de puertas deslizantes motorizadas llevará integrado un sistema que permita el desbloqueo de las hojas de forma mecánica, y su posterior abertura, de forma motorizada y manual dependiendo de la gravedad de la incidencia. Este mecanismo será únicamente accesible desde el lado de la vía.

1.1.1.2.2 Apertura manual desde la Plataforma

Cada puerta se podrá desbloquear y abrir desde el lado de la Plataforma.

Solamente será posible la abertura de puertas desde el lado de la plataforma por parte del personal de mantenimiento, empleando una clave o llave especifica de servicio.

1.1.1.2.3 Cierre

Después de una apertura manual, desde la plataforma o desde el Material Rodante, el cierre automático se efectúa en un periodo ajustable entre 3 y 8 segundos.

1.1.1.2.4 El estado PDAP cerradas y enclavadas

Para cada plataforma, debe indicarse permanentemente en cada plataforma a través de dos (2) semáforos laterales (4 por Estación), cada semáforo debe ser de tipo bidireccional, instalados al lado de la vía en los extremos de cada plataforma, que se puedan visualizar mínimo a 50 m desde la posición de conducción del Tren.

Este semáforo será necesario en modo de funcionamiento degradado, cuando los Trenes pasen a una conducción manual. Éste, entregará al conductor el estado PDAP cerradas y enclavadas para permitir tanto la entrada como la salida de la Estación.

1.1.1.2.5 Cierre de las puertas en modo seguridad.

En caso de un fallo de alimentación eléctrica principal, las puertas deslizantes motorizadas deben poder cerrarse después de una abertura manual desde el Material Rodante o desde la plataforma.

En caso de retorno de la alimentación principal antes de iniciarse la fase de cierre, ésta debe hacerse de la misma forma que un cierre normal.

Este dispositivo no debe comprometer las prestaciones de energía cinética máxima ni de tiempo mínimo de maniobra. También es necesario garantizar la fuerza residual al final de la carrera de las hojas para permitir rearmar el dispositivo de bloqueo.

El dispositivo será capaz de asegurar cinco maniobras de cierre.

1.1.1.3 Gestión centralizada del sistema

El sistema de puertas debe diseñarse de forma que se permita desde el CCO/CCO-R, como mínimo, las siguientes acciones:

- Aplicación de control:
  - Control y supervisión de las puertas de andén o plataforma de la línea.
  - Supervisión de alarmas.
- La aplicación de simulación que permita el entrenamiento de los técnicos en el control de los sistemas.
- Aplicación de reconstrucción de secuencias.
- Aplicación de mantenimiento.
- Aplicación de monitorización remota.

1.1.2 Especificaciones Técnicas de equipamientos y subsistemas

Todos los componentes del sistema de Puertas de Andén o Plataforma, desde el punto de vista mecánico y estructural, deben cumplir los siguientes requerimientos:

- Estar diseñados para trabajar en las condiciones ambientales específicas en el punto correspondiente, eso será especialmente importante en el caso de estaciones al exterior.
- Todos los mecanismos, rodamientos, guías y dispositivos se encontrarán instalados dentro de envolventes metálicas o similares con el grado de protección mínimo especificado en el siguiente punto, para evitar que la suciedad y el polvo ambiental puedan afectar a la funcionalidad del sistema.
- Todas las envolventes tendrán un grado de protección mínimo IP-42 en estaciones bajo tierra y un grado de protección mínimo IP-55 en estaciones sobre viaducto y en superficie para evitar entrada de polvo e infiltración accidental en el interior de los mecanismos; los grados de protección serán según la norma UNE 20324. Así mismo, los paneles de cabecera de cada módulo, y el Panel de Control Local (PCL), integrado a la fachada, tendrán un grado de protección contra impactos mecánicos mínimo IK-08, según la norma UNE-EN 50102.
- Los equipos eléctricos y electrónicos serán inmunes e insensibles a los campos parásitos producidos por el tren, por los equipos de vía o por los equipos de estación.
- Todos los equipamientos suministrados, en especial los diferentes módulos de la fachada, dispositivos de anclaje y finales de carrera de posición estarán suficientemente dimensionados mecánicamente para resistir cualquier acto de mala voluntad o de vandalismo.
- El diseño y la construcción del sistema PDAP debe permitir una operación regular y un funcionamiento durante un periodo mínimo de 30 años. Por otra parte, los equipos electrónicos deben tener una vida útil mínima de 15 años.

- La protección anticorrosión de los elementos metálicos tendrá una duración de vida de 10 años como mínimo, sin modificación del aspecto. Debe exigirse garantía de anticorrosión validada por un organismo oficial homologado.

1.1.2.1 Puertas de acceso entre los Trenes y las Plataformas: puertas deslizantes Motorizadas

Las características del módulo de puertas deslizantes motorizadas que incluirá hojas, mecanismo, control y motorización que como mínimo deben tenerse en cuenta en el diseño básico son:

- Ser estilo full glas, por lo cual deben contar con vidrios transparentes de tipo templado laminado con un espesor, que permita atender los criterios de cargas dinámicas previstas y que ocupará prácticamente toda la superficie de la hoja. Se debe poder diferenciar las puertas a lo largo de la fachada.
- Permitir el movimiento de pasajeros entre los Trenes y las plataformas durante la operación nominal.
- Disponer de un accionamiento electromecánico que las abrirá y cerrará de forma sincronizada con la abertura de las puertas de los trenes de pasajeros durante el proceso de parada de los mismos en las plataformas.
- Las hojas deslizantes dispondrán de mecanismo de suspensión, mecanismo de arrastre y mecanismos de guiado superior e inferior.
- Las dimensiones de estas puertas se deben coordinar con la tolerancia de parada de los trenes en las plataformas mediante el subsistema de señalización y Control de Trenes y deben tener el mismo ancho útil de las puertas del Material Rodante finalmente contratado.
- Las PDM deben ser 100 mm más altas que las puertas del Tren.
- Las PDM debe ser 500 mm más anchas que las puertas del Tren, tomando en cuenta la tolerancia de parada.
- Accionamiento manual para su abertura desde el lado de los Trenes de pasajeros.
- El diseño de las puertas se hará de tal forma que en ningún punto del cierre, ya sea fijo o móvil, puedan producirse atrapes teniendo en cuenta los pasajeros infantiles y personas con movilidad reducida.
- La totalidad de mecanismos y sensores deben ser accesibles y mantenibles desde el lado de la plataforma.

Los módulos de PDMs estarán conformadas como mínimo por los siguientes elementos:

- Un panel de cabecera que actúa como galería técnica y para emplazamiento de los diferentes mecanismos.
- Un mecanismo de suspensión, guiado superior y de arrastre.
- Cableado interno al módulo.
- Dos hojas simétricas deslizantes.

- Señalización luminosa
- Señalización visual.
- Una caja de mandos manuales.
- Desde el lado de la vía: empuñadura o algún otro sistema para realizar el desbloqueo mecánico de las puertas.
- Juntas de goma para el borde de cada hoja deslizante para asegurar el cierre y amortiguamiento de choques.
- Protección antivandálica.
- Una motorización eléctrica.
- Un sistema de movimiento por tornillo sinfín o cualquier otro mecanismo de igual confiabilidad.
- Un dispositivo de comando y control de los batientes.
- Un dispositivo de bloqueo/desbloqueo/control. El sistema debe mantenerse bloqueado ante cualquier corte de corriente (seguridad positiva).

1.1.2.2 Puertas de Salida de Emergencia (PSE)

En cuanto a materiales, se deben considerar los mismos criterios que para las PDM. Además, las PDAP deben tener como mínimo tantas PSE como PDM.

- Entre sus características físicas y composición se pueden mencionar: Este tipo de puerta incluirá un mecanismo en el lado de la plataforma que permitirá la apertura de la puerta por personal de mantenimiento o similar. Del lado de la vía incluirá un sistema de apertura antipánico que será usada por los pasajeros en caso de tener que desalojar el tren. La barra antipánico debe ser instalada horizontalmente en el panel a una altura de 1100 mm +/-50 mm, para que en caso de emergencia se pueda abrir la puerta desde el lado de la vía, de acuerdo con la norma EN 1125. El largo de esta barra será, como mínimo, equivalente a un 95 % del ancho útil de la PSE. La fuerza necesaria para accionar la barra antipánico no debe superar los 80 N de conformidad con la norma EN 1125.
- Estas puertas tendrán que disponer de un sistema de cierre automático que no permita que las puertas puedan quedar abiertas.
- Las PSE se asegurarán en la parte superior e inferior por medio de ensambles de pivote, de tal forma que las puertas cuenten con un ángulo de apertura de 90º como mínimo.
- Debe haber un contacto que en caso de abertura envíe una alarma el CCO.

- Todas las PSE deben contar con un sistema de cierre sin intervención humana y tendrán un sistema de enclavamiento en 2 puntos, de tal forma que se asegure un cierre eficiente de la puerta. Cada PSE estará equipada con un interruptor de control de enclavamiento (limit-switch) para detectar el estado enclavado y cerrado de la PSE, de acuerdo con lo dispuesto en SIL3 según la norma IEC 61508.
- Las medidas de las puertas serán las necesarias para poder incorporar un módulo de doble puerta de emergencia entre dos puertas deslizantes, a lo largo de la fachada.
- La totalidad de mecanismos y sensores deben ser accesibles y mantenibles desde el lado del andén.
- El ancho de cada puerta no debe ser menor de 900 mm para permitir la evacuación de PMR.

A los módulos de puertas de salida de emergencias lo compondrán los siguientes elementos:

- Un panel de cabecera del mismo diseño que el de puertas deslizantes motorizadas.
- Dos hojas batientes.
- Desde el lado de la vía: una barra antipánico en cada hoja batiente para el desbloqueo mecánico de las puertas y posterior apertura manual.
- Desde el lado de la plataforma: un cabezal especial maniobrable con una llave de seguridad por el personal de mantenimiento.
- Sistema de bloqueo que impida su apertura al menos que sea según protocolo.
- Sistema de cerrado automático.

1.1.2.3 Puertas de fin de Andén o Plataforma (PFAP)

- Las PFAP se ubicarán en cada extremo de la plataforma para cerrarla completamente. Estas puertas permitirán de manera el acceso de forma controlada del personal operativa a la vía.
- Cada PFAP debe tener una barra antipánico de acuerdo con la norma EN 1125, que estará instalada horizontalmente en la puerta a una altura de 1100 mm +/-50 mm, para poder abrirla desde el lado de la vía en caso de emergencia.
- El largo de esta barra será, como mínimo, equivalente a un 95 % del ancho útil de la PFAP. La fuerza necesaria para accionar la barra antipánico, no debe superar los 80 N de conformidad con la norma EN 1125.
- En caso de falla del sistema de apertura a distancia desde el CCO, cada PFAP debe estar equipada con una cerradura estándar de servicio, accesible solamente para el personal operativo y de Mantenimiento.
- Las PFAP, como las otras puertas deben controlarse y supervisarse por el personal de operación desde el CCO, además, las PFAP debe contar con un nivel de acceso que será definido por el Contratista.

- Todas las PFAP deben contar con un sistema de cierre sin intervención humana y tendrán un sistema de enclavamiento en 2 puntos, de tal forma que se asegure un cierre eficiente de la puerta. Cada PFAP estará equipada con un interruptor de control de enclavamiento (limit-switch) para detectar el estado enclavado y cerrado de la PFAP, de acuerdo con lo dispuesto en SIL3 según la norma IEC 61508.

1.1.2.4 Motores de la PDM

Los motores no deben tener escobillas. Los motores deben tener una vida útil de por lo menos 30 años de servicio y 40 años contra la obsolescencia lo cual se comprobará a través del certificado emitido por el fabricante del motor.

El motor debe soportar una corriente en forma continua, sin que se sobrecaliente cuando se encuentre bloqueada alguna de las PDM.

1.1.2.5 Suministro de energía

El sistema PDAP recibirá una doble alimentación eléctrica de 208V/120V por parte de la red de energía baja tensión. Es decir que los armarios eléctricos deben recibir los dos circuitos de alimentación en paralelo.

1.1.2.6 Paneles Fijos

Los paneles fijos llenan el espacio que a lo largo de la plataforma deja la distribución tanto de los módulos de las PDM, PSE y las PFAP.

Tendrá las mismas características que los otros paneles, pero este no incorporará ningún tipo de mecanismo de abertura. Su función es estética dentro de la plataforma.

El punto de parada del Tren debe estar identificado sobre la parte superior (lado vía), con el fin de que el conductor (en modo de conducción degradado), detenga el tren en posición nominal en la Estación.

1.1.2.7 Cargas estáticas debidas a Puertas de Andén o Plataforma.

Las cargas estáticas dependerán de la ingeniería de detalle del sistema, y por lo tanto de la composición del sistema tanto a nivel de materiales como a nivel de paramentos verticales.

Asumiendo Plataformas con un diseño muy similar al de la mayoría de las líneas con puertas de andén o plataforma en el mundo, a continuación, se detallan datos de referencia que deben ser validados por el Contratista en este estudio de factibilidad y aprobados por la Interventoría.

Tipos de carga estática	Valores
Peso propio panel cabecera, incluyendo apoyo, cables y cubiertas	90 a 120 Kg/m
Peso de hojas de puerta, con un amplio medio de puerta de 1 m (Aluminio)	70 a 90 Kg/m
Peso de hojas de puerta, con un amplio medio de puerta de 1 m (Acero Inoxidable)	90 a 120 Kg/m
Peso propio de la pisadera de las puertas, incluyendo apoyos	10 a 20 Kg/m
Carga estática admisible	1.5 kN / m^2

Tabla 1. Cargas estáticas

El peso descansa, en gran parte, sobre el soporte superior del cierre. Desde soporte superior, las cargas se transmiten a los pilares, que reposan en el estribo de la plataforma y al anclaje superior de la estructura sobre la obra civil de la estación.

1.1.2.8 Cargas dinámicas sobre Puertas de Andén o Plataforma.

Las cargas dinámicas son cargas aplicadas sobre el cierre de las plataformas, y por lo tanto transmitidas a la obra civil debido a la operación del Material Rodante.

Entre las cargas dinámicas a las que está sometido el cierre de las plataformas es necesario mencionar:

- Cargas debidas al pasajero: dependerán de las normas de seguridad nacional o de normas específicas propias del explotador y vendrán dadas por diferentes niveles de carga (nominal/máxima).
- Cargas debidas al viento: esta influencia se presentará en las estaciones sobre superficie. Este valor debe medirse en la ciudad de Bogotá.
- Cargas debido al flujo de aire en el viaducto y en los túneles: se deben a las instalaciones de ventilación y climatización de túneles y Plataformas, así como el efecto pistón a los túneles.

Debe realizarse un primer cálculo de las cargas debidas al flujo de aire sobre las Puertas de Andén o Plataforma considerando el Material Rodante y de sus características cinemáticas a lo largo del trazado, así como las instalaciones de ventilación y climatización.

Además de las anteriores cargas, también se especificarán valores frente a impactos (por vandalismo), cargas sísmicas y resistencia a la fatiga de los materiales.

Para el sistema de cierre de Puertas de Andén o Plataforma se deben definir las siguientes cargas dinámicas de forma que se podrán tomar como base para conocer los valores mínimos que deben soportar todos y cada uno de los componentes de la fachada, así como los puntos de fijación en la Obra Civil de la estación:

Tipos de carga dinámica
Presión debida a la ventilación
Presión por efecto pistón
Empujón del pasajero sobre Puertas de Andén o Plataforma
Carga al impacto
Carga de viento
Aceleración sísmica básica
Resistencia a la fatiga

Los valores positivos se considerarán de plataforma hacia la vía, mientras los negativos van de la vía hacia la plataforma.

En el caso de estaciones al aire libre, desaparecerá el efecto pistón, pero se deben considerar los efectos metereológicos (viento, lluvia, etc.) sobre la fachada de Puertas de Andén o plataforma.

En cualquier caso, la deformación máxima permitida en cualquier punto del cierre será de 20 mm en relación con la vertical, y bajo la peor de las siguientes condiciones:

- (Efecto pistón + ventilación) hacia la vía +empujones de la gente + carga sísmica
- (Efecto pistón + ventilación) hacia el andén + carga sísmica
- (Efecto pistón + ventilación) hacia la vía + impacto + carga sísmica

1.1.2.9 Esfuerzos sobre la obra civil de la estación

Los esfuerzos soportados por el sistema de Puertas de Andén o Plataforma serán transmitidos a la estructura metálica o similar de la fachada completa, y de ésta a la obra civil de la estación.

Se realizará, para cada estación, un balance de cargas transmitidas a los diferentes componentes de la fachada de Puertas de Andén o Plataforma y de la Obra Civil de la estación.

El cierre superior, en caso de que exista, debe estar diseñado para soportar las cargas que le puedan transmitir el sistema de Puertas de Andén o Plataforma, y las cargas descritas por el sistema de cierre, a excepción de los empujes de la gente. En la parte inferior (estribo de la plataforma), se considerarán las dimensiones y las cargas a soportar por el estribo de la plataforma, para que ésta sea reforzada si fuera necesario.

1.1.3 Criterios Particulares de diseño de sistema

Los criterios de diseño básicos, a tener en cuenta, son los siguientes:

- La seguridad del pasajero en el momento que está en la plataforma y durante el recorrido tren-Plataforma (en modo nominal y en modo degradado).
- La disponibilidad del sistema.
- Integración con el sistema de señalización y Control de Trenes, el sistema de Supervisión y Control, entre otros.
- Gestión de la información vital.
- La resistencia a las agresiones del medio:
  - Cargas debido a las presiones, efecto pistón, a los choques del acceso, empujes de los pasajeros y cargas sísmicas
  - Mantenimiento optimizado, reducido y sencillo.
  - Estética general, buscando la transparencia de la fachada.
- Aislamiento eléctrico del sistema.
- Sistema de Control a implementar.

Cada uno de estos criterios se debe definir en base a las particularidades de la línea en cuestión.

5 RESULTADOS

5.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe presentar, en la "Debida Diligencia de la Información", un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

El informe debe incluir la recopilación y los resultados de la revisión y análisis de los insumos existentes, como productos de prefactibilidad, factibilidad y/o estudios y diseños y/o obra y/o planos récord de proyectos desarrollados por la empresa Metro de Bogotá S.A., y/o de cualquier otra entidad. Dentro de los resultados obtenidos de la Debida Diligencia se debe indicar la validez de la información consultada, con la descripción y justificación clara de las razones técnicas que soportan la respuesta sobre qué información se va a utilizará durante la elaboración de los diseños de factibilidad y en qué medida cumple con lo requerido.

5.2 FACTIBILIDAD: PUERTAS DE ANDÉN

El Contratista debe entregar, como mínimo:

- Especificación funcional suficiente del sistema, que incluirá arquitectura y esquemas de principio de los diferentes subsistemas o elementos que conforman el Sistema de Puertas de Andén o Plataforma.
- Especificación técnica básica de todos los elementos que conforman el sistema.
- Cálculos de las cargas estáticas, dinámicas y de esfuerzos sobre la obra civil.
- Planos de esquemas de principios e implementación en estaciones tipo.
- Planos tipo de los equipos.
- Especificaciones del plan de Implantación y planificación
- Especificaciones de los planes de soporte y mantenimiento del sistema.
- Especificación de las interfaces con otros sistemas Material Rodante, Sistema de Control y Supervisión, Sistema de Señalización y Control de Trenes, Sistema de Telecomunicaciones, sistema de ayuda al mantenimiento, obra civil, entre otros.
- Especificación de las directrices y requisitos mínimos del plan de capacitación, referente a la operación y mantenimiento del sistema.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio y de documentación.
- Especificaciones y procedimientos de pruebas requeridas para el prototipo de fábrica.

- Especificaciones y requisitos de las PDAP para la prevención de descargas eléctricas y diferencias de potencial entre las PDAP y el Tren.
- Estudio de estandarización de los diferentes equipos y materiales de las PDAP con los empleados en la PLMB.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica 17

MATERIAL RODANTE

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETIVO 3
2 NORMATIVIDAD 3
3 INSUMOS NECESARIOS 3
4 ALCANCE 4
4.1 DEBIDA DILIGENCIA 4
4.2 FACTIBILIDAD 5
4.2.1 Descripción funcional 5
4.2.2 Alimentación de Energía Eléctrica 8
4.2.3 Sistemas de señalización y comunicación 8
4.2.4 Condiciones ambientales 9
4.2.5 Composición de los trenes 9
4.2.6 Aceleraciones y deceleraciones 9
4.2.7 Velocidades 10
4.2.8 Exigencias del servicio en averías 10
4.2.9 Modos de operación 11
4.2.10 Descripción técnica 11
5 RESULTADOS 25
5.1 DEBIDA DILIGENCIA 25
5.2 FACTIBILIDAD: MATERIAL RODANTE 25

ET 17 – Material Rodante

1 OBJETIVO

El objeto del presente documento consiste en definir los parámetros, las especificaciones funcionales y operacionales, al igual que los requerimientos técnicos mínimos, que el Contratista debe considerar para la elaboración de los diseños de factibilidad del Material Rodante de la Línea 2 del Metro de Bogotá, siguiendo los niveles de calidad y prestaciones establecidas en las presentes especificaciones.

En este sentido, como resultado de la factibilidad, el Contratista debe desarrollar las especificaciones técnicas que recojan aquella información que permita a los fabricantes, realizar sus ofertas y además, les permita presentar soluciones alternativas posiblemente más favorables, tales como el ofrecimiento de material rodante en construcción para otros proyectos similares, lo que reduciría para el proponente en Bogotá costos de ingeniería de diseño y costos de montaje y puesta en marcha del tren de producción o cadena de ensamble.

El Contratista debe revisar, adaptar y complementar la documentación existente relativa al diseño del Material Rodante, obtenida durante el proceso de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá, así como los Apéndices Técnicos definidos para la PLMB.

Con el producto de diseño así obtenido, se espera que un licitador posterior pueda desarrollar la ingeniería de detalle, la fabricación y puesta en operación del material rodante.

2 NORMATIVIDAD

Siempre que sea posible se hará referencia a la normativa a aplicar. Se sobreentiende que todos los elementos estarán de acuerdo con las normas UNE, UIC, CEI, DIN, NF. En su defecto se pedirá aplicar las normas de los constructores o licenciatarios previa aprobación y homologación de la administración correspondiente.

El Contratista indicara todas las normas a exigir al proveedor o fabricante de los equipos, aplicable a las diferentes componentes de los vehículos. El Contratista deberá revisar, adaptar y completar la documentación existente relativa al material rodante, obtenida durante el proceso de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá.

3 INSUMOS NECESARIOS

Para el diseño a nivel de factibilidad del Material Rodante, se deben tener en cuenta entre otros los siguientes documentos:

- Productos de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá.
- Documento de diseño de material rodante de la Ingeniería Básica avanzada de la Primera Línea del Metro de Bogotá.
- Referencias y bibliografía de material rodante de otros sistemas ferroviarios nacionales e internacionales en estructuración a nivel de factibilidad, en construcción o en operación.
- Documentos que se produzcan durante la ejecución del contrato y que complementen el diseño del material rodante, como estudio de demanda.

En cualquier caso, estos documentos deben ser considerados como referencia, no limitándose los estudios y diseños a realizar lo reflejado o comentado en los mismos.

La gestión en la obtención de la información que se considere como necesaria para el desarrollo de las actividades descritas en esta especificación debe ser responsabilidad del Contratista; el Estructurador y la EMB podrán apoyar, en lo que esté a su alcance, dicha gestión; no obstante, cualquier inconveniente en este proceso no puede verse reflejado en el retraso de los productos y plazos establecidos.

4 ALCANCE

4.1 DEBIDA DILIGENCIA

Se deben revisar todos los estudios técnicos que se hayan realizado con anterioridad que se consideren relevantes para el desarrollo del diseño, a fin de comprender cabalmente los diseños de ingeniería y, en general, todos aquellos estudios desarrollados hasta la fecha que tengan aplicabilidad. Para el efecto debe realizar:

- Revisión y análisis de información de las etapas anteriores. El Contratista recibirá los estudios realizados a la fecha, y debe revisar y analizar los mismos, dado que éstos serán los insumos básicos con los que se contará para llevar a cabo el alcance del Contratista, en especial los mencionados en el numeral 3 de este documento.

- Durante este proceso, el Contratista deberá revisar y analizar el nivel de desarrollo de los estudios realizados de cara a la estructuración del proyecto.

- Identificar las posibles deficiencias en la información disponible, evaluar su impacto en la realización del estudio, y proponer, de ser necesarias, soluciones específicas para suplirlas.

4.2 FACTIBILIDAD

4.2.1 Descripción funcional

4.2.1.1 Gálibos y perfil longitudinal

Los parámetros que intervienen en la definición del gálibo de los trenes se presentan en la siguiente tabla:

Parámetro	Valor
Distancia entre pivotes coche con cabina	a
Distancia entre pivotes coche sin cabina	a
Voladizo intercomunicación	N
Empate bogie	P
Desplazamiento lateral primaria	Q
Desgaste lateral pestaña+juego rueda-rail+desgaste lateral carril	l/2-d/2
Desgaste radial de rueda	Dr
Desplazamiento vertical ascendente suspensión primaria	D1↑
Desplazamiento vertical descendente suspensión primaria	D1↓
Desplazamiento vertical ascendente suspensión secundaria	D2↑
Desplazamiento vertical descendente suspensión secundaria	D2↓
Coeficiente de balanceo	S
Altura centro de balanceo	Hc
Radio mínimo curva en línea	R
Radio mínimo curva en estación	R
Radio mínimo curva en depósito	R
Radio mínimo curva vertical	Rv

Peralte máximo	D
Tolerancia de vía (incluida en t)	T
Desgaste lateral de carril	Dlc
Desgaste vertical de carril	Dvc
Desgaste total de carril (vertical + ½ horizontal)	DTc
Desplazamiento lateral de vía	T
Defecto de nivelación de la vía	η
Coeficiente de estado de conservación de la vía	c
Ángulo de asimetría por fallo de las suspensiones	s
Velocidad máxima en línea	v
Velocidad máxima en estación	v

Se seguirán las directrices de la ficha UIC 505-1 para determinar el gálibo máximo en recta y en las distintas curvas del recorrido de la línea. Se tendrán especialmente en cuenta las siguientes consideraciones:

- Mínimo coeficiente de adherencia.
- Que ningún elemento, a excepción de la pestaña de las ruedas, descienda por debajo del plano de rodadura, al pasar por un radio vertical de un valor a determinar cuándo se tengan más datos de la línea de metro.
- Los desplazamientos dinámicos hacia arriba ocasionados por el máximo recorrido ascendente de las suspensiones.
- El balanceo debido a una insuficiencia o exceso de peralte.
- El desgaste radial de las ruedas.

A efectos de cálculo, en ningún caso la pendiente será superior al 4 %.

4.2.1.2 Característica de la vía

Los parámetros que definirán las características de la vía son:

- Distancia media entre estaciones
- Radio mínimo de curva
- Radio mínimo de curva en vía general
- Rampa máxima
- Peralte máximo considerado
- Altura nominal de los andenes sobre el nivel de los carriles

Estos datos se deducirán de los datos de gálibo y perfil longitudinal.

4.2.2 Alimentación de Energía Eléctrica

Los circuitos de alimentación del suministro de energía de subcentrales distintas estarán interconectados, a efectos de reducir las caídas de tensión y favorecer la recuperación de energía. El suministro de energía se realizará por medio del sistema de alimentación eléctrica definido en el estudio de factibilidad del proyecto. La tensión de alimentación será de +750 Vcc

El voltaje nominal del sistema de alimentación tracción debe ser de 750 V cc y cumplir con las tensiones de las redes de tracción indicadas en la norma EN 50163. (Tensiones máxima, máxima excepcional, mínima y mínima excepcional)

Cuando la tensión sea inferior o superior a los mínimos y máximos establecidos, debe bloquearse el circuito de tracción y actuar las protecciones en el equipo eléctrico.

4.2.3 Sistemas de señalización y comunicación

El equipo embarcado de señalización y comunicaciones debe ser compatible con los equipos de suelo y deben permitir la conducción con y sin conductor.

Se deben considerar los siguientes modos de conducción:

- UTO: sin conductor a bordo del Tren: en el que todas las funciones de conducción serán realizadas por el CBTC. Será el modo usado en las zonas UTO de manera normal.

  Manual desde la consola del Tren: utilizado para los movimientos fuera de las zonas UTO (en el área de taller), y en zonas UTO cuando el modo de conducción normal UTO no esté disponible (falla del sistema o incidente exterior).
- Conducción manual remota desde el CCO: Conducción remota restringida impuesta por el Tren (marcha a la vista mediante cámara frontal).

En el interior de los trenes se deberán implementar las funciones de radiocomunicaciones de voz y datos, de información al pasajero, de la megafonía y el sistema de video vigilancia.

4.2.4 Condiciones ambientales

Los vehículos, así como sus elementos unitarios, estarán proyectados para soportar temperaturas extremas de + 45ºC a -15ºC, pero deben tenerse en cuenta temperaturas más altas que puedan alcanzarse en interiores de cajas y aparatos para las que deben estar preparados los equipos.

Las variaciones entre las temperaturas máxima y mínima pueden ser bruscas (caso de salida de tramo subterráneo a intemperie), por lo que los equipos y material estarán diseñados para no verse afectados por esta contingencia. El diseño debe contemplar la incorporación de los elementos necesarios para la conducción en intemperie, como pueden ser: limpiaparabrisas, antivaho, parasol, bloqueo de la renovación de aire, etc.

Dado que el estacionamiento de las unidades puede ser realizado a la intemperie, debe tenerse en cuenta que se verán afectadas por los diferentes fenómenos atmosféricos, considerándose que la humedad relativa ambiente puede llegar al 95%.

Deberá tenerse en cuenta que la contaminación atmosférica será la de la ciudad de Bogotá, es decir, una atmósfera urbana.

4.2.5 Composición de los trenes

La composición de los trenes debe adaptarse al modelo de operación definido para la línea 2 y a la demanda en hora pico por sentido. Igualmente deber permitirse la posibilidad de circular trenes “cortos” en horas valle de acuerdo con una composición que se adapte a tal fin.

Las composiciones estarán formadas por coches motores y coches remolques.

4.2.6 Aceleraciones y deceleraciones

Como parámetros del proyecto se tomarán los siguientes valores:

a. Aceleraciones a efectos de dimensionamiento

En recta y horizontal, con la tensión mínima de alimentación y los coches motores de la composición funcionando correctamente, la aceleración de una unidad M-M debe ser, con independencia de la carga, de 1,2 m/sg2. Ésta se mantendrá como mínimo, con carga máxima, hasta 40 km/h. El paso de tren detenido hasta la velocidad máxima se realizará de tal forma que la variación de aceleración (jerk máximo) no supere 0,9 m/seg3, incluyendo el tirón en el arranque, cambios de aceleración y paso a deriva.

b. Deceleraciones a efectos de dimensionamiento

En recta y horizontal, en cualquier estado de carga de viajeros y con todos los coches del tren funcionando correctamente, se conseguirá el mantenimiento del esfuerzo de freno con una deceleración de 1,0 m/sg2 con una tolerancia de 0,1 m/sg2.

La deceleración de urgencia será de 1,3 m/sg2.

c. Aceleraciones y deceleraciones en servicio

La aceleración en el arranque será regulable en el taller entre los valores 0,8 y 1,2 m/sg2 en régimen instantáneo hasta el final del desarrollo con un margen de 0,05 m/sg2 en cada punto de regulación.

La desaceleración máxima de 1,3 m/sg2 con la tolerancia de 0,1 m/sg2 será aplicable hasta ese valor por el conductor, en función de la posición del manipulador de mando. El jerk máximo en el proceso de frenado, al principio del mismo, en variaciones de deceleración y tirón de parada será de 0,9 m/sg3.

Las aceleraciones y desaceleraciones citadas serán uniformes e independientes de la carga y perfil de la línea y, en ningún caso, se tendrán en cuenta para obtenerlas el empleo de areneros o similares.

En curva, la velocidad limite se determinará de forma que, con los peraltes máximos indicados, los trenes estén sometidos como máximo a una fuerza centrífuga residual de aceleración máxima de 1 m/sg2, sin embargo, el material debe poder circular en estas circunstancias a una velocidad superior en un 25% a la velocidad límite, sin que se vean afectados los distintos elementos del coche.

4.2.7 Velocidades

Para una operación del de un sistema urbano férreo de pasajeros, en que las sucesivas estaciones están situadas a una distancia media de 1 km, la velocidad máxima de los trenes estará entre los 80 km/h- 100 Km/h en recta horizontal con carga máxima, pero todos los elementos de los mismos deben estar previstos para poder soportar, sin deterioro o envejecimiento prematuro, la velocidad de 90 km/h – 120 Km/h con carga máxima. La velocidad comercial debe ser lo más alta posible, garantizando como mínimo 40 km/h, considerando como tiempo de parada mínimo de 20 segundos y la menor duración de la maniobra en los extremos, considerando la capacidad máxima del sistema de señalización y control de trenes CBTC.

4.2.8 Exigencias del servicio en averías

Un tren con el 50% de su motorización averiada debe poder alcanzar la siguiente estación para evacuar a los pasajeros, arrancando en la máxima pendiente y curva y con la carga máxima, y en vacío debe poder proseguir hasta los patios, con independencia del trayecto.

Un tren con el 25% de su motorización averiada deberá estar en condiciones de completar todo el recorrido, ida y vuelta, con la carga máxima.

Las operaciones a realizar por parte del conductor para retirar el tren de la línea comercial en las condiciones indicadas deben ser sencillas y claras para evitar tiempos de inmovilización o retrasos en la operación comercial.

4.2.9 Modos de operación

Mientras no esté definido el modelo de operación, se considerará la posibilidad de que todos los trenes puedan operarse sin agente a bordo, cuando la superestructura de la línea lo permita y los trenes vayan equipados con los sistemas ligados a la misma.

Los modos de operación disponibles deben coincidir con los definidos en los sistemas de señalización y en el plan de operación de la Línea 1.

4.2.10 Descripción técnica

Los principales componentes del material rodante se describen a continuación.

4.2.10.1 Caja

La caja será de tipo autoportante. Los principales ítems a tener en cuenta serán:

4.2.10.1.1 Material y estructura

El objetivo es la máxima ligereza para disminuir los costos energéticos de operación. Para ello se debe conseguir el máximo ahorro de peso, tanto en los materiales de la estructura, así como en el resto de los que componen la caja y los distintos elementos de los equipos, sin menoscabo de la resistencia y confort del vehículo.

Se deben describir todos los subconjuntos en especial: bastidor, laterales, testeros, piso y techo

4.2.10.1.2 Dimensiones

El Contratista, como punto de partida, considerará las siguientes características principales del material rodante (medidas en milímetros):

- Longitud máxima exterior de la caja entre paredes testeras por coche 19.400
- Longitud máxima total entre partes planas de enganche 20.000
- Anchura máxima exterior de la caja a nivel del piso 2.910
- Anchura máxima entre los extremos de los estribos de las puertas 3.110
- Altura piso del coche y del plano superior los estribos de las puertas 1.150
- Altura mínima interior caja 2.100
- Altura máxima total del coche 4.000

- Altura de la sujeción de las barras de los enganches de socorro 1.110
- Número mínimo de puertas en cada costado del coche 4
- Ancho mínimo útil de cada puerta 1.400
- Altura útil de cada puerta 1.900
- Flujo mínimo de pasajeros por puerta 80 pas/min.
- Diámetro de las ruedas
  - Nuevas 860 +10/-10
  - Mínimo 790
- Vida útil de las ruedas
- Bogie remolque 1.000.000 Km.
- Bogie motor 900.000 km

El Contratista, debe tomar como referencia, las dimensiones y características del material rodante de la Línea 1, con el fin de prever la compatibilidad de los trenes con el fin de que puedan funcionar indistintamente en las dos líneas; evaluando todas las interfaces con los sistemas metro-ferroviarios

Las alturas indicadas se considerarán medidas desde el plano de rodadura de la vía y deben ser invariables en los distintos estados de carga, aceptándose como desviación máxima la correspondiente a la flexibilidad de la suspensión primaria.

4.2.10.1.3 Hipótesis de cálculo

Se deben especificar las hipótesis de cálculo para cargas estáticas, cargas dinámicas, otras cargas a considerar y las solicitaciones y fatigas máximas.

Para la definición de la carga operacional, la densidad de carga de pasajeros deberá ser de 6 pax/m², conforme a la norma EN 13452-1.

Los siguientes pesos se deberán tener en cuenta en el estudio:

- EL E: El peso de un Coche vacío, listo para circular;
- EL T: El peso de un Coche con todos los asientos ocupados y un pasajero en una silla de ruedas;
- EL 4: Peso del Coche con carga de confort. Este peso es la suma de EL T más el peso de viajeros de pie de 70 kg cada uno y 4 viajeros de pie/m²;
- EL 6: Peso del Coche con carga nominal. Este peso es la suma de EL T, más el peso de viajeros de pie de 70 kg cada uno y 6 viajeros de pie/m²;
- EL 8: Peso del Coche con carga excepcional. Este peso es la suma de EL T, más el peso de viajeros de pie de 70 kg cada uno y 8 viajeros de pie/m²;

- EL 10: Peso del Coche en sobre carga de estudio del diseño. Este peso es la suma de EL T, más el peso de viajeros de pie de 70 kg cada uno y 10 viajeros de pie/m².

4.2.10.1.4 Consola de conducción

Los coches motores deben tener una consola de conducción oculta que le permita al operador conducir de frente a la vía, en la que se instalarán los aparatos de mando y control de los diversos equipos que forman el Tren y aquellos otros que por su función o constitución delicada sea necesario incluir y que se relacionarán en apartados posteriores.

Se debe especificar:

- Forma y dimensiones
- Distribución de mandos de la consola de conducción
- Acceso a la consola de conducción
- Asiento del conductor abatible o apoyo isquiático

4.2.10.1.5 Compartimento de pasajeros

Se debe definir el compartimento de los pasajeros con su interiorismo, asientos, barras y asideros, ventanas, puertas y demás componentes.

Los principales elementos son:

- Puertas laterales
- Pasillos de intercirculación
- Ventanas.
- Tipo y distribución interior de asientos
- Asideros
- Pisos
- Revestimiento interior
- Iluminación
- Aire acondicionado y ventilación
- Aparatos de alarma
- Control de seguridad del pasaje
- Información al pasajero

4.2.10.1.6 Acabado y protecciones

Se debe proponer la decoración interior y exterior, la protección contra el fuego de los materiales y la insonorización

4.2.10.1.7 Soporte para armarios y canalizaciones

Se dispondrá que todos los aparatos que necesiten revisiones periódicas irán montados en cofres en los laterales del coche, para poderse revisar de manera que, una vez formado el tren con los distintos coches, todos los aparatos que cumplan la misma misión y deban revisarse, quedarán situados en el mismo lado.

4.2.10.1.8 Accesibilidad PMR.

Sin perjuicio de otras características y prestaciones exigidas al compartimento de pasajeros y al conjunto de los trenes en general, el material rodante a suministrar debe cumplir con los requisitos para adaptación de los coches para su uso por personas con movilidad reducida.

4.2.10.2 Enganches

En cada tren existirán dos tipos de acoplamientos:

a. Acoplamiento automático, que servirá para acoplar trenes.

Estos enganches se situarán en los testeros con cabina de conducción, su misión será acoplar trenes mecánica, neumática y eléctricamente, de forma automática

b. Acoplamiento semipermanente, entre los coches que forman el tren.

El acoplamiento o desacoplamiento de los coches de un tren, se efectuará normalmente en taller, aunque se preverá la eventualidad de realizarlo en línea, en caso de emergencia.

Ambos tipos de enganches, automático y semipermanente deben realizar el acoplamiento mecánico, neumático, y eléctrico.

4.2.10.3 Bogies

Como principios generales de diseño, deben considerarse fundamentalmente los correspondientes a simplicidad del bastidor, accesibilidad y mantenimiento reducido, compatible con unas excelentes características respecto a alta adherencia, estabilidad de marcha, reparto de carga en las ruedas, perfecta rodadura e inscripción en el trazado de la línea 2 del Metro de Bogotá y la máxima seguridad debida al servicio a prestar.

El Soporte de la caja se debe hacer mediante dos bogies independientes de las cajas contiguas o con bogies compartidos entre dos cajas.

Los bogies alojarán los elementos correspondientes de los equipos de tracción y frenado, salvo para el caso del coche remolque que sólo incorporará los de frenado, por lo que en la concepción del bastidor deben ubicarse los correspondientes soportes y apoyos. El bogie incorporará también

los elementos para la suspensión del vehículo. Todos los elementos constitutivos del bogie serán intercambiables, por lo que los bogies resultantes serán también intercambiables.

Los bogies de los coches remolques estarán concebidos y calculados para ser convertidos fácilmente en bogies motores, debiendo tener todos los soportes y alojamientos necesarios para tal fin.

El sistema de propulsión del bogie se efectuará mediante dos motores, actuando cada uno de ellos sobre un eje, mediante los reductores y acoplamientos elásticos necesarios.

Se deben especificar las características técnicas de los principales componentes:

- Bastidor
- Ejes (Cuerpo del eje, ruedas, cajas de grasa, elementos de freno)
- Suspensiones (primaria y secundaria)
- Viga bailadora
- Unión Caja-Bogie
- Amortiguadores
- Motores de Tracción
- Reductores
- Equipo freno en el bogie (cilindros de freno, timonería, zapatas, freno de estacionamiento)
- Zapata de limpieza

4.2.10.4 Equipo eléctrico

En el equipo eléctrico se describen tanto los sistemas de toma de corriente eléctrica como los que la usan. Los elementos que componen el equipo eléctrico deben ser, como mínimo, los siguientes:

4.2.10.4.1 Captación y circuitos de Alta Tensión

El sistema de captación de la corriente eléctrica en alta tensión debe estar conformado por:

- **Sistemas de captación**: Cada unidad autónoma de tren estará dotada de los sistemas de captación necesarios y compatibles con el sistema de alimentación eléctrica definido.

- **Pararrayos**: En la entrada de alta tensión de cada unidad se situará un dispositivo de seguridad contra sobretensiones, estática, carente de reglajes, de mantenimiento y cuyas características no se degraden con el tiempo ni con agentes exteriores.

- **Protecciones de acceso y puesta a tierra de equipos con alta tensión**: Los cofres con equipos conectados a alta tensión dispondrán de un sistema de protección para garantizar la seguridad del personal de mantenimiento, con objeto de evitar el contacto voluntario o fortuito con elementos bajo tensión.

- **Voltímetro de alta tensión en puestos de conducción**: En cada puesto de conducción se instalará un voltímetro para informar de la tensión presente en el circuito de alta tensión de la unidad.

4.2.10.4.2 Suministro y Generación de Baja Tensión

Cada unidad de tren irá dotada de una batería y de los convertidores estáticos necesarios para generar y regular las tensiones continuas y alternas que se precisen para alimentar a los equipos de la unidad de tren.

Estará compuesto por:

- **Batería**:

Cada tren irá equipado con dos baterías de acumuladores, compuestas por elementos alcalinos de níquel-cadmio, cuya tensión nominal se determinará teniendo en cuenta las curvas características facilitadas por el fabricante, de forma que su mantenimiento se reduzca al mínimo.

- **Convertidores estáticos:**

Los convertidores estáticos de cada unidad tendrán las siguientes funciones:

- Generar y regular la carga de batería y la tensión de los circuitos que se alimentan a partir de la misma.
- Generar las tensiones alternas necesarias para alimentar a los circuitos de baja tensión y de aire acondicionado de cada unidad
- Generar y regular la tensión de 24 Vcc para alimentar a los equipos y circuitos de la unidad que lo requieran.

- **Cargador de baterías:**

- Cada unidad irá dotada de un cargador de batería que, debe generar y regular la corriente y tensión necesarias para la carga de batería.
- Debe proporcionar la alimentación eléctrica de todos los equipos y circuitos de la unidad que se conecten o dependan de la batería.

- **Convertidor de alta tensión:**

Cada unidad irá dotada de un convertidor que se debe alimenta eléctricamente de la alta tensión. El convertidor debe genera y regular la corriente alterna necesaria para:

- Alimentar y soportar los circuitos de aire acondicionado de los dos coches motores y la mitad de los equipos del remolque.

- El motor del compresor neumático
- El cargador de batería en el caso de que sea del tipo AC/DC
- Otros equipos que puedan surgir durante la fase de proyecto (ventiladores de tracción, etc.)

- **Convertidor de baja tensión:**

La generación de la tensión de 24 Vcc se efectuará por medio de un convertidor estático del tipo DC/DC, a partir de la tensión de batería.

- **Alimentación de la ventilación de emergencia:**

Se debe especificar un convertidor estático del tipo DC/AC, que funcionará a partir de la tensión de batería, para asegurar que en caso de falta de alta tensión, funcione la ventilación de emergencia del compartimento pasajeros y aquellos otros dispositivos que se consideren oportunos.

4.2.10.5 Equipo de tracción

El equipo de tracción es el núcleo del funcionamiento del material rodante. El requisito general de la cadena de tracción será: corriente alterna, con motores asíncronos en jaula de ardilla e inversor de tracción mediante IGBT´s. Los inversores serán del tipo VVVF (variación de tensión y frecuencia de la alimentación de motores), conectados directamente al sistema de tercer riel, sin chopper intermedio regulador de tensión, ni divisor capacitivo en el inversor.

El equipo de tracción debe funcionar con la tensión de suministro eléctrico.

La cadena de tracción se dimensionará teniendo en cuenta la velocidad máxima de servicio del tren. Cuando el tren alcance una velocidad prefijada, se cortará de forma automática la tracción.

El equipo de tracción proporcionará una aceleración uniforme por coche motor, en todo el margen de carga (desde vacío a carga máxima), en vía horizontal.

El equipo de tracción proporcionará sus prestaciones nominales en un margen de temperatura ambiente de –15ºC hasta +45ºC

Cada coche motor dispondrá de un equipo de tracción completo, compartiendo con el otro u otros coches motores de su unidad autónoma sólo los elementos de captación de energía y el disyuntor. Los fabricantes podrán presentar y ofertar otras configuraciones de tracción siempre que demuestren su eficiencia en la operación de sistemas de transporte urbano ya en servicio.

Durante el frenado, la recuperación de energía eléctrica hacia la línea será siempre prioritaria a cualquier otra forma de frenado.

Como mínimo se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

- **Control de tracción y protecciones**: El control de la tracción de cada coche se efectuará mediante un equipo controlado por microprocesador.

- **Antipatinaje-antibloqueo coches motores**: La función de antipatinaje en tracción y de antibloqueo, tanto en freno eléctrico como neumático, de los ejes de los coches motores, estará controlada por su equipo de tracción.

- **Disyuntor**: El disyuntor debe estar concebido como el elemento encargado de garantizar en cualquier circunstancia, el seccionamiento del circuito de alta tensión asociado a los equipos de tracción de la unidad de tren, con respecto a la toma de alta tensión y debe actuar en ambos sentidos de corriente (tracción y frenado).

- **Contactor principal**: Cada equipo de tracción incorporará un contactor principal, cuya misión será aislar el circuito de tracción de la alta tensión cuando el tren esté fuera de servicio, o cuando exista cualquier tipo de anomalía que impida su conexión al tercer riel. El contactor principal, cuando se cierre, cortocircuitará las resistencias de precarga, conectando directamente el condensador de filtro a la entrada de alta tensión.

- **Contactor de precarga**: Existirá un contactor de precarga del equipo de tracción que, al cerrar, provoque la carga de los condensadores del filtro de alta, a través de resistencias de precarga que limitará la punta inicial de corriente a un valor que no afecte al propio equipo de tracción, ni a otros equipos internos o externos del tren conectados al tercer riel.

- **Motores de tracción**: Los motores de tracción serán de corriente alterna, trifásicos, asíncronos del tipo jaula de ardilla.

- **Emisor de consigna**: El emisor de consigna será un equipo diseñado con filosofía fail-safe para codificar y transmitir la demanda de tracción o freno a los equipos del tren que precisen de dicha información.

4.2.10.6 Mando de Freno Neumático

El equipo eléctrico del sistema de frenado debe estar compuesto por, al menos, los siguientes elementos:

- **Equipo de control del freno neumático**

Cada coche debe estar dotado de un equipo de control de freno neumático, el cual regulará la presión neumática de freno a aplicar, con objeto de que la deceleración obtenida en el coche sea idéntica a la demandada.

- **Antibloqueo coches remolque**

En los coches remolque existirá un equipo de antibloqueo cuya función será corregir el deslizamiento de uno o más ejes del coche en freno (evitando la aparición de planos), y controlar que no pueda aplicarse freno neumático en el remolque cuando éste circula a una velocidad mayor de 30 Km/h., siendo este valor ajustable en función de la eficiencia del freno eléctrico.

Este equipo debe actuar con la rapidez necesaria para garantizar que se recupera de forma inmediata la adherencia entre rueda y carril, en los ejes afectados por deslizamiento.

- **Mando del freno de estacionamiento**

El mando del freno de estacionamiento podrá ser de 2 tipos: local o remoto. Con freno de estacionamiento aplicado, el tren no debe traccionar.

- **Mando del freno de retención**

Se dotará al tren de freno de retención, para evitar el desplazamiento del tren cuando se retira el freno de estacionamiento y se ordena tracción. El freno de retención se activará cuando en conducción manual se mantenga accionado un pulsador situado en el puesto de conducción con mando de tren, destruyéndose de forma automática cuando el tren alcanza los 5 km/h.

El freno de retención evitará el movimiento del tren, incluso en condiciones de pendiente máxima de la línea y con carga máxima, aplicando la presión necesaria en los cilindros de freno.

4.2.10.7 Mando y Seguridad de Puertas de Pasajeros

Las puertas de pasajeros estarán accionadas por un motor alimentado por la batería, que estará controlado por una tarjeta electrónica de mando individual para cada puerta.

Las puertas del tren deben disponer de detección del estado de puerta cerrada con tolerancia cero, mediante un sistema mecánico con enclavamiento seguro. A tal efecto, cada hoja de puerta dispondrá de los elementos fail safe necesarios para detectar que las puertas están correctamente cerradas.

El tren estará dotado de un circuito de seguridad de puertas que reconocerá que todas las puertas están correctamente cerradas y enclavadas.

Se debe proponer por parte del Contratista todas las medidas que sean necesarias para que las hojas de las puertas no puedan abrirse, ni siquiera forzándolas, cuando la señal de velocidad 0 km/h señalice movimiento del tren. Así mismo, se establecerá un criterio de seguridad fail safe

de forma que ningún tipo de avería mecánica, eléctrica o de software pueda provocar que las puertas se abran de forma involuntaria o intempestiva.

4.2.10.8 Accionamiento eléctrico y mando compresor neumático

El tren estará recorrido por una canalización neumática para alimentar los equipos que requieran de aire comprimido que previamente habrá pasado por columnas de secado. Cada unidad de tren tendrá un grupo compresor de forma que su funcionamiento se realizará alternativamente con el resto de los grupos compresores del tren.

Los compresores podrán ser alternativos o de tornillo según oferta del fabricante que debe presentar la fiabilidad de sus aparatos en explotación en otros metropolitanos.

Los motores del compresor serán trifásicos, asíncronos, con el rotor en jaula de ardilla y alimentados eléctricamente a la tensión definida en los diseños de factibilidad del tren.

El mando del compresor principal lo realizará el Sistema automático de Mando y Monitorización del tren. Este debe garantizar el funcionamiento de los compresores, aunque exista avería en los canales de comunicaciones o en los procesadores, debiéndose contemplar este extremo en el diseño de los modos degradados del sistema de monitorización y control.

4.2.10.9 Circuitos y dispositivos de seguridad:

- **Bucle de Seguridad**

El bucle de seguridad es un circuito eléctrico que recorre el tren de extremo a extremo, conectando todos los circuitos, el cual se debe incorporar a los sistemas del material rodante. Normalmente este bucle o lazo está cerrado eléctricamente, pero cuando alguno de los elementos abre el circuito, se activa el freno neumático de forma que el tren es sometido a la máxima deceleración.

- **Botón de emergencia**

Se incluirá un botón de emergencia El cual consiste en un pulsador con enclavamiento situado en el puesto de conducción, que permite la aplicación de freno de emergencia desde el puesto con mando del tren, en aquellas situaciones que se consideren que afectan a la seguridad del tren.

- **Circuito de seguridad de corte de tracción**

El circuito de corte de tracción podrá ser implementado mediante una línea cableada hardware clásica, o mediante el sistema informático embarcado, siempre que se justifique la seguridad intrínseca en la propuesta técnica efectuada.

- **Dispositivo de Señal de Alarma**

Cada puerta debe estar equipada con un dispositivo de señal de alarma, que cumpla con al menos los siguientes requisitos:

- En caso de conducción UTO, a la activación del dispositivo de señal de alarma, el sistema deberá transmitir al sistema CBTC, la señal de activación con el identificador del dispositivo activado;
- En caso de activación, el dispositivo deberá poder ser rearmado desde el CCO o localmente desde la consola por el personal autorizado y, opcionalmente, de forma automática.

- **Dispositivo de Liberación de las Puertas en Emergencia**

Cada puerta del tren deberá tener un dispositivo de liberación de puertas adyacente para ser usado en casos de emergencia

Los dispositivos de señal de alarma y de liberación de las puertas en emergencia deberán ser dos sistemas independientes, de tal forma que se usen dos comandos diferentes para su activación, y que las fallas en uno de los dispositivos no afecten el otro

- **Equipo de registro de datos del tren (caja negra)**

Se debe incluir, en cada unidad del tren (dos por tren), un equipo de registro de datos o eventos (caja negra).

- **Detector de incendios**

Los trenes deben estar dotados de sensores para la detección de incendios en el interior de los coches y bajo bastidor o en las cajas de aparatos eléctricos y electrónicos.

4.2.10.10 Sistemas de Conducción

Se definirán los sistemas de conducción a embarcar en función de conducción manual (ATP-ATO) o conducción automática sin conductor (GoA4) compatibles con los equipos de vía.

4.2.10.11 Sistema Informático Embarcado

El tren incorporará un sistema informático que centralice las funciones de mando, monitorización y control del tren. Dicho equipo debe estar homologado para aplicaciones ferroviarias de mando.

4.2.10.12 Iluminación

Los principales sistemas de iluminación a tener en cuenta son:

- **Faros y pilotos externos**

A cada lado de la parte inferior del testero de cabina, se situará un doble faro para iluminación del túnel (luz blanca), con lámparas, cortas y largas, de larga duración.

En cada lado de la parte superior del testero se colocarán dos grupos ópticos de leds blancos y rojos.

- **Iluminación interna**

El alumbrado del compartimento de pasajeros se realizará por medio de iluminación led.

4.2.10.13 Mando del aire acondicionado y de la ventilación

El mando de los equipos de aire acondicionado, en caso de que se incluyan, deben ser controlados por el Sistema automático del tren. Mediante los pulsadores correspondientes situados en los armarios de las cabinas de conducción se podrán realizar los comandos u órdenes de puesta en marcha o desconexión en sus diferentes modalidades (manual o automática).

El sistema informático gestionará el normal funcionamiento en servicio del equipo de aire acondicionado, estableciendo una lógica de control que no permita el arranque simultáneo de cargas conectadas en paralelo que pudieran generar sobrecarga en los convertidores estáticos.

El sistema de ventilación de emergencia estará alimentado por onduladores que trabajarán a partir de la tensión de batería, la cual debe garantizar su funcionamiento como mínimo durante 60 minutos.

La ventilación de emergencia será independiente en cada coche y permanecerá en servicio siempre que exista llave de gobierno conectada (mando manual) o el sistema de conducción automática sin conductor esté conectado en los trenes y no esté en marcha el equipo de aire acondicionado. Se debe contemplar una temporización de la conexión de la ventilación de emergencia, con objeto de evitar solapes con el aire acondicionado en las transiciones de arranque y paros de corta duración del mismo. El fabricante debe justificar esta temporización.

4.2.10.14 Sistemas de Comunicaciones

Los sistemas de comunicación a implementar en el tren se deben clasificar en función del tipo de información a transmitir. Sin embargo, ello no implica que físicamente tengan que ser equipos diferentes o que los canales de comunicación bidireccionales tren-tierra a implementar tengan que estar diferenciados en función del tipo de información transmitida. Los tipos de información a transmitir son:

- Transmisión de voz y mensajes acústicos
- Transmisión de órdenes desde Centro de Control Operacional al tren (CBTC)
- Transmisión de datos del tren hacia el Centro de Control Operacional
- Transmisión de imágenes de vídeo (interna en tren y bidireccional tren-tierra)

- Transmisión de mensajes de texto

Esta información se transmitirá por redes inalámbricas descritas en las especificaciones técnicas de los sistemas de comunicación. Los equipos embarcados serán compatibles con los equipos de suelo de estas redes.

4.2.10.15 Aparellaje eléctrico

Se especificarán los tipos y las calidades, de acuerdo con la normativa a aplicar del aparellaje eléctrico a utilizar en todas las instalaciones eléctricas; cables y canalizaciones, interruptores de botoneras, seccionadores de unidades, conectores, y tomas de masa y retornos de corriente

4.2.10.16 Equipo Neumático

Las características generales de la instalación neumática del vehículo se pueden considerar bajo dos aspectos:

- Producción y almacenamiento de aire comprimido que engloba lo referente al compresor, depósitos, instalación, regulación y protecciones.
- Consumo de aire comprimido, es decir, equipo de freno, suspensión secundaria, circuitos auxiliares, etc.

El sistema a proponer deberá ser un conjunto integral que actúe correcta y eficazmente en concordancia con el resto de los circuitos y sistemas del vehículo.

El sistema neumático será del denominado de “tubería única” de la cual saldrán las ramificaciones para los diversos circuitos. Cada circuito quedará protegido por su correspondiente válvula de retención y grifo de aislamiento.

Los depósitos principales estarán en comunicación con la única tubería, estableciéndose un equilibrio de presiones a lo largo del tren.

Los grupos motor-compresor encargados del suministro del aire comprimido, tendrán un funcionamiento simultáneo en cada tren.

Tanto para los depósitos principales, como para aquéllos que pudiesen necesitar los diversos circuitos, se seguirá el criterio de máxima simplificación a fin de reducir su número y volumen, haciendo que los circuitos considerados auxiliares puedan alimentarse, convenientemente protegidos, de depósitos de reserva comunes. Este principio debe ser aplicado siempre y cuando la funcionalidad y seguridad de los diversos sistemas no quede comprometida.

Se especificarán las normativas que debe cumplir el equipo neumático en general y en particular el sistema de frenado.

El sistema de producción y almacenamiento de aire comprimido debe estar compuesto, como mínimo, por los siguientes elementos:

- **Compresor**:

En cada unidad de tren se montará un grupo motor-compresor para producir el aire comprimido. Se especificarán las condiciones que debe cumplir el compresor.

- **Depósitos:**

Se propondrán los depósitos necesarios para abastecer a toda la instalación neumática de la unidad con la presión mínima nominal del compresor, de forma que puedan efectuarse, como mínimo, cinco frenados consecutivos a fondo, con parada completa de la unidad en el caso de no funcionar el compresor.

Existirán depósitos auxiliares para los usos más frecuentes del sistema: equipos del tercer riel, equipo de freno, suspensión neumática, etc.

El material de los depósitos será de acero con protección interior y exterior mediante galvanizado, cadmiado, fosfatado, o similar, que impida la formación de óxidos o cascarilla.

- **Instalación**:

El sistema deberá permitir que el aire, inmediatamente después de ser comprimido, pase por un refrigerador, por un separador del aceite en suspensión y por un secador de doble columna. Se añadirá a este sistema una purga adecuada cuyos vertidos no incidirán sobre los carriles y cuyo funcionamiento podrá estar asociado, o no, al propio funcionamiento del compresor. Después debe pasar a los depósitos principales y de ahí a la tubería de alimentación.

Por lo que respecta a los materiales, se tendrá en cuenta que sean los adecuados para el trabajo a realizar en un clima como el de la ciudad de Bogotá.

- **Regulación y protecciones**:

Los coches que lleven el grupo compresor debe tener un regulador, ajustado entre las presiones de trabajo requeridas y cuya actuación permita la conexión o desconexión de los contactores del compresor. Se debe tener en cuenta la protección de la instalación neumática del exceso de presión originado por averías en los dispositivos de regulación.

- **Consumo**:

Se debe calcular y dimensionar la instalación del aire comprimido para dar servicio al equipo de freno neumático, a la suspensión neumática y a los circuitos auxiliares.

- **Ayuda al mantenimiento**:

Los equipos más importantes eléctricos/electrónicos, neumáticos y mecánicos debe disponer de sistemas de ayuda al mantenimiento, así como elementos de chequeo, pruebas o simulación, compatibles con los sistemas informáticos más usuales (PC, sistema operativo Windows, etc.)

5 RESULTADOS

5.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe presentar, como parte del entregable de "Debida Diligencia de la Información", un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

Dentro de los resultados obtenidos de la Debida Diligencia se debe indicar y determinar la validez de la información consultada, describiendo y justificando claramente las razones técnicas que soporten la respuesta sobre qué información es posible utilizar, cómo se va a utilizará durante la elaboración de los diseños de factibilidad y en qué medida cumple con lo requerido.

5.2 FACTIBILIDAD: MATERIAL RODANTE

El Contratista debe entregar un informe detallado que contenga, como mínimo:

- Características generales de la Línea: Se suministrarán datos básicos sobre: gálibos y perfil longitudinal, características de la vía, suministro de energía y tercer riel, sistemas de señalización y control de trenes con el equipo embarcado y las condiciones ambientales.
- Características generales del servicio: composición de los trenes, aceleraciones y deceleraciones, velocidades, exigencias en modo degradado (averías), y los modos de explotación.
- Características técnicas del material rodante: En este capítulo se detallarán las características técnicas del material rodante a solicitar a los fabricantes, para cada uno de los equipos y los sistemas que lo conforman.
- Se desarrollarán extensamente los requisitos para: caja, enganches, bogies y equipos eléctricos, neumáticos y tracción.
- Requerimientos de Pruebas y Puesta en servicio, de documentación y de capacitación.
- Informe de simulación de ahorro de energía.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.
- Descripción de las velocidades y los modos de conducción.

- Además, se añadirá toda aquella información adicional que se crea necesaria para mejorar el cuaderno de especificaciones: disponibilidad, fiabilidad, garantías, etc.
- Normativas nacionales e internacionales para aplicar en el proceso de fabricación. Pruebas y puesta en marcha del material rodante.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA 18

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 GLOSARIO 3
2 OBJETIVO 3
3 NORMATIVIDAD 4
4 INSUMOS NECESARIOS 6
5 ALCANCE 6
5.1 DEBIDA DILIGENCIA 6
5.2 FACTIBILIDAD 7
5.2.1 Funcionalidad 7
5.2.2 Descripción Técnica 25
6 RESULTADOS 38
6.1 DEBIDA DILIGENCIA 38
6.2 FACTIBILIDAD: SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA 38

Especificación Técnica 18 – Sistema de Alimentación de Energía eléctrica

1 GLOSARIO

AT: Alta Tensión

BT: Baja Tensión

CM: Centro de Maniobra

CT: Centro de Transformación

MT: Media Tensión

CCO: Centro de Control Operacional

PLMB: Primera Línea Metro de Bogotá

SER: Subestación Receptora

SET: Subestación de Tracción

SGE: Sistema de Gestión de Energía

UPS: Sistema de Alimentación Ininterrumpida o SAI

2 OBJETIVO

El objeto del presente documento consiste en definir las especificaciones funcionales y requerimientos técnicos mínimos que el Contratista debe cumplir en la elaboración de los diseños de factibilidad del Sistema de alimentación eléctrica y tracción de la Línea 2 del Metro de Bogotá, siguiendo los niveles de calidad y prestaciones establecidas en las presentes especificaciones.

El Contratista debe revisar, adaptar y completar la documentación existente relativa al diseño del sistema de alimentación eléctrica y tracción, obtenida durante el proceso de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá, así como, los apéndices técnicos definidos para la PLMB.

Con el producto de diseño así obtenido, se espera que un licitador posterior pueda desarrollar la ingeniería de detalle, su construcción y puesta en operación del sistema de alimentación de energía eléctrica y tracción.

3 NORMATIVIDAD

Se presenta a continuación la normativa nacional e internacional más significativa, sin ser los listados de carácter limitativo. Debe darse cumplimiento a toda la normatividad nacional e internacional, en sus últimas versiones.

- RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas para la República de Colombia NTC 2050: Código eléctrico colombiano
- Resoluciones de la CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas de Colombia.
- Normativa Codensa: Aprobadas por el Comité de Normas de la gerencia de distribución de Codensa
- Normativa UAESP: Manual Único de Alumbrado Público. (MUAP) Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos
- RETILAP: REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO
- EN 50119 Aplicaciones ferroviarias. Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica
- En EN 50121 Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética.
- EN 50122 Aplicaciones ferroviarias. Medidas de protección relativas a la seguridad eléctrica y a la puesta a tierra.
- En 50123 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Aparamenta de corriente continua. EN 50124 Aplicaciones ferroviarias. Coordinación de aislamiento.
- EN 50125 Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para el equipo.
- EN 50126 Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la seguridad de funcionamiento, fiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y seguridad (RAMS)
- EN 50128 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección de ferrocarril.
- EN 50149 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Cables de contacto acanalado de cobre y de aleación de cobre.
- EN 50151 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Requisitos esenciales para aisladores compuestos.
- EN 50152 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Requisitos particulares para aparamenta de corriente alterna.
- EN 50153 Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Medidas de protección relativas a riesgos eléctricos.
- EN 50163 Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de alimentación de las redes de tracción.
- EN 50317 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de captación de corriente. Requisitos y validaciones de medidas de la interacción dinámica entre el pantógrafo y las líneas aéreas de contacto.
- EN 50318 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de captación de corriente. Validación de la simulación de la interacción dinámica entre el pantógrafo y las líneas aéreas de contacto.

- EN 50327 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Armonización de los valores asignados para grupos convertidores y ensayos sobre grupos convertidores.
- EN 50328 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Convertidores electrónicos de potencia para subestaciones.
- EN 50329 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Transformadores de tracción.
- EN 50343 Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Reglas para la instalación del cableado.
- EN 50345 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Conjuntos de cables sintéticos aislantes para el apoyo de líneas aéreas de contacto.
- EN 50367 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de toma de corriente. Criterios técnicos para la interacción entre el pantógrafo y la línea aérea (para tener acceso libre)
- IEC 60 Ensayos en alta tensión.
- IEC 60850. Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de alimentación de los sistemas de tracción.
- IEC 60146. Convertidores de semiconductores. Requisitos generales y convertidores de conmutación de línea
- IEC 61128 Seccionadores para corriente alterna. Corrientes transferidas durante la maniobra del seccionador.
- IEC 61129 Seccionadores de puesta a tierra para corriente alterna. Corrientes inducidas durante la maniobra del seccionador.
- EN 50266 Métodos de ensayos comunes para cables eléctricos sometidos a fuego. Ensayo de propagación de la llama en cables colocados en capas en posición vertical. Categoría B.
- EN 50265 Métodos de ensayos comunes para cables eléctricos sometidos a fuego. Ensayo de propagación de la llama para un conductor individual aislado o cable.
- EN 50267 Métodos de ensayos comunes para cables eléctricos sometidos a fuego. Ensayo de gases emitidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables.
- EN 50268 Métodos de ensayos comunes para cables eléctricos sometidos a fuego. Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas.
- CEI 60287 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible.
- EN 60811, CEI 811 Métodos de ensayos comunes para materiales de aislamiento y cubiertas de cables eléctricos.
- IEC 44 Transformadores de medida.
- IEC 56 Disyuntores de alta tensión en corriente alterna.
- IEC 71 Coordinación de aislamiento
- IEC 76 Transformadores de potencia.
- IEC 185 Transformadores de corriente.
- IEC 186 Transformadores de tensión.
- IEC 228 Conductores de cables aislados.

- CEI 229 Ensayo de cubiertas exteriores de cables.
- IEC 265 Interruptores de Alta Tensión.
- IEC 270 Medida de descargas parciales.
- IEC 287 Cálculo de intensidades de corriente en los cables.
- IEC 296 Aceites minerales para transformadores.
- IEC 376 Especificaciones para la recepción del SF6.
- CEI 949 Cálculo de las corrientes de cortocircuito admisibles.
- NFPA 130 Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems.

4 INSUMOS NECESARIOS

Para el diseño a nivel de factibilidad del Sistema de Alimentación de Energía Eléctrica y Tracción, se deben tener en cuenta entre otros los siguientes documentos:

- El Contratista debe revisar, adaptar y complementar la documentación existente relativa al diseño de Suministro Eléctrico y Tracción, obtenida durante el proceso de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá, así como los Apéndices técnicos definidos para la PLMB.
- Documento de diseño del sistema de alimentación eléctrica y tracción de la Ingeniería Básica avanzada de la línea 1 Expansión de la Primera Línea del Metro de Bogotá - Fase II-
- Referencias y bibliografía del Sistema de Alimentación de Energía Eléctrica y tracción de otros sistemas ferroviarios nacionales e internacionales en estructuración a nivel de factibilidad, en construcción o en operación.
- Documentos que se produzcan durante la ejecución del mismo Contrato y que complementen el diseño del sistema de Alimentación de Energía Eléctrica y Tracción.

En cualquier caso, estos documentos deben ser considerados como referencia, no limitándose los estudios y diseños a realizar lo reflejado o comentado en los mismos.

5 ALCANCE

5.1 DEBIDA DILIGENCIA

Se deben revisar todos los estudios técnicos que se hayan realizado con anterioridad que se consideren relevantes para el desarrollo del diseño, a fin de comprender cabalmente los diseños de ingeniería y, en general, todos aquellos estudios desarrollados hasta la fecha que tengan aplicabilidad. Para el efecto debe realizar:

- Revisión y análisis de información de las etapas anteriores. El Contratista recibirá los estudios realizados a la fecha, y debe revisar y analizar los mismos, dado que éstos serán

los insumos básicos con los que se contará para llevar a cabo el alcance del Contratista, en especial los mencionados en el numeral 3 de este documento.
- Durante este proceso, el Contratista debe revisar y analizar el nivel de desarrollo de los estudios realizados de cara a la estructuración del proyecto.
- Identificar las posibles deficiencias en la información disponible, evaluar su impacto en la realización del estudio, y proponer, de ser necesarias, soluciones específicas para suplirlas.

5.2 FACTIBILIDAD

Las prescripciones aquí descritas engloban la información necesaria relativa a los requisitos técnicos, funcionales y operacionales que deben cumplir los Sistemas de Alimentación de Energía Eléctrica de la Línea 2 del Metro de Bogotá, siguiendo los niveles de calidad y prestaciones establecidas en el documento.

La línea 2 de Metro de Bogotá debe disponer de los Sistemas de Alimentación de Energía Eléctrica que permitan el correcto funcionamiento de todos los sistemas alimentados con energía eléctrica con los niveles de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad adecuados para conseguir la prestación de un servicio de transporte de viajeros de calidad.

El presente documento define las prescripciones técnicas de los siguientes subsistemas:

- **Subestaciones Receptoras (SER)**: Recepción en Alta Tensión, transformación y salidas de las mismas hacia los anillos de distribución.
- **Anillos de Distribución de Energía**: Subsistema que transporta la energía desde las receptoras hasta los diferentes consumidores de la línea (subestaciones de tracción, estaciones, pozos de ventilación, talleres, cocheras, etc.).
- **Centros de Transformación de Energía (CTE)**: Transforman la tensión de los anillos a la tensión de utilización de los consumidores y entregan la energía a los tableros correspondientes.
- **Subestaciones de Tracción (SET)**: Transforman y rectifican la tensión para poder suministrar energía al tercer riel.

No forman parte del alcance de la presente especificación técnica las distribuciones en la tensión de utilización más allá de los Centros de Transformación de Energía. Esta parte debe estar recogida en las especificaciones técnicas correspondientes.

5.2.1 Funcionalidad

El sistema eléctrico de un sistema de transporte ferroviario es un elemento esencial para el funcionamiento de este, tanto desde el punto de vista del propio funcionamiento para prestar un servicio de calidad como desde el punto de vista de la seguridad del transporte y de los usuarios del mismo. Es por ello, que es vital el diseño de un sistema robusto y fiable, que garantice la continuidad de suministro de todos los consumos, tanto en condiciones de funcionamiento

normal, como en el caso de funcionamiento degradado por avería o falta de disponibilidad de alguno o varios de los elementos que forman parte del sistema eléctrico

La continuidad del suministro resulta esencial en todas las áreas de actividad de la explotación ferroviaria, tanto en las dependencias técnicas con o sin personal permanente, como en los sistemas de tracción, sistemas de comunicaciones, señalización ferroviaria, así como en los espacios de acceso de los usuarios, siendo especialmente importante por el hecho de tratarse de locales de pública concurrencia de una explotación con gran parte del trazado subterráneo.

El diseño ha de recoger las siguientes características fundamentales:

- Seguridad de la explotación.
- Fiabilidad de la operación.
- Facilidad de la operación y del mantenimiento.
- Criterios de eficiencia energética.

El sistema de alimentación de energía eléctrica debe permitir la rápida recuperación del suministro eléctrico en el caso de fallo o avería de cualquier parte de la instalación. El diseño se debe realizar teniendo en cuenta que las operaciones de mantenimiento se puedan realizar en el menor tiempo posible, con el fin de aumentar la disponibilidad del sistema, mediante la reducción de los tiempos de reparación entre averías.

5.2.1.1 Descripción general del sistema eléctrico

El sistema eléctrico debe suministrar energía eléctrica a todos los consumidores del sistema de transporte ferroviario.

El sistema eléctrico de la Red de Metro de Bogotá se conectará a la red eléctrica de Alta Tensión de la ciudad de Bogotá mediante Subestaciones Receptoras. Estas subestaciones transforman la energía eléctrica de entrada de alta tensión a la tensión de distribución. La energía eléctrica se distribuye a través de los anillos de distribución hasta los diferentes puntos de consumo, siendo el recorrido de los mismos paralelos a los ejes de las vías.

En dependencia del tipo de carga a alimentar, la energía se transporta por cada uno de estos dos anillos:

- Anillo de Instalaciones: Suministra energía eléctrica a todos los Centros de Transformación de Energía del Metro (estaciones, talleres, cocheras, patios, etc.)
- Anillo de tracción: Suministra energía eléctrica a todas las subestaciones de tracción.

Los Centros de Transformación de Energía están situados en los diferentes puntos de consumos ya mencionados anteriormente y son los encargados de transformar la energía eléctrica entre la

tensión de distribución proveniente del anillo de distribución y la tensión alterna necesaria para la alimentación de los diferentes equipos a alimentar eléctricamente.

Las subestaciones de tracción transforman y rectifican la corriente alterna de entrada proveniente del anillo de distribución de tracción para conseguir la tensión de alimentación del material móvil. Esta energía de corriente continua se transporta entre las subestaciones de tracción y el material móvil a través de un elemento de distribución que para el caso de la Línea 2 es un tercer riel . El circuito eléctrico de suministro de los trenes se cierra a través de los rieles que conforman la vía, conectando de manera inversa a el tercer riel, el material móvil con las subestaciones de tracción.

En la siguiente tabla se presentan los niveles de tensiones previstos para cada elemento que forma parte del sistema eléctrico de la red de metro en su generalidad y según los casos que se pudieran dar, de la ciudad de Bogotá:

Sistema	Nivel de tensión previsto
Acometidas de Alta Tensión	115 kV
Anillos de Distribución de Media Tensión	34,5 kV
Alimentación de Tracción	750 Vcc
Servicios Auxiliares de Subestaciones Receptores, de Tracción y Centros de Transformación de Energía.	208/120 V, 3F+N, 60 Hz
Distribución de Baja Tensión en estaciones, pozos de ventilaciones, instalaciones de túneles, talleres, cocheras, patios, etc.	208/120 V, 3F+N, 60Hz
	380 ó 440 V, 3F +N, 60 Hz
Sistemas de alimentación segura (SAI o UPS)	208/120 V, 3F+N, 60Hz
	120 Vcc i 48 Vcc

5.2.1.2 Subestaciones Receptoras (SER)

El planteamiento de suministro eléctrico para la Línea 2 del Metro de Bogotá se determina a partir de subestaciones receptoras.

Los objetivos del planteamiento mediante subestaciones receptoras son los siguientes:

- Conseguir una alta disponibilidad y continuidad del suministro por conexión a redes de Alta Tensión malladas de alta disponibilidad.
- Disminución de los costes de conexión por gran reducción de los puntos de conexión.
- Optimización de la gestión de la red.
- Optimización de la gestión de la facturación (concentración de las tarifas de acceso, optimización de las potencias a contratar, reducción de costes por compra en AT, etc).

Las subestaciones receptoras de energía son las instalaciones donde se recibe la energía eléctrica en alta tensión de la red de distribución o transporte de la ciudad de Bogotá. A partir de la tensión de entrada, ésta se transforma para obtener la tensión de distribución, con la cual se realiza la distribución de la energía para la alimentación de todos los consumos (tracción, estaciones, instalaciones de túnel, pozos de ventilación, talleres, patios, etc.).

5.2.1.2.1 Ubicación y número de Subestaciones Receptoras

El planteamiento del Contratista debe definir el número y ubicación de las subestaciones receptoras para el suministro de energía de la Línea 2 del Metro. El estudio debe incluir:

- Estudio de la ubicación de las subestaciones receptoras definidas en la ingeniería de detalle de la primera línea de Metro de Bogotá.
- Estudio del funcionamiento de la línea 2 a partir de las subestaciones receptoras identificadas en esta consultoría.
- La posibilidad de una conexión eléctrica entre las líneas 1 y 2 del Mero de Bogotá, con el fin de permitir, ante posibles fallas en el suministro de energía, que una línea pueda soportar a la otra. En ese caso se deben plantear las medidas a implementar para disponer de un registro independiente de consumos (por cada línea), al igual que las medidas de control para que cada operador realice la configuración de su respectiva línea.

5.2.1.2.2 Dimensionamiento de las subestaciones receptoras

Las subestaciones receptoras deben estar dimensionadas de manera que, en caso de fallo o pérdida de suministro de una de ellas, las otras subestaciones receptoras puedan garantizar el funcionamiento normal del servicio y en el caso de un fallo que deje funcionando solo una subestación receptora, ésta debe permitir el mantenimiento de un servicio en condición nominal (al 100%).

El dimensionamiento de las subestaciones receptoras dependerá, además de las redundancias planteadas, de las cargas que deban suministrar a los dos anillos de distribución (tracción e instalaciones), así como del suministro necesario para los servicios auxiliares propios de la subestación receptora.

Para el cálculo de la potencia de tracción se debe partir de los resultados obtenidos en las simulaciones de tracción con las cuales se dimensionarán y ubicarán las subestaciones de tracción. Los detalles de estas simulaciones se encuentran en el apartado correspondiente relativo a las subestaciones de tracción.

Para el cálculo de las potencias de instalaciones previstas, se debe hacer un estudio completo que incluya entre otros, los siguientes parámetros:

- Potencias instaladas en cada punto (estaciones, talleres, patios, etc.).
- Factores de simultaneidad aplicados.
- Reserva para incrementos de potencias en el futuro, según las proyecciones de demanda de la línea.

5.2.1.2.3 Descripción funcional general de las Subestaciones Receptoras

5.2.1.2.3.1 Recinto de albergue

Las subestaciones receptoras se deben albergar en un edificio interior, compuesto de dos plantas más una galería de cables transitable en la planta -1, siendo la distribución orientativa de equipos la siguiente:

- Planta -1: Galería de cables que permita acceder e interconectar las diferentes dependencias de la planta 0, así como la entrada de las dos líneas de acometida de la compañía y la salida de los anillos de distribución.
- Planta 1: Aparamenta del cliente de AT, transformadores de potencia y sala de celdas de Media Tensión (Tensión de distribución de los anillos de distribución).
- Planta 2: Ventilación forzada de los transformadores (situada justo encima de los transformadores), salas de control, transformadores de servicios auxiliares (MT/BT), otros servicios auxiliares de suministro (grupos electrógenos, baterías, acometida de reserva, etc.), dependencias auxiliares (sala de tablero de BT, sala de comunicaciones, sala de extinción de incendios, etc.).

Cada subestación receptora debe disponer como mínimo de dos accesos (uno principal y una salida de emergencia), debiendo existir en todos los puntos de la receptora dos rutas alternativas de evacuación.

Las diferentes dependencias de las subestaciones receptoras deben sectorizarse con las adecuadas medidas pasivas para garantizar áreas de incendio independientes.

La galería de cables debe ser accesible mediante doble acceso con rutas de evacuación alternativas para permitir la evacuación en caso de emergencia. Tanto los accesos como los pasillos de las galerías deben ser suficientemente anchos y altos para facilitar el cómodo tránsito de personas para la realización de tareas de mantenimiento, así como para realizar ampliación de

las instalaciones. Se debe planificar la distribución de las galerías previendo las sectorizaciones de las mismas para garantizar una alta disponibilidad de la subestación receptora. Las galerías deben tener prevista la ventilación mediante la existencia de ductos de ventilación que comuniquen la galería con el exterior. A no ser que los cálculos indiquen que es preciso el uso de una ventilación forzada, en principio, la ventilación de las galerías será por convección natural.

En el caso de que la integración urbanística por la ubicación de las subestaciones receptoras lo permita, los transformadores de potencia deben estar ubicados en intemperie, permaneciendo el resto de equipamiento mencionado en un recinto interior adyacente. Esta configuración facilita la refrigeración del transformador, pudiéndose prescindir de la ventilación forzada de los transformadores y reduciéndose el peligro de los transformadores en caso de incendio.

La distribución debe facilitar la entrada y salida de los diferentes materiales, así como prever la fácil y rápida substitución de cualquier equipo en caso de necesidad. Para el mismo fin, se deben prever los equipos necesarios para el montaje, desmontaje, substitución o mantenimiento de los equipos existentes, como pueden ser puertas o accesos previstos, puentes grúa, elementos de sujeción, cestas, grúas, etc.

Debido al tamaño de los equipos, se debe prestar especial atención a los recorridos y maniobras de los transformadores de potencia, recurriendo al uso de carriles embebidos en el suelo para facilitar el movimiento de estos en las zonas de recorrido interior del recinto de albergue.

5.2.1.2.3.2 Conexión a la red de Alta Tensión

Las subestaciones receptoras se conectarán a la red de 115 KV de la ciudad de Bogotá en subestaciones del operador de red, alimentadas eléctricamente mediante doble línea de alimentación, a circuitos diferentes provenientes del Sistema Interconectado Nacional. Estas conexiones deben entrar en la subestación receptora a través de la galería de cables, mediante cables aislados.

Para subestaciones receptoras diferentes, en lo posible se buscará que el origen de las conexiones sea lo más independiente posible, de manera que un fallo en una línea, una subestación o una zona de la ciudad nunca afecte a más de una subestación receptora.

En función de la forma de conexión con la compañía de Energía, es muy probable que esta precise un espacio para los equipos de entrega. En ese caso, este espacio se preverá en la planta 1 y también se deben prever accesos independientes para el personal de compañía.

5.2.1.2.3.3 Sala de Alta Tensión

Las dos líneas de conexión deben entrar en la sala de Alta Tensión a través de la galería de cables. En la sala de Alta Tensión estarán las celdas de Alta Tensión, construidas con la tecnología GIS, con celdas compactas y aisladas en gas SF6, debido a la limitación de espacio.

El esquema de Alta Tensión debe ser con doble barraje, a los cuales se conectarán las dos celdas de acometida de cada una de las dos líneas. Para conectar un barraje con el otro habrá una celda de acoplamiento de barras y por último habrá una celda de salida hacia cada transformador.

No obstante, debido a la fuerte interrelación con el esquema de aguas arriba del Operador de red, se debe acordar y validar el esquema unifilar con dicho operador para que se pueda realizar la conexión. De la misma manera, se debe acordar con el operador de red la ubicación de los equipos de medida a instalar. Si las negociaciones con la compañía así lo corroboran, preferentemente se instalarán los equipos de medida en las posiciones de salida hacia cada transformador. Esta ubicación permitirá el funcionamiento de la instalación con los dos interruptores de acometida cerrados, así como el acoplamiento de barras, permitiendo esta circunstancia una continuidad del servicio sin corte, en caso de problema en alguna de las dos acometidas, aumentándose las prestaciones del servicio en ese caso.

En lo relativo al dimensionamiento del equipamiento de medida, se debe prever su funcionamiento con potencias inferiores a las calculadas para la situación final (puesta en funcionamiento de un tramo inferior al total, fase de pruebas, potencia prevista para cubrir parte de otra línea aún no construida, etc.). Es importante aclarar con el Operador de Red , el calibre y las relaciones de transformación de los equipos a instalar, teniendo en cuenta que antes de llegar al régimen estacionario de funcionamiento los equipos funcionarán por debajo del rango de funcionamiento previsto.

Las instalaciones de Alta Tensión deben comunicarse e intercambiar información con las instalaciones del Operador de Red.

5.2.1.2.3.4 Transformación

Deben incluirse un total de 3 transformadores de potencia en cada subestación receptora para transformar la tensión de entrada (115 KV) a la tensión de distribución de 34,5 KV. De ellos, uno debe estar destinado a suministrar energía al anillo de tracción, el otro estará destinado a alimentar el anillo de instalaciones y el tercero quedará como reserva para actuar en caso de fallo de uno de los dos otros transformadores. La potencia del tercer transformador debe ser igual a la potencia del mayor de los otros dos transformadores.

La conexión entre las celdas GIS de salida hacia los transformadores y el primario de los propios transformadores debe ser mediante cables aislados a través de la galería de cables.

En el caso de que los transformadores estén situados en un recinto interior será necesario prever ventilación forzada, tanto para la disipación del calor producido por los equipos, como para la evacuación de gases y humo en caso de incendio. También deben preverse compuertas cortafuegos para confinar el recinto. Además, en este caso, también será preciso prever la instalación de un sistema automático de extinción de incendios.

Tanto si los transformadores están situados en interior como en el exterior, deben ser ubicados en un recinto independiente o dependencia cerrada individual, dotada de un acceso para personas, incorporando un enclavamiento de apertura con el interruptor de alimentación del transformador correspondiente. El recinto debe respetar la distancia mínima necesaria, tanto condiciones de aislamiento como para permitir el acceso y libre movimiento del personal durante el montaje, desmontaje o mantenimiento de este. Así mismo, en el caso de exterior, el cerramiento debe favorecer la ventilación del transformador.

5.2.1.2.3.5 Distribución de energía hacia el exterior

La distribución en el nivel de tensión de 34,5 KV se realizará desde la sala de Media Tensión.

Los cables deben circular entre el secundario del transformador y las celdas de media tensión situadas en la sala de media tensión a través de la galería de cables.

Desde la sala de Media Tensión deben haber salidas hacia los anillos de distribución y hacia los transformadores de servicios auxiliares 34,5/0,208 KV (para alimentación en BT de los servicios auxiliares de la subestación receptora).

Se deben incluir tres barrajes, uno alimentado de cada transformador. En los extremos estarán los barrajes correspondientes a Tracción ubicados a un lado y las Instalaciones al otro. En el centro y con uniones de barras a cada barra extrema (Tracción e Instalaciones) estará la tercera barra central que tendrá conectado el tercer transformador de reserva. Las salidas hacia los anillos de distribución estarán situadas en las barras correspondientes. Habrá un total de dos celdas de protección de transformadores de servicios auxiliares, cada una conectada a cada una de las barras extremas.

Todo el equipamiento de 34,5 KV debe cumplir los siguientes requisitos:

- Seguridad del personal y del suministro.
- Facilidad de reparación / mantenimiento.
- Modularidad.

5.2.1.2.3.6 Servicios auxiliares

La alimentación en Baja Tensión de los servicios auxiliares de la subestación receptora se debe realizar a través de los dos transformadores de servicios auxiliares 34,5/0,208 KV. Estos transformadores deben ser redundantes y conmutados, de manera que solo uno de ellos aportará la potencia necesaria para la alimentación eléctrica de todos los consumos. Los consumos se dividirán entre consumos críticos y consumos no críticos.

Para garantizar el funcionamiento de los servicios críticos, en caso de falla de los transformadores de servicios auxiliares, se debe estudiar la posibilidad de instalación de una de las siguientes dos soluciones:

- Grupo electrógeno: situado en una dependencia propia, juntamente con el depósito de combustible. Igualmente, en función de la evaluación de riesgos, se protegerán los equipos con equipos automáticos de extinción de incendios.
- UPS: situado en la Sala de Baja Tensión.

Además de los correspondientes tableros críticos y no críticos con tensión de alimentación 280/120 3F+N, existirá un tablero de 120 Vcc, el cual debe consistir en rectificador-cargador con baterías de acumuladores con cargador automático para la alimentación de los servicios auxiliares de maniobra y control, así como el sistema de control distribuido y el telemando de la receptora.

Todos los tableros de alimentación de los servicios auxiliares deben estar ubicados en una misma dependencia, donde cada transformador de servicios auxiliares estará alojado en una dependencia propia, debidamente enclavado su acceso y con los sistemas automáticos de extinción de incendios, en el caso que sean necesarios en función del riesgo que implique el equipamiento que se instale.

Los servicios auxiliares existentes en la receptora deben ser, al menos, los siguientes:

- Ventilación
- Detección y extinción de incendios
- Alumbrado normal y de emergencia
- Tomas de corriente
- Climatización de los equipos electrónicos, si procede.
- Equipos de comunicaciones (video vigilancia, control de accesos, telefonía, megafonía, radio, etc.)
- Control distribuido de la subestación receptora
- Comunicaciones con el Centro de Control Operacional.

5.2.1.3 Anillos de distribución de energía

Los anillos de distribución de energía tienen como misión suministrar la energía procedente de las subestaciones receptoras a la totalidad del sistema eléctrico de la red de la Línea 2 del Metro de Bogotá, para la alimentación de la totalidad de los consumos de la red.

La distribución se debe realizar a través de dos anillos:

- Anillo de distribución de tracción: Alimenta las subestaciones de tracción.
- Anillo de distribución de instalaciones: Alimenta los centros de transformación que suministran energía a las estaciones, los talleres, las cocheras, los patios, etc.

5.2.1.3.1 Aspectos generales

Cada uno de los dos anillos constará de dos ramas, las cuales deben transitar por los espacios reservados en la infraestructura y cada rama transitará por un lado diferente.

La tensión de distribución prevista será de 34,5 KV, por tratarse de una tensión extendida a nivel de distribución en la ciudad de Bogotá, es posible, aunque no está previsto, que de manera provisional se pueda conectar a la red pública, por lo que es ventajoso para el proyecto tener una tensión de distribución en los anillos existentes en la ciudad. No obstante, la elección de la tensión debe ser analizada y avalada en el estudio correspondiente.

5.2.1.3.2 Anillo de distribución de tracción

Las funcionalidades básicas del anillo de distribución de tracción serán mínimo las siguientes:

- El anillo constará de dos ramas.
- Cada rama transitará por un lado diferente de la sección, manteniendo siempre el mismo criterio de lado.
- Cada rama estará dimensionada para suministrar la energía eléctrica de todas las cargas del anillo, teniendo en cuenta las situaciones degradadas.
- Cada rama estará conectada a las subestaciones receptoras correspondientes.
- Cada rama del anillo estará dividida en tramos comprendidos entre dos subestaciones de tracción.
- Cada Subestación de tracción tendrá entrada/salida de cada rama. Por tanto, en cada subestación de tracción entrarán un total de 4 ramas.
- Para cada tramo de cada rama es importante minimizar el número de empalmes de los cables, para reducir los puntos potenciales de averías.

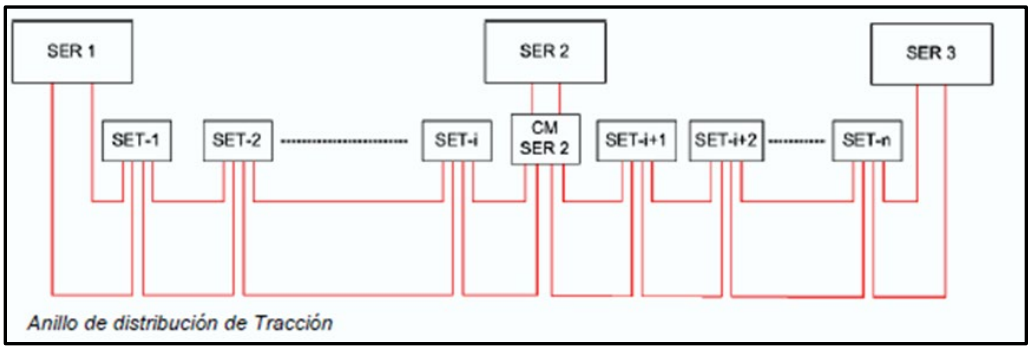


Figura 1. Anillo de Distribución de Tracción de referencia

5.2.1.3.3 Anillo de distribución de instalaciones

Las funcionalidades básicas del anillo de distribución de tracción serán, al menos, las siguientes:

- El anillo constará de dos ramas.
- Cada rama transitará por un lado diferente de la sección, manteniendo siempre el mismo criterio de lado.
- Cada rama estará dimensionada para suministrar la energía eléctrica de todas las cargas del anillo, teniendo en cuenta las situaciones degradadas.
- Cada rama estará conectada a las subestaciones receptoras correspondientes.
- Cada rama del anillo estará dividida en tramos comprendidos entre dos centros de transformación de energía a alimentar.
- Cada punto de suministro (estaciones, ductos de ventilación, talleres, cocheras, patios, etc.) dispondrá de dos centros de transformación de energía redundados. Cada rama del anillo alimentará a un centro de transformación de energía diferente.
- Los tramos de las ramas no podrán tener empalmes en los cables, para minimizar las
- averías de los mismos.

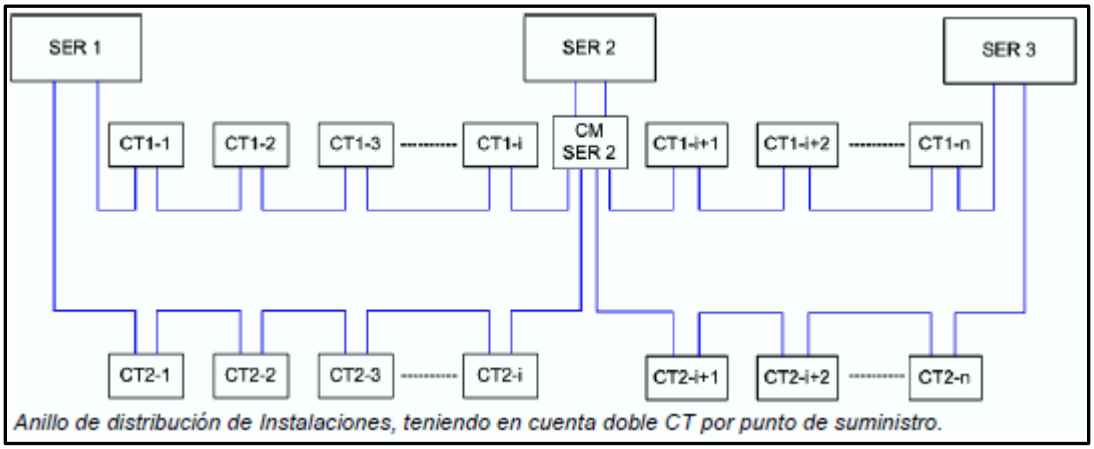


Figura 2. Anillo de Distribución de Instalaciones de referencia

5.2.1.3.4 Centros *de maniobra*

Para los casos en los que la subestación receptora no esté situada al final de una línea, se deben prever unos centros de maniobra adyacentes a la subestación receptora, con el objeto de poder maniobrar los anillos adecuadamente, para dar continuidad al suministro en caso de fallo de suministro en la subestación receptora en cuestión. Las características funcionales de este centro de maniobra deben ser como mínimo las siguientes:

- Recinto independiente de la subestación receptora, con accesos independientes, para que incendios o afectaciones en la misma no perturben a las dos instalaciones y se pueda garantizar la continuidad del suministro eléctrico.

- Servicios auxiliares independientes: comunicaciones, alimentación eléctrica, etc.

- Las salidas de los anillos de las subestaciones receptoras entrarán en el centro de maniobra y de allí se repartirán adecuadamente las diferentes ramas de los diferentes anillos.

5.2.1.3.5 Gestión de los anillos de distribución

Aunque cada instalación (subestaciones de tracción o centros de transformación de energía) tenga dos acometidas, solo una de ellas debe dar suministro en un momento puntual.

En cada acometida, habrá celdas de entrada de línea que permitirán el seccionamiento de la rama correspondiente. Las celdas de acometida deben asegurar la continuidad de los circuitos de los anillos, posibilitando que todas las instalaciones conectadas dispongan de tensión.

En condiciones normales de operación comercial, cada subestación receptora debe suministrar alimentación a un conjunto de instalaciones, estableciéndose puntos frontera por rama. La explotación de los anillos asegurará que en condiciones no degradadas todas las instalaciones recibirán tensión de las dos ramas del correspondiente anillo. De esta manera, si en algún momento hay la necesidad de dejar sin servicio la rama desde la que se está suministrando energía, la instalación ha de poder conmutar a la otra línea sin verse afectada la operación comercial del sistema metro.

En el CCO se debe tener conocimiento en todo momento del estado de las celdas de línea (abierta/cerrada). El operador del CCO del suministro de energía tendrá capacidad para dar la orden de apertura/cierre de estas celdas de forma remota.

La gestión de los anillos se debe realizar desde el CCO mediante un programa de ayuda a la operación de los mismos, que se denominará Sistema de Gestión de Energía (SGE), en base a conseguir la optimización económica de la operación comercial.

Los diferentes tramos de cada rama de cada anillo de distribución deben contar con protecciones coordinadas para proteger el tramo correspondiente. La configuración de las protecciones se debe poder hacer a distancia desde el CCO. El sistema de protección eléctrica tendrá que proteger el sistema de distribución de energía contra cualquier defecto o perturbación eléctrica ocasionada por:

- Perforaciones del aislamiento de cables de potencia, por envejecimiento, corrosión, calentamiento, instalación defectuosa, etc
- Sobretensiones
- presencia de animales roedores que dañen los cables
- excesos de carga conectada a la línea
- puestas a tierra intempestivas
- falsas maniobras sobre celdas

Las perturbaciones anteriores podrían originar cortocircuitos, sobrecargas, tensiones homopolares, sobretensiones y subtensiones. El sistema de protección eléctrica debe ser capaz de detectar automáticamente estas perturbaciones de forma fiable, sensible y selectiva, y aislar, de manera rápida y selectiva, la parte de la instalación que ha presentado la falla, antes de que se produzcan desperfectos en los equipos. Es preciso delimitar al máximo la zona aislada, para garantizar la mínima incidencia sobre el suministro eléctrico del resto del sistema.

5.2.1.3.6 SCADA de Energía

El SCADA de Energía estará ubicado en el CCO y tendrá tres modos de funcionamiento:

- Automático: A petición del operador, el sistema calculará la configuración óptima y ejecutará las maniobras necesarias.
- Semiautomático: El sistema calculará la configuración óptima y la presentará al operador de energía. Éste decidirá si acepta la propuesta y en caso afirmativo el SCADA de Energía la ejecutará.
- Manual: Será el operador el que realice las maniobras. El SCADA de Energía informará de la situación.

El SCADA de Energía debe proponer, a petición del operador de energía, alternativas de reconfiguración de los anillos, para mejorar la operación de los mismos, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Maniobras mínimas.
- Mejora de la eficiencia energética (minimizar pérdidas por caídas de tensión).

Debe ser posible deshabilitar el criterio de maniobras mínimas, teniendo en cuenta los posibles cambios de configuración que se puedan plantear durante los mantenimientos programados fuera de operación comercial en horario nocturno.

5.2.1.4 Centros de transformación de Energía

Los Centros de Transformación de Energía, son las instalaciones que permiten la transformación de la energía eléctrica desde la tensión de distribución de 34,5 KV, procedente del anillo de distribución de instalaciones, hasta la tensión de utilización por parte de los consumidores finales 208/120 V (3F+N).

Adicionalmente puede ser necesaria una tensión trifásica a 380 Vcc ó 440 Vca para la utilización de algunos equipamientos (ascensores, escaleras mecánicas, ventiladores, equipos de taller, etc.) Los centros de transformación de energía se sitúan en los puntos de necesidad de tensión de utilización, los cuales son:

- Estaciones de viajeros.

- Talleres.
- Patios.

5.2.1.4.1 Aspectos generales

En todos los puntos de consumo, donde se requiere la instalación de centros de transformación de energía, se debe estudiar entre las siguientes opciones de configuración:

- Disponer de dos CTEs redundantes, totalmente independientes entre sí, uno en reserva, provisto cada uno de transformadores alimentados de distinta rama del anillo, que suministren las tensiones necesarias. En el CTE se realizará la entrada y salida del anillo.
- Disponer de un único CTE, con transformadores redundantes que suministren las tensiones necesarias, alimentados igualmente de diferente rama del anillo, haciendo entrada y salida.

En este documento se describe el caso de dos CTEs independientes. En el caso de que el estudio resuelva que debe haber un solo CTE, deben hacerse las adaptaciones correspondientes.

Se deben instalar un total de dos centros de transformación redundantes. Cada uno de ellos debe ser capaz de asumir el 100 % de la carga, aunque los sistemas de conmutación de Baja Tensión garantizarán que tan sólo uno de ellos aportará la carga demandada.

Cada uno de los dos centros de transformación debe estar conectado a una rama del anillo de distribución de instalaciones.

Preferentemente, se instalará un centro de transformación en las dependencias técnicas de cada andén, proviniendo los cables de la rama del anillo correspondiente que transite por el lado en cuestión. Cada Centro de Transformación de Energía constará de una zona común y de un recinto cerrado en forma de sala o celda donde se alojará el transformador, con acceso peatonal a través de la zona común, si bien puede haber una puerta de materiales directa a la celda del transformador hacia el andén, para el suministro o sustitución del transformador. El resto de las instalaciones del centro de transformación de energía se situarán en la zona común.

Los centros de transformación de energía deben incluir bandejas de cables por debajo del suelo técnico. Estas bandejas contendrán los cables de media tensión de las acometidas y los internos del Centro de Transformación de energía, los cables de Baja Tensión y los cables de control, debidamente separados entre ellos para garantizar la compatibilidad de funcionamiento de todos ellos.

Los elementos principales que forman parte de los centros de transformación de energía son:

- 2 celdas de acometida conectadas a la rama correspondiente del anillo de distribución de Instalaciones.

- 1 celda de grupo de protección del transformador.
- Transformadores de potencia 34,5/0,208 KV
- Conexión por cable aislado seco entre celda de grupo y primario de transformador.
- Tablero de protección de las salidas de baja tensión.
- Tablero de servicios auxiliares.
- Autómata de telemando.
- Instalaciones auxiliares: alumbrado, tomas de corriente, red de tierras, protección contra incendios, ventilación, etc.

5.2.1.5 Subestaciones de Tracción

Se dispondrá de una red de subestaciones de tracción distribuidas a lo largo del trazado, con el objetivo de transformar y rectificar la tensión alterna de suministro de los anillos de distribución (34,5 KV) en tensión continua (750 Vcc), para posteriormente distribuirla al sistema de tercer riel y alimentar, de esta manera, a todo el material rodante que circule.

5.2.1.5.1 Dimensionamiento

El dimensionamiento, número y distribución geográfica de las subestaciones de tracción se realizará mediante simulación de tracción. Los parámetros a considerar en esta simulación, entre otros, serán:

- SETs ubicadas en las estaciones.
- Características energéticas y de regeneración del material rodante seleccionado, para cumplir con los requisitos de explotación exigidos.
- Frecuencia máxima de operación para responder a la capacidad de transporte exigida.
- Características y secciones del tercer riel.

5.2.1.5.2 Criterios de funcionamiento

El dimensionado de una subestación de tracción debe permitir que ésta asuma la carga de una subestación de tracción colateral, en cualquier condición de explotación que se haya definido, sin que ello suponga ninguna pérdida ni degradación del servicio.

Cada subestación debe estar formada por un mínimo de dos grupos de tracción, dimensionados de manera que uno de ellos sea capaz de aportar toda la carga requerida a la subestación de tracción, incluido el fallo total de una subestación colateral sin afectar al servicio normal.

El sistema de tracción debe diseñarse de manera que se prevea la ampliación del mismo en fases posteriores, tanto por instalación de nuevas subestaciones como por el aumento de la potencia de una subestación. En este sentido, debe preverse el espacio para la instalación de un grupo de tracción adicional.

El tercer riel de alimentación de los trenes se dividirá en secciones de línea y cada sección de línea se alimentará por dos subestaciones de tracción. La conexión al tercer riel debe ser la típica de sistemas metropolitanos, de manera que, en condiciones normales de operación, cada vehículo recibirá energía eléctrica procedente de las dos subestaciones que le sean colaterales. Cada subestación de tracción debe tener la capacidad para alimentar en solitario las dos secciones de línea compartidas con sus subestaciones colaterales.

En las subestaciones de tracción existirán dos conexiones de servicio, conectadas cada una de ellas a una rama del anillo de tracción de 34,5 KV. Se dispondrá de celdas de acoplamiento de barras conectadas a cada rama del anillo, que permitirán alimentar desde las dos ramas del anillo SET. De esta manera, la caída de una de las líneas de 34,5 KV no debe afectar al normal funcionamiento de la subestación de tracción.

Los grupos de tracción deben dimensionarse para soportar los siguientes valores de sobrecarga:

- 100% en permanencia
- 150% durante 2 horas
- 300% durante 1 minuto

Los servicios auxiliares de la subestación de tracción se deben alimentarán a través de dos transformadores 34,5KV/BT redundantes. Los equipos y sistemas que por su operación requieran de una fuente segura de alimentación recibirán la energía a través de un sistema de alimentación ininterrumpida que garantice continuidad de suministro eléctrico. Además, la subestación de tracción también recibirá una línea de alimentación de la estación de pasajeros que la albergue o de la estación más próxima. Esta línea debe asegurar el funcionamiento de los servicios críticos de la subestación.

Desde el CCO se conocerá el estado de los equipos esenciales de la subestación, y en el caso que haya alarmas o desconexiones automáticas por protecciones será inmediatamente comunicada al CCO.

Las subestaciones de tracción deben disponer del equipamiento necesario dependiendo de su ubicación y de las posibles singularidades existentes. Son especialmente importantes las subestaciones que alimentarán a los Talleres, con grupos exclusivos para este fin.

El Contratista debe realizar un estudio de simulación eléctrica de tracción de la línea y definir el número, ubicación y potencias unitarias más adecuadas de las subestaciones de tracción, a partir de las características de la línea, vehículos y explotación definitivas.

El nivel de inyección de armónicos sobre la red eléctrica ofrecerá un nivel de distorsión armónica admisible para la compañía eléctrica suministradora.

Se debe prever a nivel de barras de 34,5 kV, la medida de energía consumida para cada Subestación de Tracción, para controlar el consumo de energía de cada acometida del anillo de tracción.

5.2.1.5.3 Criterios de seguridad

Los requisitos exigibles a los equipos y materiales que formen parte del sistema se deben elaborar en estricto cumplimiento de la normativa nacional e internacional aplicable sobre ridad, tanto del personal de operación y mantenimiento del sistema, como de los propios equipos. De acuerdo con lo indicado, el diseño de las instalaciones, así como las características constructivas de los equipos, debe cumplir con los siguientes requisitos generales:

- Protecciones o formas constructivas que impidan los contactos directos sobre zonas en tensión de la instalación.
- Sistemas de protección que garanticen el corte y aislamiento de las redes de alimentación en caso de fallas a tierra y cortocircuitos.
- Sistemas de puesta a tierra que eviten la transferencia de potenciales peligrosos en caso de defecto de las instalaciones y que garanticen los valores máximos admisibles de tensiones de paso y de contacto.

5.2.1.5.4 Criterios de mantenimiento

En el diseño del sistema se deben utilizar criterios orientados a la eficiencia del mantenimiento de las instalaciones. En este sentido, se aplicarán los siguientes criterios generales:

- Implantaciones de equipos y sistemas que permitan el rápido acceso y manipulación de todos los elementos operables de la instalación.
- Previsión de áreas para la entrada y salida de equipos.
- Modos de instalación que permitan la inspección de aquellas partes de la instalación que así lo requieran.
- La configuración establecida de alimentación de las subestaciones de tracción, debe permitir que cualquier acción de mantenimiento de las mismas que implique total desconexión, se pueda realizar sin afectar la operación del sistema, y por tanto, con costes más reducidos por no ser necesario efectuarlas en horario nocturno.

Teniendo en cuenta que las conexiones de servicio de las acometidas en cada subestación de tracción se deben realizar mediante doble seccionamiento de entrada y salida, cualquier tarea de mantenimiento o ampliaciones de estas líneas, debe poderse realizar aislando el tramo afectado sin dejar fuera de servicio ninguna de las subestaciones de tracción del sistema.

Los transformadores de las subestaciones de tracción deben ser del tipo seco, con ventilación natural y libres de mantenimiento.

5.2.1.6 Sistema de alimentación eléctrica por Tercer Riel

El sistema de alimentación eléctrica, es el encargado de transportar la energía entre la subestación de tracción y el material móvil que circula por la línea.

El retorno de la energía entre el material móvil y la subestación de tracción se hace a través del llamado circuito de retorno. El circuito de retorno también se abordará en este apartado.

La tensión de alimentación del sistema será de 750 Vcc. a través de tercer riel.

El sistema debe estar diseñado para operar a la velocidad máxima de diseño de la línea; además, debe respetar las distancias de aislamiento necesarias (tanto estáticas como dinámicas), para evitar el contacto o el salto del arco eléctrico entre una parte activa y una parte no activa.

5.2.1.7 Puesta a tierra de las instalaciones

El objetivo de los sistemas de puesta a tierra es garantizar la seguridad de las personas, los equipos y las instalaciones en el caso que se produzcan defectos eléctricos a masa, contemplando los posibles contactos de tipo directo e indirecto, y en los diferentes niveles de tensión que existirán (, 115 KV, 34,5 KV, 750 Vcc, Baja Tensión, etc.)

Teniendo en cuenta la seguridad, también es prioritario reducir al máximo el riesgo de aparición de corrientes parásitas, por lo que se deben tomar las medidas específicas adecuadas tanto en vía general como en los talleres y en las cocheras.

El diseño de los sistemas de puesta a tierra debe responder a los siguientes criterios:

- Tener en cuenta todos los niveles de tensión existentes y la convivencia de los diferentes sistemas de electrificación en espacios reducidos.
- Contemplar todas las incidencias eléctricas que se puedan dar y sus simultaneidades posibles.
- Ser un sistema robusto y confiable. Se deben evitar en la medida de lo posible, sistemas que requieran mantenimientos exhaustivos.
- Ser un sistema perdurable en el tiempo. Previendo y evitando que el sistema pueda dejar de ser seguro en el caso de que las condiciones del terreno o de contorno varíen.
- Ser respetuoso con instalaciones de terceros, desde el punto de vista de circulación de corrientes galvánicas. Para lo cual, debe disponerse de protecciones catódicas.
- Permitir el correcto y sencillo mantenimiento de las instalaciones.

5.2.1.8 Administración de la Compatibilidad Electromagnética (CEM)

El objetivo de la administración CEM es mitigar las interferencias producidas por las emisiones electromagnéticas, en los equipos propios del sistema de transporte, así como en los sistemas y equipos externos, así como las afectaciones al entorno y las personas, para la especificación

técnica de este apartado, el Contratista debe tener en cuenta los criterios establecidos en la serie de normas EN 61000 y UNE-EN 50121

5.2.2 Descripción Técnica

A continuación, se presenta una descripción técnica de los diferentes componentes del sistema de suministro eléctrico.

5.2.2.1 Subestaciones Receptoras

5.2.2.1.1 Dependencias de una Subestación Receptora

Las subestaciones receptoras deben constar, como mínimo, de las siguientes dependencias o recintos:

- **Galerías de cables:** A ambos lados de los pasillos de las galerías se instalarán ménsulas (Bandeja porta cable) para la colocación de los diferentes cables. La distancia vertical entre ménsulas (de la bandeja porta cable) debe permitir la evacuación del calor producido por los cables. Los cables de alta tensión se agruparán en ternas trifásicas (cable trenzado), montando cada terna sobre la bandeja porta cable. Las ternas se fijarán a las bandejas porta cable ménsulas por medio de abrazaderas.
- **Alta Tensión:** Con acceso a galerías, espacio lateral para acceso y mantenimiento, acceso previsto para entrada y salida de equipos y puente-grúa o materiales a utilizar para el montaje de los equipos.
- **Sala de Control Alta Tensión:** Situada al lado de la Sala de Alta Tensión, controlará tanto los equipos y elementos de alta tensión como los transformadores de distribución.
- **Celda Transformador de Tracción:** Con cerramiento y cumpliendo con las normas de instalaciones eléctricas NTC 2050, RETIE y de Codensa S.A., enclavamiento de acceso, carrileras, acceso a galerías y en el caso de interior ventilación forzada y extinción.
- **Celda Transformador de Instalaciones:** Con cerramiento y cumpliendo con las normas de instalaciones eléctricas NTC 2050, RETIE y de Codensa S.A., enclavamiento de acceso, carrileras, acceso a galerías y en el caso de interior ventilación forzada y extinción.
- **Celda Transformador de Reserva:** Con cerramiento y cumpliendo con las normas de instalaciones eléctricas NTC 2050, RETIE y de Codensa S.A., enclavamiento de acceso, carrileras, acceso a galerías y en el caso de interior ventilación forzada y extinción.
- **Media Tensión:** Acceso a galerías y espacio de reserva para ampliaciones.
- Resistencias de puesta a tierra del neutro
- **Sala Centralizada de Control de la Subestación Receptora:** Con acceso al control distribuido, réplica de la centralita de incendios y desde donde se comunica con el Centro de Control Operacional.

- **Sala de Comunicaciones:** Centraliza los equipos de comunicaciones (centralita telefónica, repartidores de fibra óptica, equipos de radio, servidores, centralita de megafonía, servidor de vídeo.
- **Sala de Baja Tensión:** Con los tableros de Servicios Críticos, servicios no críticos y − Transformador de SSAA 1: Con enclavamiento de acceso, detección y extinción de incendios (ésta última si el transformador es por aislamiento de aceite).
- Transformador de SSAA 2: Con enclavamiento de acceso, detección y extinción de incendios (ésta última si el transformador es por aislamiento de aceite).
- **Sala de Protección contra incendios:** Equipos centralizados de extinción automática, centralita de incendios, equipos de detección, etc.
- **Grupo Electrógeno:** Grupo electrógeno y depósito de combustible.

5.2.2.1.2 Alta Tensión

Las instalaciones de Alta Tensión deben estar formadas por celdas blindadas con tecnología GIS con conductores aislados en SF6. La configuración prevista debe ser un sistema de doble barraje y con un total de 6 posiciones:

- 2 posiciones de acometida: donde se conectarán las dos líneas provenientes de la compañía suministradora.
- 3 posiciones de protección: hacia cada uno de los 3 transformadores de potencia.
- 1 posición de acoplamiento.

Los cables, tanto de las líneas de acometida, como los de conexión con los transformadores, se deben conectar a través de botellas terminales a las celdas, mediante módulos de conexión de cable seco. La conexión se realizará en la parte inferior de las celdas, enlazando con las galerías de cables.

Las celdas deben estar constituidas por diferentes módulos montados sobre un bastidor común. Los módulos, construidos en fábrica, se ensamblarán entre si in situ. Los diferentes módulos incluirán los equipos de alta tensión (seccionadores, disyuntores, transformadores de medida, etc.), así como los barrajes. Cada módulo estará formado por una envolvente metálica y estanca aislada con gas SF6. Cada módulo tendrá controlada la presión del gas de este.

El punto de frontera entre el operador de red y el sistema metro, debe ser río arriba del interruptor (Circuit breaker) 115 kV instalado en la SER.

La conexión el punto de frontera, debe realizarse con cable aislado del tipo seco a través de las galerías de cables, a no ser que las instalaciones de operador de red estén en una ubicación y situación que permitan una conexión directa en tecnología blindada.

Se debe prever el sistema de comunicación e intercambio de información entre operador de red y sistema metro, mediante sistemas de Fibra Óptica y buses de comunicación.

5.2.2.1.3 Transformación

Las características básicas de los transformadores deben ser, como mínimo, las siguientes:

- Transformadores trifásicos a 60 Hz para instalación en intemperie/interior.
- Tipo aislado y refrigerado en aceite.
- Refrigeración natural al aire (ONAN) o forzada (OFAF), según cálculos.
- Grupo de conexión Dy5
- Neutro del secundario conectado a tierra mediante resistencias de puesta a tierra.
- Relación nominal de transformación: 115/34,5 KV
- Potencia nominal: Según estudios de cargas.

Los cables de entrada que provienen de las posiciones de salida de la sala de Alta Tensión entrarán en la celda del transformador por debajo, provenientes de las galerías de cables, para conectarse al primario del transformador mediante las correspondientes bornas. De la misma manera los cables de salida de 34,5 KV, conectados a los secundarios de los transformadores, circularán hasta la sala de Celdas de 34,5 KV a través de las galerías de cables.

Cada transformador dispondrá al menos de los siguientes elementos de protección: Termómetro de contacto, imagen térmica, transformador de intensidad monofásico para protección del recipiente, Relé Buchholz.

Cada transformador se mantendrá aislado del suelo mediante zapatas aislantes no higroscópicas montadas entre el recipiente y el tren de rodaje.

5.2.2.1.4 Media Tensión

Las celdas de 34,5 KV tendrán las siguientes características eléctricas:

- Celdas tipo interior.
- Aislamiento en SF6.
- Tensión nominal: 36 KV
- Barraje simple
- Grado de protección de componentes de alta tensión: IP-65.
- Tensión de los circuitos de control: 110 Vcc.
- Intensidad nominal del barraje: Según cálculos.
- Intensidad nominal de las derivaciones de conexión de servicio: Según cálculos.

Las celdas de protección del transformador y las de salida hacia los anillos de distribución serán con disyuntor.

El dimensionamiento de las barras y de las protecciones será acorde a las potencias circulantes.

Todo el equipamiento de 34,5 KV debe cumplir, al menos, con los siguientes requisitos:

- **Seguridad del personal y del suministro**: Instalación equipada con un completo sistema de enclavamientos mecánicos y eléctricos que aseguren la imposibilidad de realizar maniobras peligrosas para la instalación y para el personal de operación. También deben poseer una adecuada protección frente a elementos agresivos externos tales como insectos, humedad, ambientes corrosivos, etc., por lo cual son necesarias celdas totalmente estancas, blindadas, con aislamiento en gas SF6 y con el adecuado sistema de control de la presión del gas.
  Igualmente, y para evitar la propagación de arcos eléctricos, así como las sobre presiones producidas por estos, es imprescindible una compartimentación total de cada celda mediante compartimentos estancos que contengan en su interior los equipos, (seccionadores, barras, interruptores, etc.). Las operaciones de desconexión se realizarán siempre a través del interruptor automático, único dispositivo con capacidad de cortar la corriente nominal y los eventuales cortocircuitos. Los seccionadores se accionarán siempre en vacío.
- **Facilidad de reparación / mantenimiento:** Todas las celdas han de ser fácilmente substituibles, incluidas las centrales; es decir, sin necesidad de mover las celdas adyacentes. Se requiere un elevado grado de compartimentación, pudiéndose acceder con facilidad a cualquier elemento interno. El interruptor automático debe poder ser extraído con facilidad con la ayuda de un carretón de transporte, sin que sea necesaria la extracción de toda la celda. Los transformadores de intensidad serán del tipo tórico instalados al aire sobre cables de forma que permitan la manipulación por el operario sin necesidad de corte de tensión. Con el objetivo de facilitar y homogeneizar en lo posible las tareas de maniobra y mantenimiento, todas las celdas deben ser del mismo tipo y constitución y a ser posible de las mismas dimensiones.
- Modularidad: El diseño de la instalación ha de permitir la ampliación futura de la instalación de una forma sencilla y rápida, sin necesidad de modificaciones substanciales.

5.2.2.1.5 Servicios auxiliares

Como se ha indicado en el apartado funcional, deben contemplarse tres tableros o celdas diferentes:

- 208/120 V 3F+N Sistemas críticos.
- 208/120 V 3F+N Sistemas no críticos.
- 110 Vcc

En el interior de cada tablero se instalarán los interruptores adecuados para realizar la protección magnetotérmica y diferencial de cada una de las salidas hacia los diferentes servicios de la subestación receptora. Los interruptores tendrán como mínimo el poder de corte obtenidos en los cálculos de cortocircuitos, las desconexiones deben ser automáticas, con posibilidad de

accionamiento manual. Se deben instalar regletas de bornas diferenciadas para salidas de potencia y para señalización y control. Todos los elementos de protección tendrán contactos libres de tensión que estarán conectados al PLC de Servicios Auxiliares para la monitorización del estado de las líneas. Los tableros estarán construidos en chapa metálica Los tableros serán totalmente accesibles por la parte delantera y la entrada y salida de cables se harán por la parte inferior. Los tableros y salidas debn estar debidamente identificados mediante rotulación. Todos los interruptores deben estar debidamente protegidos contra contactos involuntarios con las manos.

Los elementos de medida como voltímetros y amperímetros, así como los pilotos de señalización deben ser visibles desde el exterior sin necesidad de apertura de las puertas. Los rectificadores-cargadores de baterías, necesarios para obtener el 110 Vcc a partir de corriente alterna contendrán los siguientes equipos:

- Rectificador-cargador de baterías, que transformará la tensión alterna de entrada en tensión continua.
- Conjunto de baterías de niquel-cadmio, instaladas en armario autoventilado.
- Módulo de control.
- Interruptores magnetotérmicos de protección.

La autonomía mínima del grupo electrógeno debe ser de al menos 24 horas. El grupo electrógeno debe estar instalado sobre una bancada metálica, la cual estará fijada al suelo mediante zapatas aislantes con la función tanto de aislar el equipo eléctricamente del suelo, como de evitar la transmisión de vibraciones y ruidos. El depósito de combustible se ubicará próximo al grupo electrógeno. El grupo electrógeno debe tener un cuadro de control dotado de un microprocesador que proporcionará el mando y control del grupo de manera automática o manual.

La ventilación se debe dimensionarse en base a un estudio inicial, donde se analizarán las cargas térmicas de los equipos de la subestación receptora. El aire de renovación se introducirá directamente desde el exterior. El sistema de ventilación expulsará el aire interior hacia el exterior y se debe garantizar que no haya recirculación que provoque que vuelva a entrar por el sistema de captación de aire fresco el aire saliente, por lo que es preciso separar adecuadamente los puntos de captación y extracción.

Las siguientes salas deben contar con ventilación forzada:

Celdas de transformadores de potencia (si no son exteriores), sala de Alta Tensión, salas de transformadores de servicios auxiliares y sala de grupo electrógeno. Se deben prever sistemas de silenciadores que sean precisos para garantizar un comportamiento acústico confortable en el interior de la subestación receptora y según las normas en el exterior de la misma.

Se debe realizar un estudio de climatización, para las salas que contengan equipos electrónicos: sala de control de Alta Tensión, sala centralizada de control de la subestación receptora y la sala de comunicaciones.

5.2.2.2 Anillos de distribución de energía

5.2.2.2.1 Celdas

Tanto en subestaciones de tracción, como en centros de transformación de energía, las celdas de media tensión serán de barraje simple.

Las celdas de acometida de las subestaciones de tracción deben tener, al menos, las siguientes características:

- Indicadores de presencia de tensión
- Zócalos y conectores rectos para cables (nº y sección según cálculos).
- Disyuntor.
- Seccionador trifásico de 3 posiciones (cerrado-abierto-puesta a tierra) de acometida a barras de accionamiento en vacío.
- Transformadores de intensidad toroidales.

Para proteger las líneas, las diferentes protecciones deben tener coordinación amperimétrica y cronométrica. Los relés de protección de las posiciones deben incorporar funciones de protección contra sobrecorrientes y cortocircuitos de fases y homopolar.

En función del escenario de operación que se proponga, se deben coordinar las protecciones para mantener la selectividad del sistema. En caso de fallo, se debe disparar la protección correspondiente y aislar el tramo afectado.

5.2.2.2.2 Cables

Los cables unen diferentes puntos consumidores de los anillos. Así en el caso de los anillos de distribución, deben existir uniones directas de cables entre las celdas de acometida de una subestación de tracción y su colateral. En el caso del anillo de instalaciones, los cables unirán las celdas de acometida de un centro de transformación de energía y las celdas de acometida del siguiente.

En el caso de los tramos de anillo entre subestaciones de tracción se debe minimizar los empalmes, dimensionando el tamaño de las bobinas para ello. De la misma manera, y dado que la distancia entre centros de transformación de energía es menor, los tramos de cable entre celdas de acometida no deben tener empalmes, para minimizar averías posteriores. En caso de realización de empalmes, se debe garantizar la continuidad del cable, tanto en lo que respecta al conductor como al apantallamiento del mismo, elaborando deflectores de campo adecuados en los terminales, para evitar solicitaciones eléctricas excesivamente localizadas.

El conjunto de empalmes debe mantener las mismas características de estanqueidad, resistencia mecánica y demandas térmicas y electromecánicas a cortocircuitos que el resto del cable. En estos empalmes, es de vital importancia eliminar la capa semiconductora sobre el aislamiento. En cualquier caso, una vez instalados los cables, debe comprobarse el correcto aislamiento de todo el cable, para detectar puntos dañados del mismo y para comprobar el estado de los empalmes, en el caso que los hubiera.

La cubierta de los cables, y especialmente los de túnel, deben ser de características que minimicen los efectos de un incendio:

- No propagador de incendios
- No propagador de la llama
- Baja emisión de humos
- Nula emisión de ácidos halógenos y tóxicos
- Libre de halógenos
- Baja corrosividad de los humos

La ubicación de los cables dependerá de la configuración de las diferentes secciones (túnel, exterior o viaducto). En el caso de los tramos en túnel, los cables se colocarán con abrazaderas de sujeción sobre ménsulas sujetas al hastial del túnel. En las demás secciones dependerá de la configuración que se prevea con canalizaciones para instalaciones u otras soluciones. En cualquier caso, las fijaciones deben soportar los esfuerzos mecánicos que puedan ocasionar las sobrecargas que puedan producirse.

5.2.2.3 Centros de transformación de Energía

5.2.2.3.1 Celdas de Media Tensión

Las celdas de media tensión de 34,5 KV deben formar un barraje simple, formado por tres celdas, dos de acometida y una de grupo, debe ser accesibles frontalmente y se preverá el espacio para el acceso de los cables. Las celdas tendrán las siguientes características generales:

- Aislamiento en SF6.
- Tensión de funcionamiento: 34,5 KV.
- Barraje simple.

El Barraje debe estar dimensionado según la capacidad de transporte nominal del anillo de distribución.

Las características de las celdas del anillo de distribución constarán en el apartado correspondiente a Distribución.

La celda de grupo debe ser con interruptor automático de corte en vacío y seccionador de tres posiciones (conectado-desconectado-puesta a tierra) en serie con él. Las celdas deben ser motorizadas, permitiendo el accionamiento del interruptor automático en local o a través del telemando. El interruptor automático y el seccionador de puesta a tierra deben ser independientes, pero deben estar enclavados para no permitir la conexión del interruptor automático con el seccionador de puesta a tierra cerrado, ni viceversa.

Las celdas deben incluir todos los equipos o aparatos de protección y medida que sea necesaria, la cual será telemanda desde el sistema de Control Distribuido del Centro de Transformación de energía. La alimentación de las maniobras debe ser a 110 Vcc, mediante el suministro de una fuente de alimentación + baterías.

5.2.2.3.2 Control y gestión de los equipos

Los centros de transformación de energía deben estar dotados de un autómata, que permitirá la señalización del estado de las instalaciones y su telemando a distancia. Este autómata debe ser compatible con los autómatas de nivel superior del sistema de comunicaciones.

5.2.2.3.3 Transformador

Los transformadores se deben alojar en celdas específicas. Las puertas de acceso (tanto la de entrada de material como la de entrada de personal) estarán enclavadas, de manera que se evite su apertura si el transformador está energizado. Deben cumplir con las normas NTC 2050, RETIE y de Codensa S.A. relacionado con las celdas para transformadores en aceite o tipo secos según el caso.

Las dimensiones de la celda del transformador deben ser suficientes para mantener las distancias eléctricas necesarias y para permitir el acceso del personal de mantenimiento por todos los costados del transformador. La celda dispondrá del sistema de ventilación adecuado para permitir la correcta refrigeración del transformador.

Los transformadores pueden ser de dos tipos:

- Transformadores de aceite.
- Transformadores secos.

Los cables de media tensión provenientes de la celda de grupo deben transitar a través de las bandejas situadas en el falso suelo para acceder al transformador desde éstas mismas.

Del secundario del transformador partirán los cables de baja tensión, que conectarán con el Tablero correspondiente de la Sala de Baja Tensión mediante las protecciones eléctricas de salida del Centro de Transformación de energía correspondientes.

5.2.2.3.4 Servicios Auxiliares

- **Ventilación**

Se debe calcular la ventilación necesaria para evacuar el calor generado tanto en la zona común como en la celda del transformador. Debe existir un circuito de impulsión y un circuito de extracción, teniendo en cuenta que las rejas de captación y extracción de aire estén debidamente separadas para garantizar que no haya recirculaciones del aire caliente de salida.

Tanto en la entrada como en la salida de aire se debe instalar compuertas cortafuegos conectadas al sistema de protección contra incendios para que, en caso de incendio, se sectorice la sala y el incendio quede confinado.

La puesta en marcha de la ventilación puede ser mediante conexión manual o mediante el accionamiento a través de un termostato de ambiente situado en el interior.

- **Protección contra incendios**

La instalación por prever dependerá de la tipología del transformador a instalar. Así, para todos los casos, será necesaria la instalación de sistemas de detección de incendios conectados con la centralita de incendios instalada en la estación.

En el caso de que los transformadores instalados sean de aceite, se debe instalar un sistema de extinción automática, preferentemente por agua nebulizada y la celda del transformador debe sectorizarse adecuadamente con las medidas pasivas que garanticen el confinamiento del incendio en caso de producirse.

5.2.2.4 Subestaciones de tracción

5.2.2.4.1 Aspectos generales

Las Subestaciones de Tracción deben incluir como mínimo, los siguientes elementos:

- Celdas de 34,5 KV para la alimentación desde el anillo de distribución de tracción.
- 2 transformadores de tracción y previsión de espacio para un tercero.
- Rectificadores de potencia a 750 Vcc, tensión de alimentación del tercer riel.
- Celdas de corriente continua a 750 Vcc para la salida de los retornos.
- 2 transformadores para la alimentación de los servicios auxiliares.
- Servicios auxiliares de la subestación (alumbrado, tomas de corriente, ventilación forzada, climatización, detección automática de incendios, extintores portátiles, etc.)
- Sistemas de alimentación ininterrumpida para las cargas críticas.
- Sistema integrado de control distribuido e integración en el sistema de telemando de energía.
- Red de puesta a tierra.

- Obra civil asociada.

Las instalaciones deben disponer de equipos y sistemas de potencia de última generación (rectificación dodecafásica, celdas de 34,5 KV modulares y sofisticados sistemas de control distribuido que permitirán su funcionamiento automático y seguro.

En los tramos de túnel, las subestaciones de tracción deben estar situadas en recintos específicos situados en las estaciones de pasajeros. En secciones exteriores o viaducto, si bien se considera mejor para reducir el impacto visual, la colocación de las subestaciones de tracción junto a las estaciones de pasajeros, podrán ubicarse previa autorización en el lugar óptimo, de acuerdo con la ubicación resultante de la simulación de tracción correspondiente.

5.2.2.4.2 Instalaciones de Media Tensión

La tipología de la subestación de tracción debe ser interior, con celdas de media tensión de 34,5 KV y debe disponer de una celda de 34,5 KV de protección de cada grupo transformador–rectificador, que protege contra cortocircuitos y sobrecargas (sobretensión, sobre intensidad, bajo voltaje, imagen térmica y frecuencia).

Los transformadores de las subestaciones de tracción deben ser del tipo seco, con ventilación natural y libres de mantenimiento.

También debe haber dos celdas de protección de los dos transformadores de servicios auxiliares, que protejan contra cortocircuitos y sobrecargas.

Todos los transformadores (de tracción y auxiliares) deben disponer de una sonda de control de temperatura, con señal de alarma y apertura por sobre temperatura.

5.2.2.4.3 Instalaciones de corriente continúa

Las celdas de corriente continua son del tipo modular, constando de un embarrado de tres polos (positivo, negativo y by-pass). Todos los elementos de seccionamiento deben ser motorizados, alimentados a 110 Vcc. Se debe prever acceso para el personal de mantenimiento a través de un pasillo posterior.

Las subestaciones de tracción tipo, deben tener un total de 4 celdas de alimentación de tracción, 1 de by-pass y una de retornos. No obstante, la composición final de celdas dependerá del esquema de alimentación al tercer riel, en cada caso.

La rectificación se debe realizar mediante dos puentes de Graetz trifásicos conectados en paralelo, obteniendo rectificación dodecafásica.

Las celdas de alimentación de tracción deben disponer de un disyuntor extrarrápido de corriente continua extraíble y un seccionador de by-pass. Estarán equipadas con la aparamenta de medida y relés digitales de protección con las siguientes funciones:

- EDL (Ensayo de Línea): Este dispositivo servirá para verificar el aislamiento y la resistencia de aislamiento del tercer riel y permitirá un reenganche automático rápido.
- La resistencia del tercer riel será medida haciendo pasar por ella una corriente de ensayo.
- DDT (Comparador de Tensión): En el caso que en el momento de conectar un interruptor de tracción ya exista tensión en línea debida a otra subestación de tracción colateral, será necesario que antes de cerrar automáticamente el interruptor extrarrápido, se analice la tensión en la línea comparándola con la tensión de salida de los rectificadores de la subestación y bloqueando la conexión, en caso que la diferencia supere un umbral de seguridad.
- DDL (Defecto de Línea): Por medio de un sistema comparador detecta los defectos de línea y hace disparar el interruptor extrarrápido. El sistema envía una señal al equipo de arrastres de la subestación de tracción. Este equipo, conociendo que disyuntor ha disparado y el estado de los seccionadores de la línea (información proveniente del Telemando de Energía), enviará una señal de desconexión al disyuntor de tracción correspondiente de la subestación colateral, el cual estaba alimentando en paralelo el cantón afectado por el defecto.

La salida de las líneas de tracción hacia el sistema de alimentación se realiza a través de seccionadores de tracción ubicados en la Sala de seccionadores.

El polo negativo del embarrado de corriente continuo se conecta a los cables procedentes de los rieles de la vía a través de la celda de retornos, llevándose a cabo la medida de intensidad para cada uno de los retornos. Las funciones principales de la celda de retornos será la vigilancia y protección contra:

- Sobretensiones entre la barra negativa (riel) y tierra.
- Defectos eléctricos de las celdas a tierra.
- Intensidades de retorno.
- Diferencias de tensión entre barra positiva-negativa-by-pass.

Los seccionadores ubicados en la Sala de Seccionadores adyacente a la subestación de tracción deben estar integrados en la red de comunicaciones de la subestación.

5.2.2.4.4 Control y gestión de las subestaciones de tracción

Todas las subestaciones deben poder operar sin personal permanente, gracias a un sistema de control distribuido basado en autómatas programables. En condiciones de operación normales, el funcionamiento debe ser automático, aunque el sistema debe estar permanentemente

supervisado desde el SCADA de Energía del CCO de la línea. Desde el CCO se debe tener conocimiento del estado de los circuitos de potencia de todas las subestaciones, y se recibir la información de cualquier incidencia o alarma que se dé. El Operador de Energía del CCO debe poder acceder a los circuitos de potencia y modificar su estado en remoto.

Desde el punto de vista de protección y control distribuido, se debe prever todos los relés de protección, PLCs dedicados, Puesto de Control Local y red de comunicaciones interna de cada subestación. Así mismo, se debe prever el equipamiento de conexión al sistema de comunicaciones previsto.

Las subestaciones de tracción deben estar dotadas de los siguientes niveles de control:

- Nivel a pie de equipo, desde los propios equipos.
- Nivel local, desde el autómata (PLC) de control de cada equipo.
- Nivel centralizado local, desde el Puesto de Control Local (PCL) de cada subestación.
- Nivel de telemando remoto, a través del Telemando de Energía desde el PCC.

La prioridad sobre el control siempre debe recaer en el nivel inferior (local), anulando cualquier posibilidad de control desde los niveles superiores (remoto) mientras duren las operaciones correspondientes.

5.2.2.4.5 Servicios auxiliares

Las subestaciones deben ir equipadas con los servicios auxiliares necesarios para garantizar una explotación segura (alumbrado normal y de emergencia, ventilación forzada, detección automática de incendios, protección antiintrusión, puesta a tierra,etc), el control de los cuales debe estar integrado en el sistema de control distribuido general.

Cada Subestación de Tracción debe disponer de un cuadro general de distribución de Baja Tensión con los siguientes embarrados:

- Servicios comunes corriente alterna: Ventilación, climatización, alumbrado normal, tomas de corriente, sistema de Protección contra incendios, sala de seccionadores, etc.
- Servicios críticos en corriente alterna: Rectificador, subcuadro de seccionadores, Videovigilancia, tomas de corriente sala de control, alumbrado de emergencia, ondulador, compuertas de ventilación, centralita de incendios, armario de comunicaciones,
- Servicios críticos a 110 Vcc: Puesto de mando local, maniobra y protecciones de celdas (MT y CC), cuadro Servicios Auxiliares, armario medida, seta de desconexión general, enclavamientos puertas transformadores, ondulador, alumbrado de continua,
- Línea de Baja Tensión procedente de la estación de viajeros más próxima, para conmutación de los servicios críticos en el caso de pérdida del suministro habitual.

Cada subestación de tracción debe disponer de un sistema rectificador-cargador redundante, conectado al embarrado de 110 Vcc.

Cada subestación de tracción deb constar de una red de tomas de corriente de 208 V (3F+T) y otra de 120 V (2F+T). Se debe disponer de un sistema de ventilación en la subestación de tracción para garantizar la evacuación de calor en condiciones nominales de funcionamiento, tanto de las diferentes celdas de transformadores, como de la sala de control, como del resto del recinto. En función de la temperatura de funcionamiento de los equipos electrónicos, puede ser preciso instalar climatización en la sala de control.

Las subestaciones de tracción deben tener sistemas de protección contraincendios, basados en sistemas automáticos de detección conectados a la centralita de incendios y equipos portátiles de extinción (extintores).

Cada subestación de tracción debe tener tres tipos de alumbrado:

- Alumbrado Normal: Alimentado desde el Tablero de Servicios No críticos
- Alumbrado de Emergencia: Alimentado desde el Tablero de Servicios Críticos, asegurando iluminación suficiente en el caso de situaciones degradadas de suministro eléctrico.
- Alumbrado de Evacuación: En caso de pérdida del resto de alumbrados, iluminación mínima para poder evacuar el recinto, alimentado de forma autónoma.

La obra civil asociada (tabiquería, puertas de acceso, suelos técnicos, forjados y otros elementos y obras) debe ser la necesaria para el correcto funcionamiento de las subestaciones de tracción.

5.2.2.5 Sistema de alimentación por Tercer riel

5.2.2.5.1 Aspectos generales

Para minimizar las corrientes vagabundas, se deben tomar en cuenta todas las indicaciones contenidas en la norma UNE-EN 50122-2 "*Medidas de protección contra los efectos de las corrientes vagabundas producidas por los sistemas de tracción de corriente continua*"

5.2.2.5.2 Salas de seccionadores

Las salas de seccionadores deben contar, al menos con los siguientes equipos:

- **Detectores de tensión:** Los detectores de tensión son dispositivos de funcionamiento automático y totalmente autónomo de cualquier fuente de alimentación exterior.
- **Descargador de intervalos:** Es un dispositivo de funcionamiento automático, motorizado, con posibilidad de mando manual con y sin tensión de maniobra, que controla permanentemente la tensión carril-tierra y en el caso de superar el valor de ajuste "Tensión Máxima", (sobretensión motivada por un defecto de aislamiento que provoca la elevación del potencial de los herrajes de una sala de seccionadores de tracción o de la

subestación de tracción, respecto al carril), conecta la tierra de los herrajes de la sala de seccionadores o de la subestación de tracción al carril, descargando la tensión peligrosa.

- **Tableros de seccionadores:** Corresponden a los tableros eléctricos de los seccionadores a controlar.
- **PLC's de gestión y control:** Se trata de dispositivos para la gestión y control de la maniobra de los seccionadores.
- Control centralizado con telemando de seccionadores: Equipo que gestiona el mando remoto de los seccionadores desde el SCADA de Energía del CCO de la línea.
- **Seccionadores:** Seccionadores motorizados con capacidad de corte en carga, permiten el corte de secciones del tercer riel y/o su puesta a tierra, de forma visible. Disponen de mando manual y telemando.

6 RESULTADOS

6.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe presentar, como parte de la "Debida Diligencia de la Información", un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

6.2 FACTIBILIDAD: SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA

Dentro del entregable del Sistema de alimentación eléctrica, se deben incluir como mínimo los siguientes productos:

- Memoria descriptiva y dimensionamiento básico de los distintos componentes que forman parte del sistema de alimentación de energía eléctrica, indicados a continuación:
- Subestaciones Receptoras con todos sus componentes.
- Alimentadores de Distribución
- Centros de Transformación de Energía con todos sus componentes.
- Subestaciones de Tracción con todos sus componentes.
- Sistema de alimentación de energía eléctrica, en sus diferentes niveles de tensión.
- Puesta a tierra de las instalaciones
- Administración de la Compatibilidad Electromagnética (CEM)
- Cálculos de regulación eléctrica.
- Esquema de protecciones necesarias.
- Filtros de Armónicos en las subestaciones que lo requieran.
- Cálculos de energía reactiva y sus compensaciones.
- Requerimientos de Pruebas y Puesta en servicio, de documentación y de capacitación.

- Informe de simulación para el dimensionamiento del sistema de alimentación de energía eléctrica (AT, MT, BT y Tracción), en condiciones normales y degradadas.
- Informe de simulación de ahorro de energía.
- Descripción de procedimientos de los modos degradados.

- Estudios específicos justificativos:

Se realizarán estudios específicos para justificar las soluciones adoptadas. Como mínimo, estos estudios deben ser los siguientes:

- Estudio de número y ubicación de subestaciones receptoras: Con un planteamiento global de la red completa, estudiar y ubicar las subestaciones receptoras necesarias para la Línea 2 de Metro de Bogotá, según los criterios planteados en el apartado correspondiente, estudiando la solución para toda la red de metro a partir de las subestaciones receptoras mencionadas. El estudio debe considerar la configuración y dimensionamiento de los anillos de distribución.
- Dimensionamiento de las potencias necesarias en las receptoras: En base a estimaciones de consumos de las instalaciones de las diferentes dependencias de la red, los datos de las simulaciones eléctricas y teniendo en cuenta las pertinentes simultaneidades, se debe estimar la potencia necesaria para los transformadores de las subestaciones receptoras, teniendo en cuenta la correspondiente reserva.
- Simulación eléctrica de la red de tracción: Ubicación y dimensionamiento de las subestaciones de tracción a partir de los datos de operación requeridos, características del material móvil y dimensionamiento de las instalaciones fijas que forman parte de los circuitos de tracción.
- Elección de la tensión de los anillos de distribución: Con base en los equipos disponibles en el mercado, las tensiones de distribución estándares en Colombia y los estudios de eficiencia energética para las potencias transportadas, decidir si es óptima la utilización de la tensión de distribución de 34,5 KV.
- Configuración de los Centros de Transformación de Energía: Se debe realizar un estudio técnico-económico para decidir entre las dos opciones planteadas:
    - Disponer de dos CTEs redundantes o disponer de un único CTE.
    - Se evaluarán tanto la confiabilidad como la disponibilidad de cada opción, así como el análisis del cumplimiento de la normatividad de aplicación para cada caso, evaluándose la conexión a una acometida exterior de compañía en baja tensión, si la normatividad así lo permite.

- Determinación del sistema para garantizar la alimentación de los servicios críticos de la receptora: En función de las potencias necesarias, los tiempos de garantía del suministro, el riesgo de incendio, los costes de mantenimiento etc., estudiar la opción óptima de suministro de entre estos dos sistemas: Grupo electrógeno o UPS.
- Subestaciones Receptoras: Se incluirán los criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de estas soluciones para las diferentes subestaciones receptoras.
- Anillos de Distribución: Se incluirán los criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de estas soluciones para los anillos de distribución.
- Centros de Transformación de Energía: Se incluirán los criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de estas soluciones para los centros de transformación de energía.
- Subestaciones de Tracción: Se incluirán los criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de estas soluciones para las subestaciones de tracción.
- Tercer Riel: Se incluirán los criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de estas soluciones para el tercer riel.
- Puesta a tierra de las instalaciones: Se incluirán los criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de estas soluciones para la Puesta a Tierra de las Instalaciones, los cálculos de malla a tierra de acuerdo con las normas eléctricas.

Se deben incluir todos los planos requeridos para definir el sistema de alimentación de energía eléctrica a nivel de factibilidad.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 19

PATIOS Y TALLERES

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETIVO 5
2 NORMATIVIDAD 5
3 INSUMOS NECESARIOS 6
4 ALCANCE 7
4.1 DEBIDA DILIGENCIA 8
4.2 FACTIBILIDAD 8
4.2.1 Aspectos básicos para el dimensionamiento 8
4.2.2 Criterios de diseño 9
4.2.3 Especificaciones técnicas 10
4.2.3.1 Climatología, hidrología y drenaje 10
4.2.3.2 Movimiento de tierras 10
4.2.3.3 Diseños arquitectónicos y urbanísticos 11
4.2.3.4 Estudios funcionales 11
4.2.3.5 Estructuras 12
4.2.3.6 Métodos Constructivos 12
4.2.3.7 Instalaciones no ferroviarias 12
4.2.3.8 Estudio de rutas de evacuación 13
4.2.3.9 Métodos Constructivos 13
4.2.3.10 Materiales de acabados 13
4.2.3.11 Criterios de eficiencia y sostenibilidad ambiental 14
4.2.3.12 Criterios de inclusión 15
4.2.4 Descripción funcional 15
4.2.4.1 Patios 15

4.2.4.2 Definición del material móvil 16
4.2.4.3 Definición del trazado: descripción y parámetros de diseño. 16
4.2.4.4 Definición de la operación 16
4.2.4.5 Taller 16
4.2.4.5.1 Funcionalidad 17
4.2.4.5.2 Usos 18
4.2.5 Descripción técnica 19
4.2.5.1 Superestructura 19
4.2.5.2 Instalaciones ferroviarias 19
4.2.5.2.1 Instalaciones de seguridad 19
4.2.5.2.2 Telecomunicaciones 19
4.2.5.2.3 Sistema de Alimentación de Energía Eléctrica. 20
4.2.6 Instalaciones Técnicas en Patios y Talleres 20
4.2.6.1 Equipamiento industrial 26
5 RESULTADOS 27
5.1 DEBIDA DILIGENCIA 27
5.2 FACTIBILIDAD: DE PATIOS Y TALLERES 27

Abreviaturas

ASTM: American Society for Testing and Materials - Sociedad Americana Para Pruebas y Materiales

BIM: Building Information Modeling – Modelado de Información para Construcción

BS: British Standards – Normas Británicas

CCO: Centro de Control Operacional

CCTV: Circuito Cerrado de Televisión

DIN: Deutsches Institut für Normung - Instituto Alemán de Normalización

EMB: Empresa Metro de Bogotá

IEC: International Electrotechnical Commission- Comisión Electrotécnica Internacional

ISO: International Organization for Standardization - Organización internacional de normalización

MR: Material Rodante

NF: Norma Francesa

NTC: Normas Técnicas Colombianas

PLMB: Primera Línea Metro de Bogotá

PMPT: Puesto de Maniobras del Patio Taller

PMP: Plan de Mantenimiento Preliminar

RAMS: Reliability Availability Mantainability Safety - Confiabilidad Disponibilidad Mantenibilidad Seguridad

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition - Supervisión Control y Adquisición de Datos

UIC: Union International des Chemins de fer -Unión Internacional de los Ferrocarriles

ET 19 – Patios y Talleres

1 OBJETIVO

El objeto del presente documento consiste en definir las especificaciones funcionales y requerimientos que el Contratista debe cumplir en la elaboración de los diseños a nivel de factibilidad de los Patios y Talleres de la Línea 2 del Metro de Bogotá.

Las prescripciones aquí descritas engloban la información necesaria relativa a los requisitos funcionales y operacionales que deben cumplir los Patios y Talleres de la Línea 2 del Metro de Bogotá, siguiendo los niveles de calidad y prestaciones establecidas en las presentes especificaciones.

Con el producto de diseño así obtenido, se espera que un licitador posterior pueda desarrollar la ingeniería de detalle, su construcción y puesta en operación de los Patios y Talleres.

2 NORMATIVIDAD

Siempre que sea posible se hará referencia a la normativa a aplicar. Todos los elementos se deben diseñar de acuerdo con las normas internaciones en sus últimas versiones, así como toda la normativa de carácter nacional y local de ampliación, incluyendo las referentes a temas urbanísticos, ambientales, estructurales, etc.

El Contratista debe actualizar el listado de normas propuestas a la última versión vigente al momento del estudio de factibilidad.

En el caso de aplicación de normas EN y UIC, el orden de prevalencia de las normas para el diseño será el siguiente: primero normas EN, y después las internacionales IEC, UIC e ISO. En caso de que estas normas no apliquen, las aplicables serán las normas BS, DIN y NF.

El Contratista debe respetar el conjunto de reglamentaciones colombianas, incluso aquellas que no se encuentren listadas en este documento, salvo que se indique lo contrario.

El Contratista podrá proponer estándares alternativos distintos a lo definido en una norma, siempre y cuando estos sean iguales o de mayor exigencia de calidad. En ese caso será responsabilidad del Contratista, gestionar ante el organismo que emitió la norma aplicable que se quiera reemplazar, un concepto mediante el cual se garantice la equivalencia para la aplicación del estándar alternativo.

Entre otras normas se deben considerar las siguientes:

- Organización Internacional de Normalización (ISO);

- Comisión Electrotécnica Internacional (IEC);
- Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC);
- Normas Francesas (NF);
- Normas Alemanas (DIN);
- Normas Europeas (EN);
- Manual de Normativa Férrea – Parte I – Ministerio de Transporte (2013).
- Manual de Normativa Férrea – Parte II – Ministerio de Transporte (2013).

Para el diseño de las edificaciones del Patio Taller se debe aplicar la normatividad indicada en la Especificación Técnica ET 13 “Estructuras”.

Igualmente, se deben considerar al menos las siguientes:

- Normas Técnicas Colombianas (NTC), entre las cuales se destacan, sin limitarse a estas:

  - NTC 6047 – Accesibilidad al medio físico.
  - NTC 6047 – sobre movilidad reducida,
  - NTC 414 – Accessibilidad a Edificios y Espacios Urbanos.
  - NTC 5183 – Ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores
  - NTC 4139 – Por el cual se reglamenta la accesibilidad a los modos de transporte a la población en general y en especial de las personas con discapacidad.

- Ley 361 de 1997 – Por la cual se establecen mecanismos de integración social de las personas en situación de discapacidad y se dictan otras disposiciones.

3 INSUMOS NECESARIOS

El Contratista debe recopilar y analizar, previo al inicio de los trabajos objeto del presente Contrato, los diferentes estudios y proyectos realizados sobre el metro de Bogotá o sobre cualquier otra infraestructura o medio de transporte relacionado con él, principalmente:

- El Contratista debe revisar, adaptar y complementar la documentación existente relativa al diseño de los Patios y Talleres, obtenida durante el proceso de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá, así como los Apéndices Técnicos definidos para la PLMB.
- Documento de diseño de Patios y Talleres de la Ingeniería Básica avanzada de la Primera Línea del Metro de Bogotá - PLMB.
- Referencias y bibliografía de Patios y Talleres de otros sistemas ferroviarios nacionales e internacionales en estructuración a nivel de factibilidad, en construcción o en operación.
- Documentos que se produzcan durante la ejecución del mismo contrato y que complementen el diseño de Patios y Talleres.

En cualquier caso, estos documentos deben ser considerados como referencia, no limitándose los estudios y diseños a realizar lo reflejado o indicado en los mismos.

La gestión en la obtención de la información que se considere como necesaria para el desarrollo de las actividades descritas en este apéndice es responsabilidad del Contratista, el Estructurador y la EMB podrán apoyar, en lo que esté a su alcance, dicha gestión; no obstante, cualquier inconveniente en este proceso no puede verse reflejado en el retraso de los productos y plazos establecidos.

4 ALCANCE

La Línea 2 del Metro de Bogotá requerirá de un taller de mantenimiento y pruebas para el material móvil y la infraestructura (predictivo, preventivo y correctivo) y unos patios para el estacionamiento de trenes cuando no estén circulando, además de unas áreas de apoyo de carácter administrativo para el apoyo de la gestión de operaciones y mantenimiento del sistema.

El diseño a nivel de factibilidad del Patio Taller debe dimensionarse para la flota de trenes, equipos auxiliares de mantenimiento y modelo de operación establecido para la línea 2 del Metro de Bogotá. Estas infraestructuras deben dimensionarse para albergar dicha flota, como mínimo durante los próximos 30 años y, en cualquier caso, debe cubrir las necesidades de espacio, desde el inicio de la operación comercial del sistema y debe considerar los posibles cambios en la flota de trenes, vehículos auxiliares de mantenimiento y equipos auxiliares de mantenimiento, así como, los cambios que se produzcan en el modelo de operación en concordancia, además, debe prever el incremento de la demanda y una futura extensión de la línea.

Se debe tener en cuenta una adecuada inserción urbana de los Patios y Talleres. Así mismo se debe diseñar las vías de acceso vehicular y peatonal para los vehículos que presten el servicio a los funcionarios, así como, la entrada de equipos, materiales, insumos, repuestos, etc., estas vías de acceso deben estar conectadas con la malla vial y peatonal existentes de la ciudad.

Partiendo de los estudios existentes, el Contratista debe definir, en primer término el Layout del Patio y Taller, y a partir de allí elaborar el diseño a nivel de factibilidad de todas sus instalaciones, incluyendo: el diseño arquitectónico, urbanístico, estructural, instalaciones y sistemas electromecánicos, la distribución en el interior de los mismos según su funcionalidad, los esquemas de vías que permitan el movimiento de los trenes para la realización de las tareas de mantenimiento en el interior del(los) taller(es), los esquemas de vías de acceso a los talleres y a la cochera o patio considerando las diferentes fases de operación de la línea, las zonas de transferencia de control entre el Puesto de Maniobras del Patio Taller (PMPT) y el Centro de Control Operacional (CCO), así como todo el equipamiento que sea necesario.

Igualmente, el Contratista debe analizar la conveniencia de disponer de algunas áreas de mantenimiento menor o rutinario, en diferentes sitios estratégicos a lo largo de la línea (extremos o intermedios), buscando con ello optimizar las labores de operación y mantenimiento y considerando las diferentes estrategias que se planteen dentro de los respectivos planes de operación y mantenimiento.

4.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe, por su cuenta, investigar, recopilar, analizar, revisar, consultar y evaluar la información encontrada de todos los estudios previos que se han realizado en el área de los Patios y Talleres, con el fin de verificar con la situación actual, comprobando en terreno, cuando sea necesario la concordancia de los planos encontrados, especialmente cuando se considere que estos serán un insumo para el diagnóstico o diseño del proyecto.

La revisión de la información producto de estudios previos, especialmente los relacionados con el numeral anterior, busca que el Contratista conozca al detalle los insumos que existen, los evalúe y determine cuáles de ellos debe considerar como determinante en sus diseños; es decir, cuales siguen siendo válidos o pertinentes y cuales son necesarios actualizar, teniendo en cuenta los parámetros que se han planteado en el proyecto.

El Contratista debe revisar, adaptar y completar la documentación existente relativa al diseño de los Patios y Talleres, obtenida durante el proceso de prefactibilidad para la Línea 2 del Metro de Bogotá. Lo anterior, con el fin de estructurar el documento de especificaciones técnicas, parámetros y condiciones para el diseño a nivel de factibilidad de los Patios y Talleres.

Además, es preciso revisar las normas relacionadas con todos los instrumentos de planeación y normativos adoptados o en proceso de adopción, que se localicen en el área de influencia del proyecto que puedan ser determinantes para el diseño del mismo. Por lo mismo, es preciso que el Contratista haga su propia investigación en las entidades competentes.

4.2 FACTIBILIDAD

4.2.1 Aspectos básicos para el dimensionamiento

Las dimensiones de los recintos de mantenimiento y de los patios deben corresponder a la flota de trenes que circulen por la línea, teniendo en cuenta las diferentes fases de desarrollo del proyecto y se debe tener en cuenta una reserva de terrenos para una posible ampliación de la flota a medio plazo.

Es recomendable que los terrenos se encuentren cerca de la línea y, dependiendo de su ubicación, debe considerarse lugares de estacionamiento en los terminales de la línea, ya que la distribución de los trenes afectará a la apertura del servicio diario.

El mantenimiento de la flota de trenes debe asegurar que su ciclo de vida sea el exigido al fabricante y que el servicio de operación tenga a su disposición los trenes que necesite en todo momento. El cumplimiento de estas exigencias obligará a que los recintos de mantenimiento se dimensionen adecuadamente para realizar los trabajos de mantenimiento preventivo y predictivo que correspondan y los correctivos cuando se produzcan. La(s) cochera(s) se deben organizar de modo que el servicio de operación pueda mover fácilmente los trenes.

4.2.2 Criterios de diseño

Los diferentes edificios, estacionamientos, y demás instalaciones de los Patios y Talleres deben tener una imagen corporativa uniforme, estética y de carácter formal de acuerdo con las actividades que en ellos se desarrollarán.

El diseño de los Patios y Talleres debe ajustarse a una suma de circunstancias tales como la geometría del terreno, los distintos circuitos de circulación de los trenes, vehículos y peatones. El objetivo del diseño debe ser el de clarificar y simplificar estos flujos de circulación, por consiguiente, el Contratista debe analizar entre otras las siguientes variables:

- La circulación de trenes entre el taller y la playa de vías (haz de vías) de estacionamiento.
- La circulación de trenes entre los patios y la línea de servicio del tren.
- La circulación en el recinto del taller-estacionamiento de los vehículos particulares del personal y de transporte de mercancías:
  - Debe realizarse por corredores perfectamente señalizados e iluminados.
  - Las intersecciones de los corredores con las vías del tren se señalizarán de forma llamativa.
  - Los accesos y salidas al taller-cochera estarán controlados
- La circulación peatonal en el recinto del taller-cochera:
  - Debe realizarse por corredores perfectamente señalizados e iluminados. Las intersecciones de los corredores con las vías del tren se señalizarán de forma llamativa.
  - Los accesos y salidas al taller-cochera estarán controlados.

Las diferentes zonas de trabajo en el taller y la accesibilidad a las distintas vías de la cochera se deben diseñar de manera que pueda optimizarse el flujo de personas y materiales y siempre siguiendo los lineamientos y premisas fijadas en el Plan de Mantenimiento Preliminar (PMP).

La organización del taller y los patios, así como la implantación de las diferentes infraestructuras se debe realizar teniendo en cuenta sus funcionalidades.

4.2.3 Especificaciones técnicas

4.2.3.1 Climatología, hidrología y drenaje

El Contratista debe realizar los estudios climáticos e hidrológicos necesarios que incluyan, como mínimo, las siguientes actividades:

- Recopilación de datos climatológicos, pluviométricos y de aforos.
- Cálculo de precipitaciones para distintos periodos de retorno.
- Cálculo de caudales de proyecto.

Los Patios y Talleres representan una de las instalaciones vitales para la operación del sistema metro y como tal no debe permitirse su inoperatividad, ni perderse la conectividad con la línea, por razones de inundaciones. En este sentido los caudales de diseño deben definirse con esta premisa y deben ser justificados por el Contratista y aprobados por el estructurador y la Interventoría.

Estos estudios deben aportar todos los datos necesarios para el diseño hidráulico de la red de desagües, de forma que no haya puntos de retención de agua. Se debe analizar convenientemente los puntos de acometida del drenaje proyectado, y se dimensionarán los elementos de bombeo necesarios.

Para la evacuación de todos los caudales de pluviales de la zona del Proyecto se debe analizar la red de saneamiento existente y la evacuación de dichos caudales a la misma, analizando su suficiencia o necesidad de mejora, así como la interrupción por las obras de los mismos.

4.2.3.2 Movimiento de tierras

A partir de los resultados del reconocimiento geotécnico se deben obtener los datos necesarios para realizar el estudio del movimiento de tierras.

Formará parte expresa de este estudio la recomendación de la maquinaria a emplear en las diversas excavaciones.

4.2.3.3 Diseños arquitectónicos y urbanísticos

Los diseños a nivel de factibilidad deben cumplir con los requerimientos propios de una instalación técnica ferroviaria de este tipo, con las particularidades y realidades propias de la ciudad y demás municipios por donde se implantará el sistema, para lo cual se requiere de la participación de especialistas con experiencia en diseños de instalaciones industriales férreas y con experiencia en diseños de edificios públicos en la ciudad. Estos diseños deben contener los planos de planta, secciones, alzados, memorias descriptivas e infografías.

En cuanto a los diseños urbanísticos y paisajísticos, el Contratista debe elabóralos a nivel de factibilidad, tanto en su área externa como interna, de modo que se obtenga un diseño integral.

- En el urbanismo interno se deben diseñar, entre otros: los cerramientos, controles de acceso (porterías), vías internas, circulaciones peatonales, parqueaderos para vehículos y bicicletas, zonas verdes y paisajismo, iluminación, redes de drenaje, señalización horizontal y vertical.
- En cuanto al diseño urbanístico y paisajístico exterior se debe desarrollar un diseño urbanístico, de espacio público y paisajismo, a nivel de factibilidad, correspondiente a la integración del Patio Taller a la infraestructura existente, permitiendo su acceso peatonal, vehicular, ciclorrutas, etc., en condiciones agradables y seguras.

4.2.3.4 Estudios funcionales

Se destacarán los criterios tales como:

- Funcionalidad, espacialidad, movilidad y accesibilidad.
- Confort al personal de servicio.
- Seguridad y control de acceso. Debe tenerse en cuenta en su diseño y funcionalidad altos estándares de seguridad desde el punto de vista de la obra civil tales como protección contra atentados, explosivos, etc.
- Mantenimiento.
- Estéticos/arquitectónicos/ bioclimáticos/ eficiencia energética.

Con base en estos criterios, el Contratista debe realizar una definición funcional y volumétrica de estas instalaciones industriales, así como la distribución y dimensionado de los diferentes espacios: accesos, vestíbulos, servicios, restaurante o comedor, vistieres, oficinas, depósitos, etc.

Debe favorecerse al máximo la movilidad y la accesibilidad de estos espacios entre ellos, acortando siempre que se pueda los recorridos necesarios entre el exterior y los andenes.

También se deben definir, dimensionar y ubicar los equipos que sean necesarios, tales como, ascensores, elementos de ventilación, etc.

4.2.3.5 Estructuras

El Proyecto se debe desarrollar utilizando la normativa vigente en todo lo que se refiere a acciones, materiales y demás elementos constructivos de la obra.

El Proyecto se debe justificar y definir adecuadamente, las soluciones de cimentación propuestas para las estructuras y obras de paso, incluyendo:

- Los datos del estudio geotécnico considerados
- La justificación del tipo de cimentación
- Los cálculos referentes a capacidad portante, asientos u otras condiciones de estabilidad
- Los cálculos estructurales a nivel de factibilidad

Se deben indicarán los parámetros geotécnicos y los coeficientes de seguridad adoptados en los cálculos, según la norma NSR-10 o su versión más reciente, con las correspondientes referencias bibliográficas de las correlaciones utilizadas.

Cuando sea pertinente debe detallarse las medidas auxiliares (mejora del terreno, agotamientos, entibaciones, etc.) necesarias para la ejecución de las cimentaciones.

En este apartado debe tenerse en cuenta las especificaciones técnicas de “Geotecnia y Pavimentos” y “Estructuras”

4.2.3.6 Métodos Constructivos

Se debe realizar un estudio de los métodos constructivos a utilizar según las soluciones propuestas, delimitando las partes (o zonas) de las obras afectadas, definiendo las fases y la duración de su ejecución.

Se incluirán los croquis explicativos necesarios o planos en planta y alzado. Se debe valorar su coste, que se incluirá en el presupuesto estimativo de las obras.

4.2.3.7 Instalaciones no ferroviarias

Dentro de este apartado se engloban las siguientes instalaciones:

- Instalaciones eléctricas y sus respaldos
- Iluminación.
- Ventilación y climatización.
- Equipos electromecánicos (ascensores, aire acondicionado, etc.).
- Abastecimiento de agua y saneamiento.
- Protección contra incendios.
- Comunicaciones e información al empleados o visitantes.
- Instalaciones de Seguridad, control de accesos, CCTV, etc.
- Planta de tratamiento de aguas y trampas de grasas.
- Sitios de acopio de recolección de desperdicios y basuras para su disposición final con área de clasificación de residuos. Puntos limpios.

4.2.3.8 Estudio de rutas de evacuación

Se debe realizar un estudio de evacuación para garantizar el cumplimiento de los recorridos de evacuación de emergencia teniendo en cuenta los criterios establecidos según la normativa en vigor.

4.2.3.9 Métodos Constructivos

Se debe realizar un estudio de los métodos constructivos a utilizar según las soluciones propuestas, delimitando las partes (o zonas) de las obras afectadas, definiendo las fases y la duración de su ejecución.
Se deben incluir los croquis explicativos necesarios o planos en planta y alzado, necesarios para su mejor entendimiento.
Se debe valorar su coste, el cual será incluido en el presupuesto estimativo de las obras. Remitirse a la especificación técnica ET-22 CAPEX.

4.2.3.10 Materiales de acabados

Se debe buscar, en la definición de los materiales, como mínimo, los siguientes objetivos:

- Fácil mantenimiento y reparación (recambio de piezas deterioradas, remoción de rayones, pinturas, etc.)
- Buena respuesta a las agresiones y a un uso intensivo
- Buen comportamiento ante la suciedad (de fácil limpieza)
- Se aplicarán materiales que absorban o reflejen el ruido exterior para obtener el nivel de confort adecuado.
- Tratamientos anti-vandalismo sin deterioro del material (aplicación de productos antigrafiti).

Según estos criterios, el diseño debe definir los materiales a utilizar en la edificación. La justificación en la elección de los materiales debe contemplar los aspectos técnicos, estéticos y económicos.

En el aspecto técnico, se deben cumplir los siguientes aspectos:

- Poco y rápido mantenimiento.
- Resistencia al uso intenso.
- Materiales y equipamientos resistentes al vandalismo (grafiti, golpes y ralladuras) en fachadas.
- La forma debe facilitar la limpieza de los materiales.
- Materiales y esquinas sin aristas vivas, para evitar daños.
- Fijaciones ocultas o no accesibles de los materiales y equipamientos.
- Falsos techos registrables.
- Pisos antirresbaladizos para el gran tráfico, con material antideslizante en escaleras.
- Todos los vidrios empleados deben ser de seguridad.
- Garantizar un rápido suministro de recambio en caso de deterioro.

4.2.3.11 Criterios de eficiencia y sostenibilidad ambiental

El diseño de la edificación debe contemplar criterios de estandarización de materiales y especificaciones de equipos.

Uno de los objetivos principales del diseño de las estaciones es la obtención de soluciones amigables con el medio ambiente; para ello se deben considerar criterios de diseño que garanticen un aprovechamiento racional y eficiente de los recursos naturales necesarios para su buen funcionamiento. A continuación, se mencionan algunos de esos criterios:

- Sistemas para la recolección de aguas lluvias para utilizarse como riego o limpieza.
- Se deben contemplar sistemas de recirculación y tratamiento de aguas para lavado de trenes.
- Todas las llaves, grifos, sanitarios deben contar con dispositivos para el ahorro de agua.
- Toda la iluminación debe ser LED u otra tecnología más eficiente.
- Sistemas de control de la iluminación para optimizar el consumo de energía.
- El consumo eléctrico de todos los equipos debe tener certificado de bajo consumo, excluyendo aquellos equipos en los que no exista esta especificación o condición en el mercado.
- Sistema de generación de energía fotovoltaica, paneles solares, sobre la cubierta.
- Se debe contar con técnicas de arquitectura bioclimática.
- La temperatura al interior de los Áreas Técnicas debe responder a la norma técnica para cada tipo de cuarto o ambiente de trabajo.
- Los equipos que sean usados para garantizar el confort térmico no deben poder hacer uso ni generar gases efecto invernadero.

4.2.3.12 Criterios de inclusión

Se debe cumplir la normativa vigente referente a supresión de las barreras arquitectónicas sobre accesibilidad para PMR (Personas con Movilidad Reducida). Se deben establecer rutas uniformes para aquellas personas con capacidades diferentes y de la tercera edad mediante señalización y acabados texturizados, de tal forma que se orienten siempre bajo los mismos criterios. Se deben aplicar las normas de accesibilidad vigentes. Para los invidentes se debe considerar un señalamiento en pisos que pueda detectar su bastón indicando la circulación continua, los cambios de dirección o la presencia de obstáculos, etc. Igualmente se colocará la señalización oportuna mediante el Sistema Braille para su perfecta orientación.

4.2.4 Descripción funcional

4.2.4.1 Patios

La zona de patios debe comprender las vías de estacionamiento y movimiento para trenes. Los movimientos de los trenes se deben realizar de forma automática sin conductor en las zonas del taller y cocheras que se definan, incluyendo zonas de transferencia de modo UTO a modo manual, con la supervisión del Centro de Control operacional (CCO) y el Puesto de Mando del Patio Taller (PMPT) según sea el caso y por consiguiente los enclavamientos deben ser aptos a esta circunstancia.

4.2.4.2 Definición del material móvil

La capacidad de los patios debe ser suficiente para albergar todos los trenes de la Línea 2 del Metro de Bogotá y deben tener una capacidad de reserva que permita albergar un futuro crecimiento de la flota.

4.2.4.3 Definición del trazado: descripción y parámetros de diseño.

Los patios deben disponer de una playa de vías con capacidad suficiente para el estacionamiento de los trenes cuando no presten servicio de operación. Las dimensiones de esta playa deben corresponder a la flota de trenes, con una reserva adicional para futuras ampliaciones.

En el diseño del trazado se debe proponer el uso de los aparatos de vía necesarios (desvíos o travesías) para poder realizar todos los itinerarios posibles entre las vías internas y el acceso a la línea.

Los parámetros a utilizarse para la realización del trazado deben permitir la limitación de los efectos de la fuerza centrífuga. Entre otros, se deben tener en cuenta el radio mínimo de curvatura, limitación de la aceleración compensada, curvas de transición, cálculo del peralte, etc.

4.2.4.4 Definición de la operación

El diseño debe tener en cuenta que la operación de los patios, es decir, los movimientos de los trenes en el interior de la misma y desde o hacia vía general, se realizará desde el CCO (Centro de Control Operacional).

Las vías de los patios deben estar equipadas con la electrificación y el sistema de señalización de la línea, ya que se consideran parte de la operación de la misma.

Todos los sistemas y equipos Metro Ferroviarios (señalización, comunicaciones, seccionadores, tercer riel, etc.) serán telemandados desde el Centro de Control Operacional. También los sistemas y equipos no ferroviarios (ventilación, motobombas, alumbrado, cuadros eléctricos, etc.) deben tener la opción de ser telemandados desde el CCO.

Los patios y los extremos de la línea en que se puedan estacionar trenes se deben considerar a efectos de sectorización del fuego, como un espacio separado, lo que se debe tener en cuenta para diseñar las puertas y las salidas de emergencia.

4.2.4.5 Taller

4.2.4.5.1 Funcionalidad

Los criterios principales a utilizarse en el diseño del Taller serán:

- **Criterios de funcionalidad**

El espacio del taller debe diseñarse como un espacio libre de elementos de división que permita los usos previstos. El área del taller debe ser suficiente para tener tramos de vías con capacidad para realizar todas las maniobras en los trenes sin necesidad de desacoplarlos. Asimismo, debe tener gálibo suficiente para disponer de uno o varios puentes grúa a lo ancho del taller que permitan el paso del material móvil.

También se deben considerar los espacios para oficinas, almacén de repuestos, baños, zonas de descanso, zona de pintura de equipos y Material Rodante, zonas para disposición de herramientas, ubicación de grúas con capacidad de bajo y alto tonelaje, espacios para equipos de cómputo con todas sus instalaciones eléctricas, etc.

Igualmente se deben prever espacios para los vehículos auxiliares de mantenimiento. Este espacio se debe diseñar para que también se puedan realizar las labores de mantenimiento de aquellos vehículos, estando su flota compuesta por un vehículo bivial (vía- carretera) para realizar las funciones de encarrilamiento, una dresina de vía, vagonetas porta materiales y un tractor.

Se deben completar estos vehículos auxiliares con equipos de accesorios tales como: cesta, plataforma, grúa y sistema de encarrilamiento. Además, se debe prever la posibilidad de parquear de manera temporal en la cochera vehículos auxiliares de mantenimiento específico de la vía: una esmeriladora o bateadora (esta última en caso de aplicar).

- **Criterios de movilidad y accesibilidad**

El acceso al taller se debe poder realizar tanto desde el exterior (acceso directo de la calle) como a través de las vías férreas. De ser necesaria la construcción de nuevas vías de acceso el Contratista debe desarrollar los diseños a nivel de factibilidad de dichas vías

En todos los casos debe existir el correspondiente control de accesos, con cerramiento perimetral y sistema de vigilancia que cubra toda el área. Igualmente debe contar con un adecuado nivel de iluminación reforzada en su perímetro.

Se debe estudiar la circulación de trenes entre taller y patios, la circulación de trenes entre los patios y la línea de servicio del metro, la circulación y estacionamiento en el recinto de vehículos privados y comerciales, y la circulación peatonal en el recinto.

- **Criterios de confort.**

Las instalaciones deben ser usadas únicamente por el personal de mantenimiento. El proyecto debe contemplar los parámetros de ventilación del taller y las instalaciones de climatización e iluminación necesarias con criterios de sostenibilidad ambiental.

Se debe contar con un sistema de altavoces que permita ubicar al personal que labora en estas instalaciones.

- **Criterios de seguridad ferroviaria.**

Se debe estudiar la circulación de trenes entre taller y patios, la circulación de trenes entre los patios y la línea de servicio del metro, la circulación en el recinto de vehículos privados y comerciales, y la circulación peatonal en el recinto.

Los talleres se deben señalizar para una conducción manual de marcha a la vista. Los movimientos de los trenes en el interior de los talleres serán controlados desde el PMPT (Puesto de Mando del Patio Taller) que a su vez tendrá comunicación directa con el CCO.

También debe estudiarse la seguridad en la zona de taller que no es necesario señalizar, así como las zonas de transición entre taller y patios o taller y vía principal.

- **Criterios de seguridad física**

El recinto debe contar con control de accesos y sistema de vigilancia centralizado en el Puesto Central de vigilancia compuesto por videocámaras.

Se debe contemplar la implementación de sistemas de extinción de incendios y aire acondicionado de acuerdo con la normatividad vigente y las actividades a desarrollarse en los diferentes espacios.

4.2.4.5.2 Usos

Los talleres deben permitir la realización del mantenimiento menor y mayor del material móvil, igualmente se podrán realizar al menos los siguientes tipos de mantenimiento:

- **Mantenimiento Preventivo/predictivo de ciclo corto** (menos de tres años). El análisis de este mantenimiento a lo largo de los primeros años será la base para el establecimiento del Mantenimiento Predictivo.
- **Mantenimiento Preventivo/predictivo de ciclo largo** (más de tres años), consistente en algunos casos en revisiones modulares o por aparatos, revisiones de fines del ciclo de vida útil u overhault bien sea de todo el vehículo o de partes de este.

- **Mantenimiento Correctivo** (reparación de anomalías). También, debe haber una zona destinada a los vehículos auxiliares de mantenimiento y sus equipos para realizar su puesta a punto y revisiones.

El Contratista debe considerar la especificación Técnica correspondiente al "Plan de Mantenimiento Preliminar (PMP)"

4.2.5 Descripción técnica

4.2.5.1 Superestructura

Se consideran componentes de la superestructura de vía a los siguientes elementos: fijaciones, carriles y aparatos de vía. En función de la ubicación se debe definir un tipo vía específico: sobre pilares, embebida, balasto, etc.

4.2.5.2 Instalaciones ferroviarias

Las instalaciones ferroviarias para garantizar el correcto funcionamiento y circulación de material móvil en los patios y el taller deben ser compatibles con las de la línea general de la Línea 2 del Metro de Bogotá. Especialmente deben tener en cuenta:

4.2.5.2.1 Instalaciones de seguridad

Existirá control centralizado en la zona de patios desde el PMPT, desde el CCO y manual en la zona de taller.

El sistema de seguridad debe contemplar todos los mecanismos de control de los movimientos (entradas y salidas) en las instalaciones: vía general-cochera-taller. Para ello se deben diseñar los armarios y cajas de conexión para señales, circuitos de vía, aparatos de vía, control de tráfico centralizado, y asistencia a la conducción. Asimismo, se deben detallar la ingeniería, las pruebas y la puesta en servicio de estas instalaciones, incluidas las situaciones provisionales o degradadas.

4.2.5.2.2 Telecomunicaciones

Tanto la zona de taller como la zona de patios deben disponer de todos los sistemas de comunicaciones que se definan en la línea 2 del Metro de Bogotá para la operación y mantenimiento, incluidos aquellos orientados a la seguridad, teniendo en cuenta todos los parámetros y características establecidas en el Apéndice Técnico de Telecomunicaciones en su etapa de factibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá.

4.2.5.2.3 Sistema de Alimentación de Energía Eléctrica.

Se debe diseñar el sistema de alimentación de energía eléctrica de los trazados de patio y taller, desde la línea hasta estas instalaciones, teniendo en cuenta todos los parámetros y características establecidas en el Apéndice Técnico de Alimentación de Energía Eléctrica en su etapa de factibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá

4.2.6 Instalaciones Técnicas en Patios y Talleres

Los patios deben disponer de una playa de vías para el estacionamiento (Cocheras)de los trenes cuando no presten servicio de operación. Las dimensiones de estas playas deben corresponder a la flota de trenes inicial proyectada a diez años, con una reserva para las ampliaciones futuras proyectadas para 30 años desde la entrada en operación comercial de la Línea 2 y cuyo diseño debe estar definido en esta fase de factibilidad.

Cada dos vías consecutivas, se debe construir un andén central común para facilitar el acceso del personal al interior de los mismos para realizar diariamente su limpieza interior.

Los andenes deben disponer de focos de iluminación dirigidos al interior de los trenes, tomas de corriente, grifos y sumideros de agua para facilitar los trabajos de limpieza del compartimiento interior de pasajeros y de la consola de conducción.

Estas vías deben estar equipadas con el sistema de señalización de la línea, ya que se consideran parte de la operación de esta y deben tenerse en cuenta todos los parámetros y características establecidas en el Apéndice Técnico de Señalización y Control en su etapa de factibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá.

Deben diseñarse las zonas de patios teniendo en cuenta la posibilidad de que la operación se realice en modo automático sin conductor, en algunas zonas, así como las zonas de transferencia y las zonas de maniobras en manual, delimitando el acceso de las personas a cada zona de vías establecida.

Se instalarán los mismos sistemas que en la línea.

- **Zona de lavado**

El diseño del taller debe disponer de una zona para el lavado exterior de los trenes y debe contemplar el espacio necesario dependiendo de si el lavado se realice pasando los trenes a baja velocidad (3 Km./h) por unos pórticos de lavado fijos o, al contrario, estando los trenes fijos y desplazándose el pórtico a baja velocidad (3 Km./h).

El sistema de pórtico y la situación de sus boquillas de expulsión de detergente y de agua se deben adecuar al diseño de los trenes y su perfil transversal.

La programación del lavado de los trenes se debe realizar de acuerdo con su disponibilidad, la cual no debe superar una frecuencia de lavado de siete días.

Entre el equipamiento de la zona de lavado, es importante que se especifique el cuadro de mando desde donde se programa el tipo de lavado, así como, los depósitos de agua y detergente.

- **Planta de tratamiento de aguas**

Junto a la zona de lavado se debe disponer una planta de tratamiento de aguas y se debe estudiar la implantación de un sistema mediante circuito cerrado que permita el reciclaje de las mismas, con lo que se reducirá sustancialmente el consumo. Así mismo se debe disponer de un cárcamo para la separación de grasas y productos contaminantes.

- **Vías de estacionamiento de vehículos de mantenimiento**

Se definirá una zona en las que se estacionen los vehículos auxiliares de mantenimiento de la línea, la cual servirá además para el mantenimiento de los mismos, por lo que debe tenerse en cuenta la utilización de fosos para el mantenimiento y en general todas las instalaciones que sean requeridas para ello.

- **Túnel de aspiración**

El túnel se debe dimensionar con capacidad para albergar un tren y debe ser totalmente aislado del resto de instalaciones. La aspiración del polvo de los equipos y cajas de aparatos se deposita en recipientes estancos. Esta operación debe ser previa a las operaciones de mantenimiento.

- **Taller de mantenimiento preventivo**

Los trenes deben estar en perfectas condiciones para prestar servicio, y requieren de diferentes mantenimientos preventivos recomendados por el fabricante.

El número de vías del taller de mantenimiento preventivo debe ser acorde al de la flota de trenes y a la duración de los diferentes tipos de mantenimientos preventivos de ciclo corto y de ciclo largo (revisiones mecánicas, eléctricas y neumáticas de intensidad variable en función de los kilometrajes acumulados de los equipos). Estas vías deben disponer de foso para revisar los equipos montados en la parte inferior del tren y de pasarelas para acceder al compartimiento de pasajeros y a los equipos montados en el techo de los trenes

Los equipamientos necesarios y los elementos de seguridad deben ser como mínimo los siguientes:

- Seccionadores de corriente
- Puestas a tierra
- Equipo contra incendios

- Grupo motocompresor ubicado en un local específico para este grupo
- Red de aire comprimido para la conexión de herramientas neumáticas
- Red eléctrica de baja tensión para la conexión de herramientas eléctricas
- Bancos de trabajo con las herramientas necesarias para la realización de los trabajos
- Equipos móviles para desmontajes específicos de algunos equipos de los trenes
- Puente grúa mediano para movimiento de equipos situados en el techo de los coches
- Armarios o gabinetes para guardar los productos y recambios de uso habitual en el mantenimiento preventivo
- Local de descanso con lavabos y sanitarios para el personal
- Despacho para los responsables del mantenimiento preventivo.

- **Taller de mantenimiento correctivo**

En este espacio se debe realizar las diferentes operaciones de corrección de averías que se produzcan a lo largo de la vida de los trenes con el fin de dejarlos de nuevo en condiciones óptimas para prestar servicio. El número de vías del taller de mantenimiento correctivo debe ser acorde al de la flota de trenes. Algunas de estas vías deben disponer de foso para reparar los equipos montados en la parte inferior del tren y de pasarelas para acceder al compartimiento de pasajeros y a los equipos montados en el techo de los trenes.

Otras vías estarán a nivel de suelo, es decir sin foso con gatos de elevación sincronizados para levantar coches e incluso unidades de tren

Los equipamientos necesarios y los elementos de seguridad deben ser como mínimo los siguientes:

- Seccionadores de corriente
- Puestas a tierra
- Equipo contra incendios
- Grupo motocompresor ubicado en un local específico para este grupo
- Red de aire comprimido para la conexión de herramientas neumáticas
- Red eléctrica de baja tensión para la conexión de herramientas eléctricas
- Bancos de trabajo con las herramientas necesarias para la realización de los trabajos
- Equipos móviles especiales, generalmente diseñados por el fabricante del equipo para la detección y corrección de averías.
- Puente grúa pesado, para movimiento de equipos de los coches
- Torno de ruedas de foso para el reperfilado de las ruedas de los bogies sin desmontarlos de los trenes. La viruta producida en el torneado será troceada en un triturador y depositada en un contenedor de fácil manipulación.
- Foso de cambio de motores sin tener que retirar los bogies de los trenes

- Foso de cambio de bogíes sin tener que levantar el tren, muy útil en caso de trenes articulados tipo gusano.
- Local de descanso con lavabos y sanitarios para el personal
- Despacho para los responsables del mantenimiento correctivo

- **Talleres de mantenimiento Mayor**

En estos talleres se debe realizar el mantenimiento mayor y reparación de los equipos de los trenes y deben disponer de los elementos, herramientas y en general, del mobiliario industrial necesario para realizar todos los trabajos de la forma más adecuada y con seguridad de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes y normativas vigentes.

- **Taller mecánico de cajas**

En este lugar se debe realizar la revisión de las cajas cuando se efectúa el gran mantenimiento o su reparación cuando hayan sufrido algún incidente. Este taller debe disponer de carretillas para el apoyo y desplazamiento de las cajas.

- **Taller mecánico de bogíes**

Es la zona reservada para la revisión de los bogíes cuando se efectúa el gran mantenimiento o a su reparación cuando hayan sufrido algún incidente. Este taller debe disponer de gira bogíes para posicionar y para trabajar los bastidores de los bogíes en la forma más adecuada.

- **Unidad de calado de ruedas**

Para el cambio de ruedas debe existir una zona específica para descalar, mecanizar y calar las ruedas y ejes. Estos trabajos se deben realizar en prensas y tornos adecuados a las características de calaje que indiquen los fabricantes e los trenes.

- **Unidad de limpieza de piezas**

Previamente al gran mantenimiento y a las reparaciones se debe proceder a la limpieza de las piezas para lo cual se debe contar con un local y unas instalaciones en que se lavarán con agua caliente y bajo presión todas aquellas piezas que vayan a ser manipuladas.

En este local, las aguas sucias deben ser conducidas al depósito de tratamiento de aguas residuales para la separación de grasas y productos contaminantes, reciclaje y posterior reutilización.

- **Taller mecánico de enganches**

Es la zona en la que se realiza la revisión de los enganches cuando se efectúa el gran mantenimiento o su reparación cuando hayan sufrido algún incidente. Este taller debe disponer

de los útiles adecuados para aguantar y posicionar los enganches en los trabajos que sea necesario hacerles.

- **Taller de soldadura**

Este taller debe disponer de los equipos específicos de soldadura que se necesiten para el mantenimiento de los trenes, así como las instalaciones adecuadas para la realización de las soldaduras sin perjudicar a los operarios. Los equipos deben ser móviles para desplazarse a los talleres que los requieran o Taller electromecánico y neumático.

En este taller se debe realizar el gran mantenimiento o reparación de los equipos y aparatos electromecánicos y neumáticos de los trenes, para lo cual el equipamiento del taller debe ser el que se necesite para su mantenimiento, reparación y verificación.

En función de la característica de los trenes este taller podría ser desagregado en otros dos talleres: uno electromecánico y otro neumático.

- **Taller electrónico**

En este taller se deben realizar el gran mantenimiento o reparación de los aparatos y tarjetas electrónicas de los trenes, para lo cual el equipamiento del taller debe ser el que se necesite para su mantenimiento, reparación y verificación.

- **Taller de baterías**

En este taller se debe realizar el mantenimiento y recarga de las baterías, para lo cual el equipamiento del taller debe ser el que se necesite para estas operaciones. Además, en este taller se debe reforzar su sistema de ventilación y protección contra incendios.

- **Taller de pintura y poliéster**

En este taller se deben realizar las reparaciones de las piezas de poliéster y los trabajos de pintura que necesiten los coches de los trenes. La cabina de pintura debe tener las dimensiones para albergar un coche y dos locales adjuntos para preparar las pinturas y limpieza de útiles, y otra nave para almacenar los productos que se vayan a utilizar. Además, en este taller se debe reforzar su sistema de ventilación y protección contra incendios.

- **Taller de mantenimientos especiales**

Este taller debe depender de las características especiales de los trenes y se debe definir una vez se conozca como son aquellos y a las exigencias que se soliciten a los fabricantes de los equipos de los trenes.

- **Equipamientos móviles**

Los equipamientos móviles sobre ruedas son los elementos a utilizar para transportar las piezas, equipos y cajas de aparatos de los trenes en los talleres. Estos equipamientos deben estar motorizados o no y deben ser dimensionados para poder transportar distintas cargas y volúmenes. El número de estos equipamientos dependerá de las necesidades y características de los talleres y de las interrelaciones entre estos talleres, así como a las características de los trenes.

- **Vía de pruebas**

En esta vía se deben realizar los ensayos serie en la recepción de los trenes y, además, probarlos después de ciertas operaciones de mantenimiento y antes de entregarlos al servicio de operación.

La vía de pruebas tendrá una alineación recta y horizontal con una longitud tal que permita desarrollar todas las actividades de mantenimiento y pruebas encaminadas a ensayar, sin limitaciones, las características cinemáticas de los trenes. Ahora bien, considerando las características propias del área donde se implantará el patio taller de la Línea 2, el Contratista debe determinar la longitud máxima de la vía de pruebas que no límite su funcionalidad.

La vía de pruebas puede estar integrada en el taller o en la cochera (recomendado) o también puede considerarse como vía de pruebas algún tramo de la línea de circulación que reúna las condiciones mínimas mencionadas.

- **Almacén general**

Debe existir un almacén general para la recepción de los materiales, piezas y equipos procedentes del exterior y en el que se deben verificar las características de estos elementos, antes de ingresarlos y guardarlos en los almacenes que corresponda. También se debe controlar la salida del almacén de los elementos o equipos que se requieran en los distintos talleres.

- **Almacén de materiales de desecho y reciclado**

Para el almacenamiento de materiales de desecho se debe disponer de un espacio adecuado donde se pueda seleccionar y almacenar los diferentes materiales, clasificándolos según sus características para su posterior traslado y reciclaje.

Se debe analizar la conveniencia de utilizar zonas de este almacén o construir un edificio anexo al Taller para los siguientes materiales:

- RSU
- Almacenamiento de grasas
- Baterías usadas
- Recogida de metales

Su localización debe garantizar el correcto acceso de los camiones de recogida.

- **Subestación eléctrica**

Para el suministro y distribución de la energía eléctrica a los talleres y cochera es necesaria una subestación equipada con grupos autónomos generadores de energía que entrarán automáticamente en funcionamiento en caso de fallar la alimentación exterior de la subestación.

La subestación eléctrica debe estar incluida o hará parte de la red general del sistema de alimentación de energía que se defina para la línea 2 del Metro de Bogotá y se diseñará con los mismos requerimientos y requisitos de seguridad y disponibilidad aplicada a las subestaciones de tracción.

- **Locales de servicios**

Estos locales se deben distribuir de tal forma que se reduzcan los desplazamientos y faciliten la circulación del personal según su actividad laboral.

Todos los locales deben estar climatizados de acuerdo con las circunstancias de su ubicación y se clasificarán en:

- Oficinas de taller y cochera
- Locales para reuniones y formación.
- Locales para primeros auxilios.
- Vestuarios, sanitarios y duchas.
- Comedor - cafetería y cocina

4.2.6.1 Equipamiento industrial

Para un correcto uso de las instalaciones se necesitan equipos especiales que facilitan las tareas de mantenimiento. Este equipamiento, a su vez, condiciona el lay-out de taller y cochera.

A continuación, se detallan los equipos mínimos que se deben tener en cuenta:

- Útiles especiales
- Equipo motorizado de 3 T, para trabajos de taller
- Puente grúa de 10 Tm y 10 m de luz
- Grupo motocompresor
- Túnel de limpieza y aspiración de polvo
- Torno de foso para perfilar las ruedas de los bogíes
- Equipo de foso para cambiar los motores
- Equipo de foso para cambiar los bogíes
- Columnas de elevación sincronizadas

- Gira bogíes con plataforma elevadora
- Prensa de calar ruedas
- Torno para mecanizar ruedas y ejes
- Máquinas para lavar bogíes y piezas
- Equipo de soldadura Tig
- Equipo de carga de baterías
- Nave de pintura y su equipamiento
- Máquina de lavado de trenes

5 RESULTADOS

5.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe presentar, como parte de la "Debida Diligencia de la Información", un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

5.2 FACTIBILIDAD: DE PATIOS Y TALLERES

El Contratista debe incluir como mínimo los siguientes resultados y documentos para cada recinto descrito en el presente documento:

- Memoria descriptiva y de cálculo de los distintos componentes que forman las instalaciones.
- Requerimientos de Pruebas y Puesta en servicio, de documentación y de capacitación.
- Índice de planos.
- Plano de situación general o de conjunto, a escala 1:5.000.
- Definición de los criterios básicos de diseño.
- Estudios y características funcionales de las cocheras: Plano Layout funcional de la distribución de vías, las instalaciones auxiliares necesarias y las conexiones con la línea general y el taller.
- Documento de características funcionales del taller: Plano Layout funcional de todos los espacios específicos para las actividades a desarrollar, las instalaciones auxiliares necesarias y las conexiones con la línea general y la cochera.
- Caracterización del trazado ferroviario:

  Planos de vías y esquemas de circulación, trazado horizontal y vertical de vías férreas (escala 1:100), instalaciones básicas, secciones típicas, etc.

- Sistema de drenajes del patio.
- Planos generales de movimiento de tierras
- Diseño arquitectónico y urbanístico a nivel de factibilidad de los elementos, incluidos imágenes 3D cuando se requieran:
  - Plano general de implantación urbana, con conexión a la malla urbana a escala 1:1000
  - Planos de urbanismo interno: porterías, cerramientos, vías vehiculares, zonas verdes, parqueaderos, circulaciones peatonales, etc.
  - Diseño arquitectónico a nivel de factibilidad: Planos de plantas con cuadros de áreas, alzados, secciones longitudinales y transversales, fachadas y cubiertas, escala 1:100
  - Planos de cubiertas y drenajes a escala 1:100
  - Cálculos de Evacuación (NFPA-130) y recorridos en planta.
  - Planos de diseño conceptual de señalética a escala a escala 1:75
  - Infografías
  - Planos de definición de materiales (plantas, secciones y alzados) a escala 1:100
  - Planos con instalaciones y equipamientos a nivel de factibilidad (redes hidrosanitarias, saneamiento, redes de energía y alumbrado, ventilación, RCI, planta de tratamiento de aguas, control de acceso, SCADA, etc.), a escala 1:100 y detalles típicos 1:75. Incluye acometidas.
- Planos de diseño estructural, a nivel de factibilidad, de todas las estructuras y edificios.
- Esquemas constructivos
- Equipos electromecánicos en patios y talleres.
- Instalaciones y equipamientos no ferroviarios
- Subestaciones eléctricas
- Sistema de detección y protección contra incendios

Especificaciones técnicas para la construcción de las instalaciones ferroviarias y no ferroviarias: Instalaciones de seguridad, comunicaciones y electrificación que deben tener en cuenta todos los parámetros y características establecidas en los Apéndices Técnicos en su etapa de factibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá, diferenciando las distintas áreas.

- Se deben detallar y describir todos los equipamientos técnicos necesarios para dotar a los patios y el taller de los recursos necesarios para su funcionamiento. Parámetros técnicos necesarios para facilitar los procesos de licitación.
- Las escalas de planos no indicadas se deben acordar previamente con la Interventoría
- Memorias de cálculo, entre otras:
  - Cálculos del diseño arquitectónico, urbano-paisajístico y de los sistemas electromecánicos

  - Diseño bioclimático y sus recomendaciones específicas.
  - Informe y conclusiones sobre el potencial uso de energía solar, aprovechamiento de agua lluvia y otros aspectos que coadyuven con la autosostenibilidad del sistema.
  - De manera general, para todos los sistemas o subsistemas electromecánicos de las estaciones se debe incluir una descripción suficiente del sistema o subsistema, incluyendo los cálculos de dimensionado básico necesarios para la definición de los diferentes componentes, además de incluir los criterios de diseño y normatividad nacional e internacional aplicados.
- Cálculo de cantidades de obra estimados.
- Para la elaboración y entrega de los planos debe consultarse lo indicado en la especificación técnica del BIM.
- Anexos.

Cuando aplique, los documentos deben ser redactados en forma de lista de chequeo, de tal manera, que cada requerimiento pueda tener el seguimiento y control que corresponde en las siguientes fases del proyecto.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica – ET 20

DISEÑO GEOMÉTRICO SISTEMA METRO

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETIVO 4
2 NORMATIVIDAD 4
3 ALCANCE 5
3.1 DEBIDA DILIGENCIA 5
3.2 FACTIBILIDAD 6
3.2.1 Diseño férreo a nivel de factibilidad 8
3.2.2 Movimiento de tierras 9
3.2.3 Drenaje 9
3.2.4 Estructuras 9
3.2.5 Trazado en planta y alzado 10
4 RESULTADOS 10
4.1 Debida Diligencia 10
4.2 Factibilidad 11

Lista de Tablas

Tabla 1. Hipótesis de diseño 7

ET 20 - Diseño Geométrico Sistema Metro

1 OBJETIVO

Este producto busca definir el diseño geométrico de sistema férreo a nivel de factibilidad del Proyecto de la Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo el trazado en planta, perfil y secciones transversales típicas.

2 NORMATIVIDAD

Para la redacción del Proyecto objeto del presente Contrato serán de aplicación todas las normas vigentes de aplicación, tanto nacional como internacional, instrucciones, recomendaciones y pliegos oficiales vigentes en la República de Colombia, la normativa urbanística y medioambiental local, la normativa colombiana que sea aplicable en cada caso y las directrices vigentes sobre la ordenación y contenido de los proyectos, así como las instrucciones que dicte el Responsable del Contrato cuando no existan otras sobre el tema.

El seguimiento de la normatividad es solo una guía general y no exime al Contratista de la responsabilidad legal que tiene sobre la calidad de los Estudios y Diseños, por lo que deberá profundizar, ampliar y cubrir todo aspecto técnico no contenido en ella, o que en su concepto deba ser tenido en cuenta para cumplir con el objetivo final de estos Estudios y Diseños.

En cuanto a la técnica ferroviaria se debe diseñar conforme con la lista de normas europeas EN, las fichas UIC, así como las normas internacionales y nacionales vigentes. Se considerará sistemáticamente la versión más reciente de cada norma. A continuación, se citan algunas de estas normas:

- UIC 703 R, Características de trazado de vías recorridas por trenes de pasajeros rápidos.
- EN 13803-1, Aplicaciones ferroviarias. Vía. Parámetros de proyecto del trazado de la vía. Anchos de vía de 1 435 mm y mayores. Parte 1: Plena vía.
- EN 13803-2, Aplicaciones ferroviarias. Vía. Parámetros de proyecto del trazado de la vía. Anchos de vía de 1 435 mm y mayores. Parte 2: Aparatos de vía y situaciones comparables de proyecto del trazado con variaciones bruscas de curvatura.
- Manual de Normatividad Férrea del Ministerio de Transporte (2013) o vigente.
- Otras normas relacionadas que estén vigentes en el momento de la ejecución del objeto contractual.

El Listado previo no es exhaustivo y por tanto el Contratista debe considerar otras normas que tengan relación con el objeto del Contrato, así como las eventuales modificaciones a las normas citadas.

3 ALCANCE

3.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista recopilará y analizará, previo al inicio de los trabajos objeto del presente Contrato, los diferentes estudios y proyectos realizados sobre la Primera Línea del Metro de Bogotá o sobre cualquier otra infraestructura o medio de transporte relacionado con él, principalmente:

- Prefactibilidad efectuada a través del Contrato No. 33 de 2020 suscrito entre la FDN y la UT Egis – Steer Metro de Bogotá, cuyo objeto es "*En virtud del presente Contrato el CONSULTOR se obliga para con la FDN a: (i) Realizar la formulación, análisis y priorización de alternativas para la expansión del PLMB-T1, y (ii) Elaborar estudios y diseños a nivel de prefactibilidad de la alternativa seleccionada para la expansión de la PLMB-T1 y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá — Cundinamarca de acuerdo con lo previsto en los TCC y en sus anexos, en particular en lo previsto en el Anexo No. 6 "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS" (…)"*
- Contrato de Concesión No. 163 de 2020 el cual tiene por objeto *"… el otorgamiento de una concesión para que, de conformidad con lo previsto en este Contrato, el Concesionario, por su cuenta y riesgo, lleve a cabo todas las actividades necesarias para la financiación, Estudios y Diseños de Detalle Principales y Otros Estudios y Diseños de Detalle, ejecución de las Obras de Construcción, Obras de la Fase Previa, Obras de Edificaciones, Obras para Redes a Cargo del Concesionario, Obras de Adecuación y Reparación de Desvíos, Obras para Intersecciones Especiales, la Operación y el Mantenimiento del Proyecto, la Gestión Social y Ambiental, la Reversión Parcial y la Reversión de la infraestructura correspondiente a la PLMB, así como la financiación, diseño, instalación, suministro, pruebas individuales y de conjunto, Certificaciones, puesta en marcha, Operación, reposición, Mantenimiento y Reversión del Material Rodante y de los Sistemas MetroFerroviarios y la prestación del servicio público de transporte férreo de pasajeros en Bogotá, a través de la PLMB*".
- Diseño conceptual de la Red de Transporte Masivo Metro y diseño operacional, dimensionamiento y estructuración técnica, legal y financiera de la Primera Línea del Metro en el marco del Sistema Integrado de Transporte Publico -SITP- para la ciudad de Bogotá.
- Diseño para la primera línea del metro en el marco del sistema integrado de transporte público – SITP – para la ciudad de Bogotá.
- Elaboración de estudio que compare alternativas de ejecución por tramos y tipologías de la Primera Línea de metro para la ciudad de Bogotá - PLMB, identificando y cuantificando ahorros que optimicen el beneficio, elaborado por SYSTRA.

En cualquier caso, estos documentos serán considerados como referencia, no limitándose las alternativas a estudiar a las reflejadas o comentadas en los mismos.

Así mismo para la realización del diseño geométrico serán insumos necesarios a tener en cuenta en otros los siguientes documentos:

- Resultados del diseño geométrico seleccionado en el estudio de alternativas de ejecución por tramos y tipologías de la Primera Línea de metro para la ciudad de Bogotá PLMB (SYSTRA)
- Topografía
- Componente geotecnia
- Diseño del túnel
- Proyectos de infraestructura a cargo del Instituto de Desarrollo Urbano.
- Gálibos viarios y peatonales.
- Cotas de inundación y niveles de aguas máximas extraordinarias.
- Infraestructura vial y peatonal existente y proyectada. Identificación de las vías arterias construidas o planeadas en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y de las vías de la malla vial local para garantizar su adecuada articulación con los proyectos diseñados y algunas características geométricas.
- Requerimientos a nivel de infraestructura que requiere el material rodante
- Requerimientos de implantación estaciones y accesos
- Requerimientos sistemas ferroviarios: aparatos de vías, sistemas seguridad, etc.
- Layout patio taller
- Interferencias con redes viarias y otras infraestructuras existentes inventariadas. Presencia de estructuras especiales, tales como puentes y canales.
- Localización de redes de servicios públicos.
- Identificación de las condiciones y los planes operacionales (ET 02 - POP), teniendo en cuenta los siguientes aspectos: zonas de maniobras (cambiavías), movimientos que se permiten y que se efectúan. (ET 12 - Señalización y Control de Trenes)

3.2 FACTIBILIDAD

El objeto del Estudio cuya relación se regula en las presentes especificaciones es definir el trazado de la Línea 2 del Metro de Bogotá, cumpliendo los siguientes requisitos:

- Definición completa del trazado del eje de la línea.
- Ubicación de accesos y estaciones.
- Ubicación de salidas de emergencia, donde proceda, por distancias entre estaciones. En estos casos, se debe plantear un acceso de emergencia para facilitar el desalojo de los viajeros desde el túnel a la calle y evitar recorridos excesivos por las rutas de evacuación, según la norma NFPA
- Esquema de vías y situación de los diferentes aparatos de vía.

- Análisis de la posible conexión con otras líneas futuras y con los patios y talleres necesarios para esta línea.
- Definición de la reposición de las vías afectadas por las obras de la línea del Metro. Las vías se repondrán como mínimo con las características actuales de las mismas o por las requeridas por la Empresa Metro de Bogotá de acuerdo con las especificaciones del Apéndice de Diseño Geométrico Vial.

A partir de los diseños obtenidos en la Etapa de Prefactibilidad, el Contratista realizará una propuesta preliminar al Interventor y a la empresa Metro de Bogotá S.A., considerando aquellos que a su juicio estime más convenientes de acuerdo con las buenas prácticas y el estado del arte de la ingeniería ferroviaria aplicada a sistemas de Metro, teniendo presente las necesidades del Proyecto y la optimización de las condiciones de explotación y de las labores de mantenimiento.

Teniendo como premisa lo explicado anteriormente, a continuación se mencionan las principales hipótesis de diseño geométrico establecidas en el estudio previo de prefactibilidad Técnica avanzada realizado por la UT Egis Steer Metro de Bogotá, además de las contenidas en el Apéndice Técnico 5, Sección 1 del Contrato de Concesión de la PLMB:

Tabla 1. Hipótesis de diseño

Trazado en planta	
Ancho de vía	1.435 mm
Velocidad de la línea	80 -100 km/h
Aceleración transversal no compensada máxima	0,65 m/s^2
Jerk máximo	0,4 m/s^3
Peralte máximo	140 mm
Rampa de peralte máxima	2 mm/m
Curva de transición	Clotoide
Radio mínimo normal (Velocidad limitada a 80 km/h)	320 m
Radio mínimo excepcional (Velocidad limitada a 50 km/h)	150 m
Radio en estaciones	∞ (recta)
Longitud mínima en recta para estación	180 m
Longitud mínima en recta	20 m
Trazado en alzado	
Pendiente máxima	2,5 %
Pendiente en estaciones	0 ‰
Radio mínimo del acuerdo vertical (Kv)	3.125 m
Aceleración vertical máxima en acuerdos verticales	0,20 m/s^2

Los parámetros podrán tener valores excepcionales, máximos o mínimos, según corresponda, en casos particulares en los cuales permita optimizar otros componentes del proyecto. Para tal fin, el contratista deberá sustentar la propuesta del valor excepcional y evidenciar desde el punto de vista técnico y económico el eventual impacto en los otros componentes del diseño, para su aprobación.

El trazado así definido requerirá su posterior comprobación y ajuste de detalle con el avance del desarrollo del proyecto, como consecuencia del análisis de otros condicionantes de tipo geotécnico, geológico, hidrológico, afectaciones a servicios, gálibos del material rodante, integración de otros modos de transporte, urbanismo, características de la infraestructura y de los componentes de la superestructura, instalaciones, etc., que deben ser tratados como interfaces internas en el desarrollo del Contrato. En todo caso, el Contratista deberá realizar los ajustes necesarios hasta lograr su aprobación definitiva.

Las secciones transversales se establecerán teniendo en cuenta los gálibos para el material rodante, el mejor control y atenuación de ruido y vibraciones, la distancias mínimas a paramentos de edificaciones fijada en el estudio de alternativas, la totalidad de conducciones e instalaciones, así como las condiciones para el mantenimiento e inspección del tramo, de manera coordinada con los condicionantes de tipo urbanístico que se puedan dar, su adaptabilidad y accesibilidad, así como las disponibilidades resultantes.

El Diseño Geométrico debe realizarse en forma conjunta, armoniosa y simultánea con las correspondientes áreas involucradas en el proyecto vial.

3.2.1 Diseño férreo a nivel de factibilidad

Con los resultados obtenidos de los reconocimientos geológicos y geotécnicos de los terrenos y en los trabajos de topografía y en general todos aquellos aspectos que permitan tener un adecuado conocimiento del proyecto para así determinar el tipo de diseño a implementar, y considerando las posibles interferencias con otras obras ejecutadas o previstas, se definirán los trazados definitivos en planta y alzado del eje de entrevías del sistema férreo incluyendo la localización de las estaciones. Igualmente se deben diseñar las vías en patios y talleres, zonas de maniobras y conexión con el patio taller.

El Contratista analizará la ubicación exacta de las estaciones (micro localización) en función del trazado y localización definida, así como sus accesos. Para la definición del trazado, el Contratista realizará los ajustes en planta y perfil con el fin de obtener las soluciones más adecuadas, que serán sometidas a la aprobación del Interventor, el Estructurador y la EMB.

La propuesta de trazado debe considerar como mínimo los siguientes aspectos:

- Velocidad de diseño.
- Ancho de vía estándar (1.435 mm).
- Radios mínimos.
- Gradiente máximo.
- Gálibo de acuerdo con limitaciones por ancho de los equipos o por pasos viales superiores.

3.2.2 Movimiento de tierras

Con los resultados del estudio geotécnico se determinarán:

- Sección tipo de túnel.
- Tipología de fundaciones.
- Estabilidad y características de los taludes en terraplén y desmonte si los hubiera.
- Cálculo de los volúmenes previstos de préstamos y vertederos, señalando además sus posibles emplazamientos, dando los criterios para establecer los diagramas de compensación de tierras por el Contratista.
- Características de los diferentes materiales: para reutilización en la propia traza, para vertedero, procedentes de préstamo. Prescripciones y recomendaciones para los trabajos del movimiento de tierras.

3.2.3 Drenaje

El conjunto de las obras tendrá previsto los correspondientes sistemas de drenaje longitudinal y transversal, tanto de la propia infraestructura diseñada y su evacuación a través de las redes existentes o proyectadas, como de las superficies afectadas por el proyecto, de modo que no haya puntos de retención de agua que puedan derivar en desperfectos en las mismas.

Se justificarán debidamente los caudales adoptados y, en su caso, se calcularán las capacidades hidráulicas de cada una de las obras de drenaje necesarias, tanto en su estado definitivo de servicio como durante las fases de ejecución de los trabajos. Los puntos de acometida de los drenajes proyectados deben ser analizados con el fin de justificar su conveniencia. Si fuera el caso, se estudiarán los drenajes ya existentes justificando su conveniencia o bien su necesidad de mejora, así como las interrupciones que se produzcan en los mismos por las obras, tanto en su estado de ejecución como definitivo.

Los cálculos justificativos de las soluciones proyectadas se recogerán en el correspondiente anexo de la Memoria.

Las obras de drenaje se representarán sobre los planos de trazado, tanto en planta como en perfil longitudinal, añadiendo los que sean necesarios para plasmar correctamente la situación de todos los elementos de drenaje. También se proporcionarán planos de definición geométrica básica de cada uno de dichos elementos.

3.2.4 Estructuras

El Contratista estudiará y definirá a nivel de proyecto de factibilidad, que garantice su implantación y constructividad, las diferentes obras que configuran la Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo explanaciones, estructuras, interferencias con otras obras, afecciones a servicios y edificaciones colindantes, etc. Deben entenderse incluidas en este capítulo la identificación y

descripción suficiente de las obras auxiliares necesarias para la realización de las obras principales, de manera que su posterior diseño de detalle y su ejecución no impidan la construcción del proyecto.

El Contratista incluirá en los planos de planta y perfil del trazado, la localización, dimensiones y tipo de las estructuras que hacen parte de la vía.

3.2.5 Trazado en planta y alzado

Con los resultados obtenidos de los reconocimientos geológicos y geotécnicos de los terrenos y en los trabajos de topografía y en general todos aquellos aspectos que permitan tener un adecuado conocimiento del proyecto para así determinar el tipo de diseño a implementar, y considerando las posibles interferencias con otras obras ejecutadas o previstas, se definirán los trazados definitivos en planta y alzado de las vías y de las estaciones.

El Contratista analizará la ubicación exacta de las estaciones (micro-localización) en función del trazado y localización definida, así como sus accesos. Para la definición del trazado, el Contratista realizará los ajustes en planta y perfil con el fin de obtener las soluciones más adecuadas, que serán sometidas a la aprobación del Contratante.

4 RESULTADOS

4.1 Debida Diligencia

El Contratista debe presentar, como parte de la "Debida Diligencia de la Información", un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

Dentro de los resultados obtenidos de la Debida Diligencia se debe indicar y determinar la validez de la información consultada, describiendo y justificando claramente las razones técnicas que soporten la respuesta sobre qué información es posible utilizar, cómo se va a utilizará durante la elaboración de los diseños de factibilidad y en qué medida cumple con lo requerido. En particular se debe indicar:

- Relación detallada de la información.
- Análisis de vigencia y pertinencia de la información.
- Análisis de relevancia de la información (importancia en el desarrollo del objeto contractual).
- Análisis de utilidad de la información (su uso dentro del desarrollo del objeto contractual).
- Conclusiones relacionadas con la recopilación y el análisis de la información.

4.2 Factibilidad

El Contratista definirá al nivel de factibilidad las características geométricas del trazado desarrollado y los diferentes elementos complementarios:

- Memoria descriptiva y justificativa del trazado del sistema férreo de pasajeros.
- Parámetros de diseño y comprobación de cumplimiento.
- Planta del eje a escala 1:1.500. Replanteo del eje.
- Perfiles longitudinales a escala H 1:500 / V 1:50.
- Perfiles transversales en función de los datos geométricos y geotécnicos recopilados.
- Definición completa y características de los elementos y puntos singulares del trazado (en planta, y perfil), incluyendo en estos casos el diseño del eje de cada vía para asegurar su constructividad.
- Cálculo estimado del movimiento de tierras con listado de mediciones.
- Planta y alzado general de estructuras, incluyendo replanteo básico.
- Esquema de la red de drenaje y conexión a la red general urbana.
- Distancias del eje respecto a edificaciones existentes y previstas, viales, cauces, conducciones y redes, etc.
- Situación (en planta y perfil) de accesos y estaciones.
- Definición básica suficiente de la reposición de las vías afectadas por las obras de la línea 2 del Metro de Bogotá.
- Definición completa del trazado (planta y perfil) del eje de vías auxiliares, si existen.
- Esquema de vías y situación de los diferentes aparatos de vía con sus características.
- Análisis de la posible conexión con otras líneas futuras o extensión de la L2 y con los patios y talleres necesarios para esta línea.
- Definición básica del trazado (planta y perfil) de las vías en patios y talleres, con el detalle suficiente para garantizar su funcionalidad.
- Informe de diseño y archivo SIG

Todos los planos, y en particular las secciones transversales, incluirán información de los paramentos de las edificaciones próximas al trazado y elementos que puedan afectar al diseño.

Se facilitarán los correspondientes listados (planta, y perfil) señalando los parámetros necesarios para la correcta definición analítica del trazado, en un software compatible con la metodología BIM.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica – ET 21

REQUISITOS BIM

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 INTRODUCCION 3
2 OBJETIVO 3
3 REQUISITOS 4
4 ALCANCE 4
5 PLATAFORMA 6
6 ESTÁNDARES 7
7 ARTICULACIÓN ENTRE BIM Y SIG 7
8 RESULTADOS 8

ET 21 – Requisitos BIM

1 INTRODUCCION

BIM (Building Information Modelling) es una metodología con un set de procesos coordinados, respaldados por la tecnología, la cual agrega valor mediante la creación, administración y el uso compartido de las propiedades de un activo a lo largo de su ciclo de vida.

El Proyecto debe implementar la metodología BIM para respaldar la entrega de los productos de una manera eficiente y rentable. Los procesos BIM respaldados por tecnología digital permiten la creación de modelos multidisciplinarios totalmente coordinados, que representan las características físicas y funcionales del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá.

Se considera BIM como un proceso que debe ser adoptado por todos los involucrados y aplicado a lo largo de las diferentes etapas de desarrollo del proyecto de factibilidad de la Línea 2 del Metro de Bogotá.

Implementar BIM y sus usos va a permitir a la Empresa Metro de Bogotá, el Estructurador y demás actores involucrados, conceptualizar y desarrollar proyectos desde la etapa de conceptualización & análisis, diseño & documentación, supervisión & construcción y mantenimiento & operaciones.

2 OBJETIVO

El objetivo de la especificación técnica de BIM es establecer requisitos mínimos como base para la adopción del proceso BIM a lo largo del desarrollo del Proyecto. Su objetivo es establecer un ambiente de colaboración con roles y responsabilidades claramente definidos, para garantizar que todos los participantes del proyecto produzcan e intercambien información del proyecto y entreguen un conjunto de modelos coordinados de acuerdo con los alcances del Proyecto.

La aplicación de la metodología y tecnologías BIM permitirá el desarrollo iterativo de soluciones de diseño y permitirá una rápida identificación y resolución a problemas durante todas las etapas del proyecto.

Los principales objetivos generales de BIM son:

- Apoyar la entrega oportuna de los hitos del proyecto
- Implementar procesos de BIM para asegurar la coordinación entre equipos y entregar un diseño libre de interferencias previas a la ejecución de obra
- Realizar un análisis de interferencias para prevenir situaciones propias del diseño que puedan a futuro causar inconvenientes en el desarrollo del Proyecto

- Utilizar los Modelos BIM para registrar e informar las cantidades de todo el Proyecto, y así generar presupuestos más confiables
- Mejor planificación de la secuenciación y simulación de obras, logística y trabajos temporales.
- Proporcionar evidencia con garantía técnica que permite una mejor y más exacta de la valoración del proyecto.
- Entregar un modelo de información del activo, que respalde el mantenimiento y operación eficiente y rentable de los activos.

3 REQUISITOS

Se establecen los siguientes requisitos mínimos como parte integral del desarrollo del Proyecto en BIM:

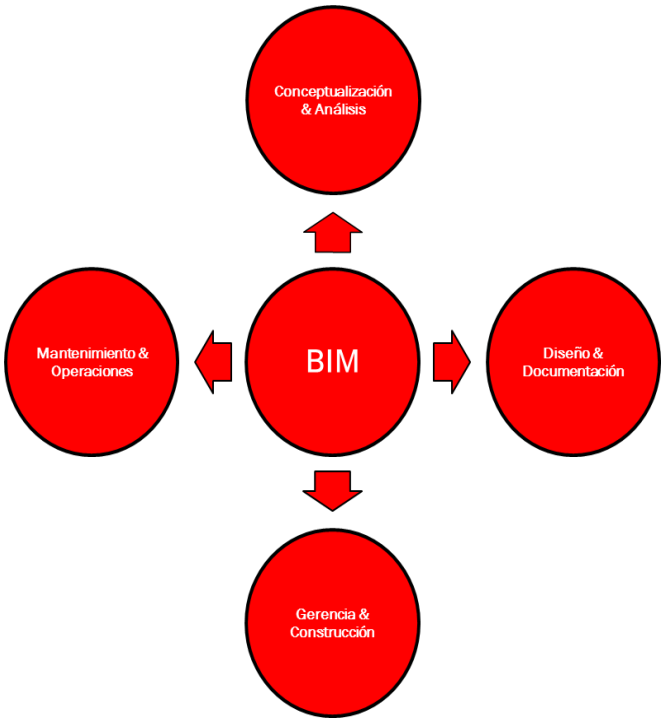
- Desarrollar un Modelo BIM por especialidad del Proyecto técnico
- Desarrollar modelos 3D federados y totalmente coordinados
- Desarrollar los Modelos BIM con objetos/elementos nativos de la aplicación, es decir, que tengan propiedades paramétricas, tales como columnas, vigas, muros, puertas, ventanas, ductos, tuberías, conductos, bandejas, etc.
- Que todos los objetos/elementos cuenten con su información paramétrica respectiva (meta-data)
- Mantener los Modelos BIM como la fuente principal y prioritaria de información del Proyecto, tanto en 3D como en 2D
- Mantener constantemente los Modelos BIM actualizados de manera constante a lo largo de todo el proceso de desarrollo del Proyecto.
- Desarrollar el modelo BIM del Proyecto siguiendo los estándares Open BIM

4 ALCANCE

El Contratista debe cumplir con los siguientes alcances y requerimientos:

- El Contratista es responsable del hardware y software, así como dispositivos de impresión y audiovisuales requeridos a lo largo del desarrollo del Proyecto.
- El Contratista es responsable de proveer acceso a los modelos de las especialidades que forman parte del Proyecto a lo largo de todo el desarrollo de este y a todos los participantes sin excepción. Los medios requeridos para este fin deben aplicarse mediante una plataforma electrónica (nube) que permita el acceso a la información 3D y 2D del Proyecto con acceso en tiempo real y desde dispositivos móviles.

- El Contratista es responsable de contar con un especialista BIM con experiencia previa en el desarrollo de proyectos bajo esta metodología según se define en el Contrato del Proyecto.
- El Contratista es responsable de documentar mediante reportes de observaciones y reportes de interferencias todos los problemas y/o discrepancias del Proyecto a lo largo del desarrollo de este.



- Desarrollar un modelo federado de diseño que estará compuesto de referencias de modelos BIM de las diferentes especialidades que forman parte del Proyecto.

- Todas las especialidades deben de desarrollar un Modelo BIM libre de interferencias.

- Todas las especialidades deben obtener las cantidades del Proyecto a partir del Modelo BIM.

- Desarrollar un Plan de Ejecución BIM como máximo a los 15 días posteriores al acta de inicio del Proyecto, en el que se especifiquen todas las características del trabajo que se realizará en BIM, incluyendo la identificación clara de cuáles son los requisitos de calidad en cada uno de los hitos de control.

- Generar los Planos 2D principal y prioritariamente a partir del Modelo BIM.

- Utilizar el Modelo BIM en las reuniones de coordinación interdisciplinarias cuya frecuencia será definida en el Plan de Ejecución BIM.

- Al finalizar el proceso de diseño, los Modelos BIM de las diferentes especialidades deben representar los diseños al nivel de factibilidad.

- Los Modelos BIM de diseño de las diferentes especialidades se desarrollarán a un nivel de desarrollo 300 (ND 300) como regla general, los cuales se definirán al detalle en el Plan de Ejecución BIM. No obstante, el Contratista podrá proponer, para aprobación de la Interventoría, el diseño de algunos componentes del Proyecto con un menor nivel de desarrollo al antes mencionado.

- Emitir entregas parciales del proyecto al 25%, 50% y 75% sobre los que el Interventor debe emitir un reporte de supervisión BIM que permitirá reportar y/o identificar de manera temprana cualquier desviación a los requerimientos definidos en esta especificación técnica BIM.

- Para dar la conformidad del fin del proceso de diseño, los Modelos BIM de las diferentes especialidades serán auditados por la Interventoría. El proceso de revisión y ajustes del modelo BIM debe darse de acuerdo con lo establecido en el Contrato, en cuanto al procedimiento para aprobación de los productos o entregables.

5 PLATAFORMA

La plataforma a usar para el desarrollo de Modelos BIM requeridos por el Estructurador debe estar basada en un software en donde se integren Modelos BIM de las diferentes especialidades que forman parte del Proyecto.

La plataforma a usar debe ser multi-disciplinaria, es decir, que bajo el mismo formato digital (extensión), administre las diferentes Especialidades que forman parte de un Proyecto de manera uniforme y sin pérdida de información.

La plataforma BIM a usar debe ser lo suficiente robusta como para contener toda la información del Proyecto, tanto en 3D como en 2D y debe permitir importar y exportar información en CAD hacia y desde el Modelo BIM respectivamente.

La plataforma BIM a usar debe tener la posibilidad de vincular su geometría con sistemas de gestión de activos y sistemas de administración de proyectos, así como sistemas de planeamiento de recursos (ERP), es decir, tendrán que ser basadas en una arquitectura de base de datos abierta.

La plataforma BIM a usar debe permitir que los Modelos puedan ser geo-referenciados en coordenadas absolutas y relativas.

El software acordado para la producción de Modelos BIM, los archivos de Modelos BIM federados, modelo de información de activos se especificará y acordará en el plan de ejecución BIM.

El desarrollo del Proyecto usando la metodología BIM debe garantizar el intercambio de información a cualquier plataforma BIM, utilizando estándares IFC 2x3 y velando por la completitud e integridad de esta. Los archivos IFC a ser exportados deben utilizar el o los Model View Definition (MVD) de acuerdo con la etapa del proyecto.

6 ESTÁNDARES

El Contratista será responsable de proponer un esquema de estandarización aceptado internacionalmente, el cual deberá ser aprobado por la Interventoría. Este esquema de estandarización debe incluir flujos de trabajo, procesos, procedimientos, mejores prácticas, etc. que son críticos a la hora de desarrollar un proyecto utilizando tecnología BIM. El estándar a utilizar será definido en el Plan de Ejecución BIM al inicio del proyecto. En todo caso, se deberá utilizar OpenBIM como premisa para el uso del estándar que se defina.

7 ARTICULACIÓN ENTRE BIM Y SIG

La metodología BIM aporta a la gestión del proyecto, entre otros aspectos, la modelación, ajustes y coordinación de la infraestructura y construcción del sistema (herramienta de Gestión); por su parte, y de manera complementaria, el Sistema de Información Geográfico (SIG) aporta información geográfica para la planificación, gestión de la infraestructura, seguimiento del proyecto y la adecuada consideración de las infraestructuras adaptadas a su entorno inmediato (herramienta de Planificación).

La interoperabilidad de estas dos herramientas, deben generar, como resultado, una capa de contexto geoespacial, que beneficie tanto la ejecución del proyecto, como la planificación de ciudad En ese orden de ideas el SIG proporciona, entre otra, información sobre cruces viales, equipamientos, zonas inundables y facilita al Contratista los datos precisos para determinar su ubicación, orientación e incluso los materiales empleados para el proyecto, ofreciendo la solución a problemas de planificación y gestión territorial.

La información de los SIG opera a escala local, regional y nacional, mientras que los datos BIM operan a una escala 1:1, lo cual evidencia que son contextos complementarios y se aplican al diseño, modelación y construcción de un componente o proyecto concreto. Actualmente, con BIM, se puede diseñar un sistema físico a nivel de objeto.

En consecuencia, el Contratista debe articular el BIM con el SIG, buscando con ello adaptar ese sistema al contexto de un paisaje más amplio y con más información. Lo anterior permite:

- Reducir riesgos/tiempos en el desarrollo del proyecto.
- Automatizar flujos de trabajo gracias a un modelo de datos estándar
- Reducción de costes y aumento de la seguridad
- Trabajar en un entorno colaborativo
- Difundir y compartir de manera sencilla nuestros modelos BIM en 3D”

8 RESULTADOS

Dentro de los resultados del BIM, se debe incluir el Modelo BIM federado del proyecto con las diferentes especialidades, de acuerdo con el Plan de Ejecución BIM aprobado.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 22

SUPERESTRUCTURA DE VÍA

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 ABREVIATURAS 3
2 OBJETIVO 3
3 NORMATIVIDAD 4
4 INSUMOS NECESARIOS 5
5 ALCANCE 6
5.1 DEBIDA DILIGENCIA 6
5.2 FACTIBILIDAD 7
5.2.1 Superestructura de la vía 7
5.2.2 Drenaje de la vía 9
6 RESULTADOS 10
6.1 DEBIDA DILIGENCIA 10
6.2 FACTIBILIDAD: SUPERESTRUCTURA DE VÍA 11

ET 22 – Superestructura de Vía

1 ABREVIATURAS

AD: Aparatos de Dilatación

ADTR: Aparatos de Dilatación para Tercer Riel

ADV: Aparato de Vía o Cambiavías

ASTM: American Society for Testing and Materials - Sociedad Americana Para Pruebas y Materiales

BS: British Standards – Normas Británicas

CV: Cambiavias

DIN: Deutsches Institut für Normung - Instituto Alemán de Normalización

EMB: Empresa Metro de Bogotá

ISO: International Organization for Standardization - Organización internacional de normalización

IEC: International Electrotechnical Commission- Comisión Electrotécnica Internacional

IRS: Infrared Soldering - Soldadura por Infrarrojos

MR: Material Rodante

NF: Norma Francesa

PLMB: Primera Línea Metro de Bogotá

RAMS: Reliability Availability Mantainability Safety - Confiabilidad Disponibilidad Mantenibilidad Seguridad

UIC: Union International des Chemins de fer -Unión Internacional de los Ferrocarriles

2 OBJETIVO

El objeto del presente documento consiste en definir las especificaciones funcionales y requerimientos que el Contratista tendrá que cumplir en la elaboración de los diseños de factibilidad de la superestructura de vía de la Línea 2 del Metro de Bogotá.

Con el producto de diseño obtenido, se espera que un licitador posterior pueda desarrollar la ingeniería de detalle, su construcción y puesta en operación de la superestructura de vía.

3 NORMATIVIDAD

Para el diseño a nivel de factibilidad de la superestructura de vía deben tomarse en cuenta todos los criterios aplicables a un sistema ferroviario de transporte urbano masivo de pasajeros que garanticen la seguridad de la circulación, el bienestar de los usuarios y la confiabilidad de las instalaciones.

El diseño de la superestructura de la vía férrea, en su conjunto, debe tomar como referencia la experiencia internacional disponible en la actualidad en el mercado y el uso establecido por los operadores de sistemas de metros, dentro del más adecuado nivel tecnológico, buscando la seguridad y confiabilidad del sistema y en concordancia con las últimas versiones de normas nacionales e internacionales.

El Contratista deberá actualizar el listado de normas propuestas a la última versión vigente al momento del estudio de factibilidad.

En el caso de aplicación de normas EN y UIC, el orden de prevalencia de las normas para el diseño será el siguiente: primero normas EN, y después las internacionales IEC, UIC e ISO. En caso de que estas normas no apliquen, las aplicables serán las normas BS, DIN y NF.

El Contratista deberá respetar el conjunto de reglamentaciones colombianas, incluso aquellas que no se encuentren listadas en este documento, salvo que se indique lo contrario.

El Contratista podrá proponer estándares alternativos distintos a lo definido en una norma, siempre y cuando estos sean iguales o de mayor exigencia de calidad. En ese caso será responsabilidad del Contratista, gestionar ante el organismo que emitió la norma aplicable que se quiera reemplazar, un concepto mediante el cual se garantice la equivalencia para la aplicación del estándar alternativo.

Sin limitarse a estas, algunas normas particulares a considerar son:

- EN 13674 - Aplicaciones ferroviarias. Vía – Rieles
- UIC 721 R - Recomendaciones para el empleo de diferentes tipos de aceros para rieles
- UIC 860 - Especificación técnica para el suministro de rieles
- UIC 861-2 - Perfiles unificados de rieles – Rieles agujas adaptados a los perfiles de rieles UIC 54 y 60 kg/m
- EN 13232 Aplicaciones ferroviarias. Vía – Aparatos de vía

- EN 13674-2 Aplicaciones ferroviarias. Vía – Rieles. Parte 2: rieles para aparatos de vía utilizados con rieles Vignoles de masa superior o igual a 46 kg/m
- EN 13674-3 Aplicaciones ferroviarias – Vía – Riel – Contra riel
- EN 13230 Aplicaciones ferroviarias - Riel - Durmientes y soportes de concreto
- UIC 505-1 Equipo de transporte ferroviario - Galibo de construcción de material rodante
- UIC 505-4 Consecuencias de la aplicación de gálibos cinemáticos definidos por las fichas 505 sobre la instalación de los obstáculos en relación con las vías y las vías entre ellas
- EN 13231-1 Aplicaciones ferroviarias – Vía – Recepción de trabajos – Parte 1: trabajos de vía balastada – Vía corriente y aparatos de vía
- UIC 720 Tendido y mantenimiento de la vía en rieles largos soldados
- UIC 774-3 Interacción vía/obra – Recomendaciones para los cálculos
- IEN 15427 Aplicaciones ferroviarias – Gestión de fricción rueda/riel – Lubrificación de las secciones de ruedas.
- Manual de Normativa Férrea – Parte I – Ministerio de Transporte (2013).
- Manual de Normativa Férrea – Parte II – Ministerio de Transporte (2013).

Los componentes del sistema deben ser estandarizados.

4 INSUMOS NECESARIOS

Para el diseño a nivel de factibilidad de la superestructura de vía férrea, se deben tener en cuenta, entre otros, los siguientes documentos:

- El Contratista debe revisar, adaptar y complementar la documentación existente relativa al diseño de la superestructura de vía, obtenida durante el proceso de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá, así como los Apéndices Técnicos definidos para la PLMB.
- Documento de diseño de la superestructura de vía de la Ingeniería Básica avanzada de la línea 1 del Metro de Bogotá.
- Referencias y bibliografía de superestructura de vía de otros sistemas ferroviarios nacionales e internacionales en estructuración a nivel de factibilidad, en construcción o en operación.
- Documentos que se produzcan durante la ejecución del mismo Contrato y que complementen el diseño de la superestructura de vía, como: (i)diseño geométrico del eje de la vía principal (eje de entrevías) y vías auxiliares, colas de retorno o maniobra, ramal técnico, vías de Patios y Talleres, (ii) características del material rodante que afectan al diseño de la superestructura, (iii) Estudio operacional que define el esquema de la línea y necesidades de ubicación de aparatos de vía, (iv) parámetros geométricos en planta y alzado, (v) requerimientos de otros sistemas ferroviarios relacionados: electrificación,

sistemas de señalización y control de trenes, entre otros y (vi) requerimientos técnicos en cuanto a las necesidades de mitigación de ruido y vibraciones.

En cualquier caso, estos documentos deben ser considerados como referencia, no limitándose los estudios y diseños a realizar lo reflejado o comentado en los mismos.

5 ALCANCE

La superestructura de vía ferroviaria debe garantizar las dos funciones principales de rodamiento y de guiado, asegurando la interfaz con el Material Rodante, cumpliendo con los siguientes objetivos principales y secundarios:

- Garantizar la seguridad de las personas y los bienes: estabilidad del rodamiento / guiado de velocidad elevada, prevención y limitación de los descarrilamientos, adherencia.
- Brindar confort a los pasajeros a través de flexibilidad del rodamiento, fluidez del guiado, calidad de los revestimientos, entre otros.
- Limitar las molestias sobre el entorno (ruidos, vibraciones, corrientes vagabundas). Contar con acceso para el rescate y evacuación de los pasajeros.
- Permitir la recolección y evacuación de las aguas de filtración y/o escorrentía que se presenten.

5.1 DEBIDA DILIGENCIA

Se deben revisar todos los estudios técnicos que se hayan realizado con anterioridad que se consideren relevantes para el desarrollo del diseño, a fin de comprender cabalmente los diseños de ingeniería y, en general, todos aquellos estudios desarrollados hasta la fecha que tengan aplicabilidad. Para el efecto debe realizar:

- Revisión y análisis de información de las etapas anteriores. El Contratista recibirá los estudios realizados a la fecha, y debe revisar y analizar los mismos, dado que éstos serán los insumos básicos con los que se contará para llevar a cabo el alcance del Contratista, en especial los mencionados en el numeral anterior.
- Durante este proceso, el Contratista debe revisar y analizar el nivel de desarrollo de los estudios realizados de cara a la estructuración del proyecto.
- Identificar las posibles deficiencias en la información disponible, evaluar su impacto en la realización del estudio, y proponer, de ser necesarias, soluciones específicas para suplirlas.

5.2 FACTIBILIDAD

El alcance de esta especificación se refiere al diseño a nivel de factibilidad de la superestructura de vía de la línea, vías auxiliares (apartaderos), colas de retorno o maniobra, del ramal técnico que conecta con los Patios y Talleres, vías internas de este (vías de pruebas y mantenimiento), con un ancho estándar según la UIC de 1.435 mm.

La información aquí descrita engloba los requisitos funcionales y operacionales que debe cumplir la superestructura de vía de la línea 2 del Metro de Bogotá, siguiendo los niveles de calidad y prestaciones establecidas en las presentes especificaciones.

5.2.1 Superestructura de la vía

Se consideran componentes principales de la superestructura de vía férrea los siguientes elementos: rieles, fijaciones, pernos, placas de asiento, sistema de apoyo de la vía (traviesas o durmientes, vía en placa, balasto, según se decida en el diseño), aparatos de vía.

El diseño propuesto, con todos sus componentes, debe responder a las altas exigencias de tráfico proyectado en el largo plazo y cumplir con los requisitos de durabilidad, menor mantenimiento y transmisiones de ruidos y vibraciones de la superestructura de la línea, ramal técnico, cola de retorno o maniobras, Patios y Talleres.

Así mismo, el dimensionamiento de la superestructura de la vía debe acoplarse y ser funcional con otros componentes del proyecto, como pueden ser:

- Perfil y material de las ruedas del Material Rodante
- Sistemas de suspensión del Material Rodante
- Rigidez de los elementos de fijación
- Tipo de montaje seleccionado

Los componentes de la superestructura se deben diseñar para:

- Resistir a los requerimientos del Material Rodante (operación, construcción y mantenimiento).
- Resistir a los requerimientos de la circulación vial en los pasos a nivel (Patio Taller)
- Resistir a las cargas previstas en condiciones normales, excepcionales y a largo plazo (incluyendo el fenómeno de fatiga).
- Contribuir al cumplimiento de los requisitos del sistema de amortiguación vibratoria, confort dinámico y acústica, limitación de las corrientes vagabundas.
- Permitir los cambios de ruta o el cruce de dos rutas.
- Impedir que el Material Rodante salga de su vía.
- Resistir a esfuerzos y fenómenos físicos, químicos y mecánicos durante el tiempo de vida de la infraestructura, cualesquiera fuesen las condiciones climáticas y ambientales

- El diseño de los elementos debe contemplar la prevención de condiciones de deterioro, tales como pudrimiento y enmohecidos, igualmente, se debe considerar la resistencia a los rayos UV y a las condiciones de intemperie, deben ser químicamente neutros, no contaminantes y resistentes a los agentes químicos tales como los aceites, grasas, bases de hidrocarburos, ácidos diluidos, asfalto, etc.
- Se deben tener en cuenta las características de robustez vertical, horizontal, flexibilidad, continuidad geométrica en planta y alzado, sobreancho en curvas y otras que se consideren necesarias.
- El sistema debe estar dotado de un sistema de drenaje de la plataforma del sistema metro.

5.2.1.1 Soluciones constructivas de vía

Se analizarán distintas soluciones constructivas, mediante un análisis multicriterio, en función de la ubicación de la vía, de la tipología de la línea (elevada, subterránea, de transición, a nivel del terreno, trinchera), en las diferentes áreas técnicas del Patio Taller (Cocheras, fosos de mantenimiento, entre otros), proponiéndose la solución técnica más adecuada para cada tramo. Así mismo se debe tener en cuenta en el diseño la compatibilidad con el sistema de alimentación eléctrica mediante tercer riel.

Entre otras, las soluciones mínimas que se deben analizar para cada tipo de tramo si es elevado, subterráneo, transición, a nivel o trinchera, Patio Taller, cocheras, deben ser al menos las siguientes:

- Vía en balasto
- Vía en placa sobre bloques elásticos
- Vía en placa con fijación directa
- Vía en placa con traviesas embebidas
- Vía en placa con riel embebido
- Vía sobre foso.

La elección del tipo de sistema de tendido de vía debe responder a las exigencias siguientes:

- Optimizar los costos de inversión y de mantenimiento.
- Asegurar el confort del pasajero y de los residentes por donde transcurre la línea.
- Favorecer un desarrollo sostenible.
- La plataforma debe adaptarse a su vez a las exigencias de la inserción urbana, integrarse en su entorno y permitir la creación de un paisaje urbano de calidad. Del mismo modo, la plataforma debe también responder a las exigencias del material móvil, asegurando unas condiciones óptimas de circulación, de confort y de seguridad.
- Límites de vibración y ruido, para lo cual se deberán realizar los estudios necesarios conforme a la normativa de aplicación internacional y nacional.

5.2.1.2 Rieles

En una vía, el riel constituye el elemento sustentador del Material Rodante, actuando como dispositivo para su guiado. Cualquier irregularidad en el plano de rodadura provoca esfuerzos dinámicos adicionales creando defectos geométricos que se traducen en un mayor mantenimiento. Se debe determinar el tipo de riel que mejor atienda la interfaz entre la rueda y riel, que garantice menor desgaste de este; por lo tanto, deben definirse las diferentes características del riel, tales como su dureza, resistencia a tracción, entre otros.

5.2.1.3 Aparatos de vía y otros elementos.

Se deben diseñar y proponer aparatos de vía que tengan el mayor radio posible y mínima tangente, que busque lograr menos desgaste y mayor ciclo de vida, que permita una mejor inserción del material móvil y que provoque menos esfuerzos sobre las cajas del Material Rodante. Por otro lado, para evitar el desgaste acelerado de los cruzamientos es recomendable privilegiar los cruzamientos rectos a los curvos

Adicionalmente los aparatos de vía y demás elementos deben ser elementos técnicamente probados en otros sistemas, para este requisito el Contratista debe definir las estrategias que sean necesarias para garantizar el cumplimiento de esta especificación durante la etapa de ejecución de la obra.

Los aparatos de vía deben cumplir los requisitos RAMS de confiabilidad y disponibilidad.

En el Patio Taller los aparatos de vía deben instalarse fuera de cruces viarios a nivel de plataforma del sistema metro, con el fin de evitar daños en las partes móviles del aparato debido a la circulación de vehículos.

Se deben proponer y diseñar otros aparatos de vía que se requieran para completar el diseño integral de la superestructura de la vía tales como fijaciones, placas de asiento, contraríeles, parachoques y toperas, lubricadores, entre otros.

Se debe considerar en el diseño, la interacción vía / estructura (IRS), para determinar el número y la posición de los aparatos de dilatación requeridos en la línea principal y el Patio Taller.

5.2.2 Drenaje de la vía

El drenaje de la plataforma de la vía férrea es un factor importante en su durabilidad; por lo tanto, se debe diseñar el sistema de la recogida y la evacuación de las aguas de escorrentía sobre el perímetro de la plataforma.

Se debe desarrollar un estudio de drenaje longitudinal y transversal que justifique debidamente los caudales de lluvia y calcule las capacidades hidráulicas de cada una de las obras de drenaje necesarias a lo largo de la plataforma del sistema metro. Asimismo, se deben analizar los puntos

de descarga de los drenajes proyectados tanto en obra como en fase de servicio. Igualmente, la altura, la posición y las características de la plataforma del sistema metro dependerá de la estrategia que se adopte frente al riesgo de inundaciones, particularmente en los tramos a nivel de la vía y en el Patio Taller.

Los diseños a nivel de factibilidad de las obras de drenaje se deben presentar sobre los planos de trazado, tanto en planta como en perfil longitudinal, añadiendo los que sean necesarios para plasmar correctamente la situación de todos los elementos de drenaje. También se deben entregar planos de definición geométrica básica de cada uno de dichos elementos y elaborar y entregar la memoria de cálculo de los caudales adoptados y capacidades hidráulicas de cada una de las obras de drenaje necesarias, tanto en su estado definitivo de servicio como durante las fases de ejecución de los trabajos.

El sistema de drenaje de la plataforma del sistema metro se debe diseñar de forma que, salvo en casos excepcionales, le llegue agua procedente del exterior. Para ello se debe prever una serie de arquetas y colectores que recogerán esta agua y la llevarán a un punto de desagüe que deben estar autorizados por las entidades ambientales competentes.

El trazado en alzado de la plataforma de vía debe favorecer la conducción del agua de escorrentía hacia los diferentes dispositivos de recuperación de agua (tipo canaletas de drenaje). Estos dispositivos deben ser suficientemente grandes como para asegurar un acceso cómodo durante las tareas de mantenimiento de estos.

Del mismo modo, todos los aparatos de vía, así como las arquetas o cajas dentro del perímetro de la plataforma y las galerías de acceso situadas en puntos bajos del trazado en alzado deben ser drenados.

El dimensionamiento del sistema de drenaje se debe realizar teniendo en cuenta una lluvia con un periodo de retorno el cual se determinará de común acuerdo con la Interventoría, el Estructurador y la EMB, partiendo de las recomendaciones del Contratista y considerando las regulaciones que en este tipo de aspectos se dispongan por las autoridades ambientales y municipales, e igualmente considerando criterios de costo y vida útil de las estructuras y, claro está, de la seguridad y estabilidad de la plataforma del sistema metro.

6 RESULTADOS

6.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe presentar, como parte de la "Debida Diligencia de la Información", un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como

insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

El informe debe incluir la recopilación y los resultados de la revisión y análisis de los insumos existentes, como productos de prefactibilidad, factibilidad y/o estudios y diseños y/o obra y/o planos record de proyectos desarrollados por la Empresa Metro de Bogotá S.A., y/o de cualquier otra entidad. Dentro de los resultados obtenidos de la Debida Diligencia se debe indicar la validez de la información consultada, con la descripción y justificación clara de las razones técnicas que soportan la respuesta, sobre qué información se va a utilizar durante la elaboración de los diseños de factibilidad y en qué medida cumple con lo requerido.

6.2 FACTIBILIDAD: SUPERESTRUCTURA DE VÍA

El Contratista deberá entregar un informe final y planos completos de diseño de detalle a nivel de factibilidad de la superestructura de vía y sus componentes, debidamente sustentados por sus correspondientes estudios, memorias y cálculos, y en ellos deben estar contenidos el diagnóstico, alcance, los parámetros y supuestos utilizados en los diseños.

Este documento debe contener, como mínimo, lo siguiente:

- Memoria descriptiva y justificativa de los sistemas de vía a emplear y de sus componentes
- Esquemas de vía.
- Planos de planta y perfil de las distintas vías a escala H 1:1.000 / V 1:100. Se podrán, alternativamente, utilizar las escalas indicadas para el diseño geométrico férreo: H 1:500/ V 1:50
- Secciones tipo de vía (según las tipologías de la línea) y Patio Taller
- Planos tipo de los distintos componentes.
- Diseño estructural a nivel de factibilidad.
- Sistema de drenaje en vías principales (según tipologías) y Patio Taller.
- Características de los materiales y equipos que deberán instalarse, con el propósito de determinar las condiciones y parámetros que se deben utilizar.
- Requerimientos de Pruebas y Puesta en servicio, de documentación y de capacitación.

Cuando aplique, los documentos deben ser redactados en forma de lista de chequeo, de tal manera, que cada requerimiento pueda tener el seguimiento y control que corresponde en las fases del proyecto.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 23

CENTRO DE CONTROL OPERACIONAL

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 ABREVIATURAS 3
2 OBJETIVO 4
3 INSUMOS NECESARIOS 9
4 ALCANCE 9
4.1 DEBIDA DILIGENCIA 9
4.2 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL CCO Y SELECCIÓN. 10
4.3 FACTIBILIDAD 10
4.3.1 Consideraciones Básicas 10
4.3.2 Consideraciones generales 12
4.3.3 Estudios funcionales 13
4.3.4 Instalaciones no ferroviarias 13
4.3.5 Funcionalidad 13
4.3.6 Especificaciones técnicas de equipamiento y subsistemas 31
4.3.7 Especificaciones técnicas aplicables a un CCO independiente para la Línea 2. 35
5 RESULTADOS 39
5.1 DEBIDA DILIGENCIA 39
5.2 FACTIBILIDAD 40
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 40
5.2.1 Definición de los sistemas y subsistemas 40
5.2.2 Diseño del edificio del CCO (aplica para la alternativa de un CCO independiente). 41

ET 23 – Centro de Control Operacional

1 ABREVIATURAS

- **ATC:** Automatic Train Control – Control Automático del Tren.
- **ATO:** Automatic Train Operation - Operación Automática del Tren.
- **ATP:** Automatic Train Protection - Protección Automática del Tren.
- **ATS:** Automatic Train Supervision - Supervisión Automática de Tren.
- **CBTC:** Communication Based Train Control - Control de Tren Basado en Comunicaciones.
- **CCO:** Centro de Control Operacional.
- **CCO-R**: Centro de Control Operacional de Respaldo.
- **CCTV:** Circuito Cerrado de Televisión.
- **MMS:** Maintenance Management System - Sistema de Gestión del Mantenimiento.
- **OCIR:** Operador de Circulación.
- **PLMB:** Primera Línea del Metro de Bogotá.
- **PMPT:** Puesto de Maniobras del Patio Taller.
- **RMS:** Red MultiServicios.
- **RSU:** Remote SCS Unit - Unidad SCS Remota.
- **RTU:** Remote Terminal Unit - Unidad Terminal Remota.
- **SCADA:** Supervisory Control And Data Acquisition - Supervisión Control y Adquisición de Datos.
- **SER:** Subestación Receptora.
- **SCA:** Sistema de Control de Acceso y Alarmas.
- **SET:** Subestación de Tracción.
- **TCO:** Tablero de Control Óptico.
- **UTO:** Operación de Tren Desatendido (Unattended Train Operation).
- **SGBD:** Sistema Gestor de Base de Datos.
- **KVM:** Keyboard, Video, Mouse (Teclado, video, ratón) LCD Liquid Crystal Display (Pantalla de Cristal Líquido) LED Light-Emitting Diode (Diodo de emisión lumínica)
- **MIOM:** Middleware de Integración Orientado a Mensajería CCO Centro de Control Operacional.
- **PLC:** Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable).
- **REC:** Recuperación
- **RAID:** Redundant Array of Inexpensive Disks (Conjunto redundante de discos duros).
- **IHM:** Interfaz Hombre Máquina.
- **BT:** Baja Tensión.

2 OBJETIVO

El objeto del presente documento consiste en definir las especificaciones funcionales, operativas y requerimientos técnicos mínimos que el Contratista debe cumplir en la elaboración de los diseños de factibilidad del Centro de Control Operacional (CCO) y el Centro de Control Operacional de Respaldo (CCO-R) de la Línea 2 del Metro de Bogotá, siguiendo los niveles de calidad y prestaciones establecidas en las presentes especificaciones.

El Contratista debe evaluar dos alternativas en cuanto al CCO para la Línea 2 del metro de Bogotá:

- Alternativa 1: Un CCO independiente para la Línea 2.
- Alternativa 2: Ubicación del CCO de la línea 2 en el CCO que se construirá para la línea 1 del Metro de Bogotá, en el marco del contrato de Concesión No. 163 de 2019 suscrito por la Empresa Metro de Bogotá.

El Contratista, para determinar la mejor alternativa del CCO de la L2, en el diseño de factibilidad debe tener en cuenta lo definido en el numeral 23.11 del Contrato de Concesión No.163 de 2019 en cuanto a la "*Producciones del Concesionario y Propiedad Intelectual"*.

Una vez seleccionada la opción por parte de la Empresa, el Contratista debe desarrollarla a nivel de factibilidad.

El Contratista debe revisar, adaptar y completar la documentación existente relativa al diseño del CCO, obtenida durante el proceso de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá y los Apéndices Técnicos establecidos para la PLMB.

Con el producto de diseño obtenido, se espera que un licitador posterior pueda desarrollar la Ingeniería de detalle, su construcción y puesta en operación del CCO.

- **NORMATIVIDAD APLICABLE**

La Normativa aplicable para los sistemas CCO debe ser como mínimo la siguiente:

  - **Normativa CENELEC**

- EN 45001: General criteria for the operation of testing laboratories (Criterios generals de funcionamiento de los laboratorios de pruebas).
- EN 50081: Electromagnetic compatibility – Generic emission standard (Contabilidad electromagnética – Norma genérica de emisión).
- EN 50082: Electromagnetic compatibility – Generic immunity standard (Contabilidad electromagnética – Norma genérica de inmunidad).
- ENV 50121: Railway applications. Electromagnetic Compatibility (Aplicaciones ferroviarias. Contabilidad Electromagnética).

- EN 50122-1: Railway applications. Fixed Installations. Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing. (Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Parte 1: Medidas de protección relativas a seguridad eléctrica o puesta a tierra en instalaciones fijas).
- EN 50122-2: Railway applications. Fixed Installations. Part 2: Protective provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems. (Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones Fijas. Parte 2: Medidas de protección contra los efectos de las corrientes vagabundas causadas por los sistemas de tracción eléctrica de corriente continua).
- EN 50124: Railway applications. Insulation coordination (Aplicaciones ferroviarias. Coordinación de aislamiento).
- EN 50125: Railway applications. Environmental conditions for equipment (Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para los equipos).
- EN 50126: Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS) (Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (RAMS)).
- EN 50128: Railway applications. Software for railway control and protection systems
- (Aplicaciones ferroviarias. Software para sistemas de protección y control de ferrocarriles).
- EN 50129: Railway applications. Safety related electronic systems for signalling
- (Aplicaciones ferroviarias. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización).
- EN 50159-1: Railway applications. Communication, signalling and processing systems.
- Part. 1: Safety-related communication in closed transmission systems. (Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Parte 1: Comunicación de seguridad en sistemas de transmisión cerrados).
- EN 50159-2: Railway applications. Communication, signalling and processing systems.
- Part. 2: Safety related communication in open transmission systems. (Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Parte 2: Comunicación de seguridad en sistemas de transmisión abiertos).
- EN 50261: Railway applications. Mounting of electronic equipment. (Aplicaciones ferroviarias. Montaje de equipos electrónicos).
- EN 55011: Límites y métodos de medida de las características relativas a las perturbaciones radio eléctricas de los aparatos de industriales, científicos y médicos (ICM).
- EN 55022: Límites y métodos de medida de las características relativas a las perturbaciones radio eléctricas de los equipos de tecnología de la información.
- EN 60068-1: Ensayos ambientales. Parte 1: General y guía.
- EN 60439: Conjunto de paramenta de baja tensión.

- EN 60529/IEC 529: Specification for degrees of protection provided by enclosures (IP code) (Especificación de los grados de protección proporcionados por los alojamientos (código IP)).
- EN 60947: Paramenta de baja tensión.
- EN 61000-4: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques (Contabilidad electromagnética (CEM) – Parte 4: Técnicas de ensayo y medida.
- R009-001: Railway Applications - Communication, signalling and processing systems.
- Hazardous failure and Safety Integrity Levels (SIL) (Aplicaciones ferroviarias – Sistemas de comunicación, señalización y proceso. Fallos peligrosos y niveles de integridad de seguridad (SIL)).
- R009-004: Railway Applications - Systematic Allocation of Safety Integrity Requirements
- (Aplicaciones ferroviarias – Asignación sistemática de requisitos de integridad de seguridad).

  - **Normativa IEC**

- IEC 56: Electronic Guide of maintainability of equipment (Guía de mantenibilidad de equipos electrónicos)
- IEC 68: Environmental testing (Pruebas ambientales).
- IEC 364-4-41: Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 41: Protección contra descargas eléctricas.
- IEC 536: Clasificación de los aparatos eléctricos y electrónicos en lo que se refiere a la protección contra los choques eléctricos.
- IEC 605-1: Pruebas de fiabilidad, requisitos generales.
- IEC 605-7: Prueba de fiabilidad de equipos – Planes de prueba para confirmar la tasa de errores y el tiempo calculado entre fallos, supuesta una tasa de errores constante.
- IEC 721: Classification of environmental conditions (Clasificación de condiciones ambientales).
- IEC 1000-2-1: Contabilidad electromagnética. Parte 2: Entorno. Sección 1: Descripción del entorno electromagnético para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia y la transmisión de señales en las redes de suministro público.
- IEC 1123: Ensayos de fiabilidad. Planes de ensayo de conformidad con una proporción de éxito.
- IEC 60409: Guía para la inclusión de cláusulas de fiabilidad en las especificaciones de componentes para equipos electrónicos.

  - **Normativa ISO**

- EN ISO 9000-1: Quality Management and Quality Assurance Standards - Guidelines for Selection and Use (Normas para Gestión y Seguridad de la Calidad – Pautas para Selección y Uso).

- ISO 9001: Quality systems – Model for quality assurance in design, development, production, installation and servicing (Sistemas de calidad – Modelo para asegurar la calidad en el diseño, desarrollo, producción, instalación y conservación).
- ISO/IEC 9126: Tecnología de la información. Avaluación de los productos software.
- Características de calidad y guía para su uso.

    - **Normativa IEC/IEC y EN/UNE**

- IEC 300/UNE 20-300, 1984: Gestión de la fiabilidad y mantenibilidad.
- IEC 300-1/UNE 60300-1, 1993: Gestión de la confiabilidad – Parte 1: Gestión del programa de confiabilidad.
- IEC 300-2/UNE 60300-2, 1995: Gestión de la confiabilidad – Parte 2: Elementos y tareas del programa de confiabilidad.
- IEC 300-3-1/UNE 60300-3-1, 1991: Gestión de la confiabilidad – Parte 3: Guía de aplicación – Sección 1: Técnicas de análisis de la confiabilidad. Guía de metodología.
- IEC 300-3-2/UNE 60300-3-2, 1993: Gestión de la confiabilidad – Parte 3: Guía aplicación – Sección 2: Recopilación de datos de confiabilidad en la explotación.
- IEC 300-3-3, 1996: Gestión de la confiabilidad – Parte 3: Guía de aplicación – Sección 3: Coste del ciclo de vida.
- IEC 300-3-4, 1996: Gestión de la confiabilidad – Parte 3: Guía de aplicación – Sección 4: Guía para la especificación de requisitos de confiabilidad.
- IEC 300-3-5: Gestión de la confiabilidad – Parte 3: Guía de aplicación – Sección 5: Condiciones para los ensayos de fiabilidad y principios estadísticos para los ensayos.
- IEC 300-3-9/UNE 60300-3-9: Gestión de la confiabilidad – Parte 3: Guía de aplicación – Sección 9: Análisis de riesgo de sistemas tecnológicos.
- IEC 319, 1978/UNE 20-512-6, 1982: Presentación de datos de fiabilidad de componentes electrónicos.
- IEC 409, 1981/UNE 20-512-4, 1986: Guía para la inclusión de cláusulas de fiabilidad en las especificaciones de componentes para equipos electrónicos.
- IEC 410, 1973/UNE 66-020, 1973: Planes y procedimientos de muestreo para inspección para atributos.
- IEC 419, 1973/UNE 20-512-7, 1978: Guía para la inclusión de procedimientos de inspección periódica y para lotes en las especificaciones de equipos electrónicos.
- IEC 605-1, 1978/UNE 20-608-1, 1980 – 1986: Ensayos de fiabilidad de equipos. Parte 1: Requisitos generales.
- IEC 605-2, 1994: Ensayos de fiabilidad de equipos – Parte 2: Diseño de los ciclos de prueba.
- IEC 706-1, 1982/UNE 20-654-1, 1992: Guía de mantenimiento de equipos. Parte 1 – Secciones 1, 2 y 3: Introducción, requisitos y programa de mantenibilidad.
- IEC 706-2, 1990/UNE 20-654-2, 1995: Guía de mantenimiento de equipos. Parte 2: Sección 5: Estudios de mantenibilidad durante la fase de diseño.

- IEC 706-3, 1987/UNE 20-654-3, 1996: Guía de mantenimiento de equipos. Parte 3: Secciones 6 y 7: Verificación, recogida, análisis y presentación de datos.
- IEC 706-4, 1992: Guía de mantenimiento de equipos. Parte 4: Sección 8: Planificación y apoyo al mantenimiento.
- IEC 706-5, 1994/UNE 60706-5 (20-654-5): Guía de mantenimiento de equipos. Parte 5: Sección 4: Ensayos de diagnóstico.
- IEC 706-6, 1994: Guía de mantenimiento de equipos. Parte 6: Sección 9: Métodos estadísticos para la evaluación de Mantenimiento.
- IEC 812, 1985/UNE 20-812: Técnicas de análisis de la fiabilidad de sistemas – Procedimiento de análisis de los modos de error y de sus efectos (AMFE).
- IEC 863, 1986/UNE 20-863, 1996: Presentación de resultados de las predicciones de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.
- IEC 1014, 1989: Programas de crecimiento de la fiabilidad.
- IEC 1025, 1990/UNE 20-925, 1994: Análisis por árbol de errores (AAF).
- IEC 1070, 1991/UNE 20-970: Procedimientos para ensayos de cumplimiento de la disponibilidad en régimen permanente.
- IEC 1078, 1991/UNE 61078, 1996: Técnicas de análisis de la confiabilidad. Método del diagrama de bloques de fiabilidad.
- IEC 1123, 1991/UNE 20932, 1996: Ensayos de fiabilidad – Planes de ensayos de conformidad para una proporción de éxitos.
- IEC 1124 (en preparación), 1991: Planes de ensayos de conformidad para tasa de fallo constante e intensidad de fallo constante.
- IEC 1160, 1992/UNE 20960: Revisión formal del diseño.
- IEC 1160 E, 1994/UNE 20960: Enmienda nº 1.
- IEC 1163, 1995: Selección mediante pruebas de vida bajo condiciones de esfuerzo de elementos reparables fabricantes en lotes.
- IEC 1164, 1995: Modelos de crecimientos de la fiabilidad y métodos de estimación.
- IEC 1165, 1995/UNE 21406, 1997: Aplicación de las técnicas de Markov.
- IEC 1709, 1996: Componentes electrónicos – Fiabilidad – Condiciones de referencia para tasas de error y modelos de esfuerzo para la conversión.
- UNE.EN 50153: Aplicaciones Ferroviarias. Materiales rodantes. Medidas de protección relativas a riesgos eléctricos

Otras normas de carácter nacional y local de aplicación que sean requeridas: urbanísticas, ambientales, estructurales.

El Contratista debe complementar y actualizar el listado de normas propuestas a la última norma vigente al momento del estudio de factibilidad. En el caso de aplicación de normas EN y UIC, el orden de prevalencia de las normas para el diseño será el siguiente: primero normas EN, y

después las internacionales IEC, UIC e ISO. En caso de que estas normas no apliquen, las aplicables serán las normas BS, DIN y NF.

El Contratista debe respetar el conjunto de reglamentaciones colombianas, incluso aquellas que no se encuentren listadas en este documento, salvo que se indique lo contrario.

El Contratista podrá proponer estándares alternativos distinto a lo definido en una norma, siempre y cuando estos sean iguales o de mayor exigencia de calidad. En ese caso será responsabilidad del Contratista, gestionar ante el organismo que emitió la norma aplicable que se quiera reemplazar, un concepto mediante el cual se garantice la equivalencia para la aplicación del estándar alternativo.

3 INSUMOS NECESARIOS

Para el diseño avanzado a nivel de factibilidad del CCO, se deben tener en cuenta entre otros los siguientes documentos:

- Productos de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá.
- Apéndices Técnicos de la línea 1 del Metro de Bogotá.
- Referencias y bibliografía de Centros de Control Operacionales de otros sistemas ferroviarios nacionales e internacionales en estructuración a nivel de factibilidad, en construcción o en operación.
- Documentos que se produzcan durante la ejecución del mismo Contrato y que complementen el diseño del CCO, como el estudio de operación y mantenimiento.

En cualquier caso, estos documentos serán considerados como referencia, no limitándose los estudios y diseños a realizar lo reflejado o comentado en los mismos.

La gestión en la obtención de la información que se considere como necesaria para el desarrollo de las actividades descritas en este apéndice es responsabilidad del Contratista.

4 ALCANCE

4.1 DEBIDA DILIGENCIA

Se deben revisar todos los estudios técnicos que se hayan realizado con anterioridad relacionados en el numeral anterior y otros documentos que sean relevantes para el desarrollo de la estructuración, a fin de comprender cabalmente los diseños de ingeniería y, en general, todos aquellos estudios desarrollados hasta la fecha que tengan aplicabilidad. Para tal efecto el Contratista debe, como mínimo, realizar:

- Revisión y análisis de información de las etapas anteriores. El Contratista recibirá los estudios realizados a la fecha, y debe revisar y analizar los mismos, dado que éstos serán los insumos básicos con los que se contará para llevar a cabo el alcance del Contrato.
- Durante este proceso, el Contratista debe revisar y analizar el nivel de desarrollo de los estudios realizados de cara a la estructuración del proyecto.
- Identificar las posibles deficiencias en la información disponible, evaluar su impacto en la realización del estudio, y proponer, de ser necesarias, soluciones específicas para suplirlas.

4.2 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL CCO Y SELECCIÓN.

El Contratista debe recomendar a la EMB la mejor alternativa entre tener un Centro de Control Operacional para la línea 2 del Metro de Bogotá en un edificio independiente o emplear el mismo edificio del CCO para la PLMB de tal forma que sea una operación centralizada (alternativas 1 y 2 indicadas en el numeral 1 de esta Especificación Técnica). Para el efecto analizará ambas alternativas, determinado ventajas y desventajas comparativas a través de una matriz multicriterio que incluya diferentes variables, entre los cuales se incluirían: aspectos técnicos, de operación y funcionalidad, de Capex y Opex, de construcción considerando que la Línea 1 entrará a operar primero que la Línea 2, contratos de concesión posiblemente independientes para cada línea, experiencias de sistema de Metro en operación; los criterios y pesos de la matriz deben ser aprobados previamente por la Interventoría, el Estructurador y la EMB.

El Contratista debe presentar los resultados de la evaluación de ambas alternativas y a partir de las conclusiones la EMB seleccionará la alternativa a implementar para la línea 2.

4.3 FACTIBILIDAD

Una vez seleccionada la alternativa el Contratista debe diseñar a nivel de factibilidad de acuerdo con lo estipulado en la presente especificación técnica, desarrollando los elementos de diseño que le apliquen según la alternativa seleccionada.

4.3.1 Consideraciones Básicas

El Centro de Control Operacional (CCO) representará el punto de control y mando de la línea 2 de Metro de Bogotá. En este documento se definen las características funcionales, técnicas mínimas, ubicación estratégica, diseño arquitectónico y de ingeniería a nivel de factibilidad que debe cumplir el edificio que albergará el CCO.

El CCO de la línea 2 de Metro de Bogotá debe diseñarse y proyectarse en todos sus componentes para cubrir las necesidades que se presentan a partir del inicio de operación de la línea 2. También, el CCO debe diseñarse con una visión de largo plazo en términos de espacio, funcionalidad, capacidad y seguridad.

Asimismo, el diseño a nivel de factibilidad del edificio de CCO debe contar con la definición de áreas funcionales, en este caso, dotadas de todos los sistemas eléctricos y electrónicos para una posible y futura integración con los Centros de Control de otros subsistemas de transporte de la ciudad.

Por tanto, el CCO debe ser dotado de las instalaciones y sistemas necesarios para realizar una operación eficiente, segura y sobre todo escalable de la línea, a través de procesos automatizados, sistemas de integración y aplicaciones de control y operación por parte de operadores.

A fin de hacer efectiva esta funcionalidad, el CCO se debe estar dotado, como mínimo, de las siguientes áreas:

- Sala de Operación de la línea.
- Sala de crisis.
- Sala de Simulación y Formación.
- Sala Técnica de Servidores y Equipos de Telecomunicaciones.
- Sala de UPS (Cada una con autonomía mínima de 180 minutos).
- Salas de reuniones.
- Sala de presentaciones.
- Instalaciones hidrosanitarias y vestuarios para el personal.
- Salas de descanso.
- Salas de formación y biblioteca.

Desde donde se realizarán como mínimo las siguientes funciones y tareas de operación de la línea:

Operación

- Gestión del tráfico (ATS-CBTC).
- Gestión de las instalaciones (SCADA de Energía y Estación).
- Atención virtual al cliente.
- Vigilancia de las instalaciones a través del Sistemas CCTV.

Simulación y formación

- Estudiar el impacto de posibles cambios en los sistemas a través de órdenes de telemando.
- Revisar sucesos o eventos ocurridos entre dos puntos temporalmente distantes.
- Simular alteraciones y modificaciones del programa de circulación de trenes del ATS.
- Formar futuros operadores.

Mantenimiento

- Monitorización de los sistemas de la línea a través de sus respectivas plataformas de gestión.
- Gestionar la configuración y parametrización de los sistemas a través de sus respectivas plataformas de gestión.

A tal efecto, se equiparán todos los puestos de operación, simulación y formación con las herramientas y aplicaciones requeridas, como, por ejemplo:

- Elementos y equipos de operación de los sistemas de telecomunicaciones y radiocomunicaciones.
- Aplicaciones software de integración, unificación de servicios y operación multisistema.
- Aplicaciones software de telemando y control remoto.
- Aplicaciones software ofimáticas y corporativas comunes.

Estarán incluidas dentro del alcance del sistema la especificación de los sistemas de control locales de estaciones, patio-taller, Puesto de Maniobra del Patio-Taller (PMPT), entre otros que deben permitir el acceso al control y supervisión de los elementos finales por parte de los operadores para cada uno de los sistemas.

Así mismo, a nivel local se establecerán los terminales de mando locales, equipos portátiles destinados a dotar a los operadores de estación o de zona, con alta movilidad, de capacidades locales de operación y explotación de las instalaciones.

4.3.2 Consideraciones generales

El CCO, las estaciones, estacionamientos, intercambios de medios, edificios de servicio, patio-taller deben tener una imagen corporativa uniforme, estética y con el carácter formal de acuerdo con las actividades que en ellos se desarrollarán.

El diseño del CCO debe ajustarse al conjunto de las instalaciones de telemandos que se deben integrar en una misma sala. El objetivo del diseño debe ser el de clarificar y simplificar el funcionamiento y el control de estas instalaciones de telecomunicación.

La organización del CCO, así como la implantación de las diferentes infraestructuras se hará teniendo en cuenta sus funcionalidades.

El CCO debe estar preparado para asumir y adaptar los posibles futuros crecimientos de la red, asumiendo los retos planteados por la introducción de nuevas estaciones, kilómetros de vía y material rodante. La creciente complejidad de la red requerirá la constante adaptación y mejora de sus instalaciones de control, así como la existencia de vías alternativas que garanticen la continuación del servicio en el caso de que por algún incidente los medios habituales quedaran inutilizados.

4.3.3 Estudios funcionales

Se destacarán los criterios utilizados en el diseño del CCO, especificando, como mínimo:

- Criterios de funcionalidad, movilidad y accesibilidad.
- Criterios de confort al personal de servicio.
- Criterios de seguridad.
- Criterios de mantenimiento de la operación.
- Criterios estéticos/arquitectónicos.

Con base a estos criterios, se realizará una definición funcional y volumétrica del CCO, así como la distribución y dimensionado básico suficiente para comprobar la funcionalidad de los diferentes espacios: accesos, vestíbulos, Sala de operaciones, locales de servicio, etc.

Debe tenerse en cuenta que el CCO es el centro neurálgico del sistema metro y demás sistemas cuya operación se radique en él, por lo tanto, en su diseño y funcionalidad se deben tener en cuenta altos estándares de seguridad desde el punto de vista de la obra civil tales como protección contra atentados, explosivos, entre otros.

4.3.4 Instalaciones no ferroviarias

Dentro de este apartado se engloban como mínimo las siguientes instalaciones:

- Sistema de Información al Pasajero (SIP).
- Sistema de Anuncio al Pasajero (SAP).
- Distribución de Publicidad (DDP).

4.3.5 Funcionalidad

4.3.5.1 Descripción funcional y criterios particulares de diseño

El diseño del sistema debe responder adecuadamente a las necesidades requeridas por el programa funcional previsto.

En el CCO se deben encontrar integrados todos los dispositivos de control, tanto de las instalaciones de vía y del Sistema de Señalización y Control de Trenes, como de las instalaciones de distribución de energía, instalaciones electromecánicas y electrónicas. Asimismo, sus sistemas de gestión para afrontar emergencias, la regulación de trenes y los sistemas de normalización de las instalaciones ante incidencias (alarmas, apertura y cierre al público de las instalaciones, falta de energía eléctrica, etc.) están dotados de lógicas de control y procedimientos que los convierten en sistemas inteligentes dentro de un complejo sistema para la gestión de este masivo sistema de transporte.

La Sala de operaciones debe integrar todas las instalaciones requeridas para el CCO, así mismo debe garantizar una distribución, forma y volumetría acorde a las necesidades de dichas instalaciones. La posición de su mobiliario y equipamiento fijo serán de trascendental importancia para garantizar el óptimo funcionamiento para el control de las instalaciones de telemando.

El mobiliario de los puestos de operación se hará de manera ergonómica a fin de proporcionar, como mínimo, a los operadores:

- Una posición de trabajo confortable,
- Un acceso fácil a los diferentes equipos tanto del Mando Centralizado como del equipo de Telecomunicaciones,
- Una vista al conjunto de las informaciones presentadas tanto en las pantallas del pupitre como en el videográfico.

Toda la gestión centralizada de la explotación de la red se realizará desde el CCO. En él operarán un supervisor del sistema metro, operadores de línea, operadores de energía, operadores de mantenimiento, operadores de comunicaciones y operadores de seguridad.

Además, desde el CCO se realizarán comunicaciones con los pasajeros: emisión de mensajes de megafonía (voz), teleindicadores (datos), recepción de llamadas de interfonos (voz) y de imágenes del sistema CCTV (vídeo).

El Contratista con base en el diseño y las especificaciones técnicas de cada subsistema debe elaborar la propuesta de amueblamiento y dotación de cada sala, con base en lo cual definirá las dimensiones y distribución final de cada sala por lo que los valores aquí indicados se deben tomar solo como referentes.

Algunos de los parámetros principales para los que se deberían desarrollar las especificaciones del Centro de Control Operacional serían los siguientes:

- **Calidad de Servicio:** ya sea en consideraciones de conectividad, de ancho de banda, o de capacidad funcional, el sistema debe proporcionar tecnología avanzada para desempeñar de manera suficiente las exigencias que le impongan los sistemas que ha de soportar en la actualidad y para futuras extensiones.
- **Escalabilidad:** se debe contar con que en un futuro podría haber nuevos puestos de operación y se debe proveer una arquitectura de red y de sistema que permita estas ampliaciones. Igualmente es necesario tener en mente que debe poder darse cabida a nuevas aplicaciones que respondiesen a la decisión de automatizar más procesos de negocio.
- **Portabilidad:** se debe proveer software que sea fácilmente instalable en distintas plataformas para evitar que las actualizaciones tecnológicas de hardware dejen desfasados los desarrollos.

- **Interoperabilidad:** debe diseñarse con la posibilidad de intercambiar información de manera open-standard entre sus diversos subsistemas (o incluso con el resto de los subsistemas heterogéneos que residiesen en otros Centros de Control).

En el evento que se tenga un CCO integrado geográficamente en el mismo edificio del CCO para la PLMB, el diseño debe considerar que se considere como un todo y, como tal, ambos CCO deben estar coordinados con sus respectivos protocolos de seguridad y que cualquier fallo de uno no afecte la integridad de la información ni el funcionamiento del otro.

- **Mantenibilidad:** todos los componentes utilizados deben ser de amplia difusión en el ámbito de transporte ferroviario para facilitar su substitución y la labor de formación del personal de mantenimiento.
- **Eficiencia energética:** tanto por cuestiones medioambientales como por cuestiones económicas, los componentes que se reflejen en el proyecto deben contar con la certificación energética más alta.
- **Obligatoriedad de Documentación:** el conjunto de todos los desarrollos que se ejecuten en según el proyecto que se apruebe, estarán obligados a seguir un estricto procedimiento documental built-in, lo que redundará en una mayor mantenibilidad**.**
- **Disponibilidad:** la capacidad del CCO para responder sin interrupción a las exigencias de la operación debe estar garantizada en la mayor medida posible en un sistema de esta criticidad. Para garantizar esta disponibilidad el Contratista debe tener en cuenta un Centro de Control Operacional de Respaldo (CCO-R) que estará ubicado en el Patio Taller.

Dado el alcance del sistema del CCO, la descripción funcional se realizará, como mínimo, con base a los siguientes puntos:

- Organización del CCO.
- Equipamiento común del CCO.
- Aplicaciones de Integración.
- Equipamiento local de estación.
- Telemandos.
- Metodología de desarrollo software.
- Estudio de tendencias tecnológicas.

4.3.5.2 Organización del CCO

El CCO debe ser organizado en salas, donde cada sala será dedicada a una funcionalidad específica y por tanto debe estar equipada con los elementos y sistemas adecuados. A continuación, se detalla las salas definidas y su funcionalidad:

- **Sala de Operadores**: En la sala de operadores se debe ubicar todos los puestos de operador de línea. Desde esta sala se deben tomar todas las decisiones sobre la operación

de la línea. Dado el importante número de tareas específicas, la sala será organizada en puestos de operación especializados (Tráfico, Energía, Seguridad, Estaciones, etc, supervisados por un puesto de operación general, que será denominado supervisor de Operación).

- **Sala de Formación y Simulación**: La sala de formación y simulación permitirá a los operadores de la línea realizar simulaciones con el fin de evaluar el impacto de cambio o modificaciones sobre los sistemas de la línea. De este modo se garantiza que las modificaciones que se realicen sobre los sistemas serán estables y seguras con lo que el riesgo de errores y accidentes se reducirá drásticamente. Así mismo, se incluirán como mínimo las siguientes herramientas:
  - Herramientas tipo "moviola" destinados a revisar eventos e incidencias ya sucedidas y registradas, de forma que los operadores podrán revisar y estudiar offline el comportamiento tenido por un sistema en un periodo dado.
  - Herramientas para la formación de operadores en las distintas aplicaciones de operación, como por ejemplo los distintos telemandos, donde una aplicación software simula un entorno real de operación.
- **Sala Técnica de Servidores:** Existirá una sala técnica adecuadamente acondicionada donde residirán todos los servidores, equipos electrónicos y equipos informáticos del CCO. Así mismo, en esta sala deben albergarse los equipos de red y será el punto de llegada de las líneas troncales de comunicación procedentes de campo.

4.3.5.2.1 Puestos de Trabajo del CCO

Aparte de los puestos de trabajo de los OCCS, OCOM y OMAN, cada puesto de trabajo de la sala CCO constará de al menos las siguientes herramientas informáticas:

- 2 pantallas para la IHM CBTC (Función ATS-CBTC);
- pantallas para las IHM COM (Red Multiservicios - RMS, Información a los pasajeros -SIP, Difusión De Publicidad - DDP, Sistema Anuncio a Pasajero - SAP, Radiocomunicaciones, Circuito Cerrado de Televisión - CCTV y Sistema de Control de Acceso y Alarmas – SCA).
- 1 pantalla informática (acceso a la IHM de gestión de mantenimiento - MMS y aplicaciones corporativas);
- 1 interfaz táctil de comunicación del sistema de Radiocomunicaciones de voz y datos.
- 1 radio portátil con su base de alimentación eléctrica;
- 2 interfaces táctil para telefonía operativa y telefonía corporativa.
- 1 sólo teclado y ratón para interactuar con todas las aplicaciones (ATS- CBTC, COM y aplicaciones corporativas).

- Para los puestos de trabajo de los OCIR y JT-CCO, el Contratista debe prever la posibilidad de independizar los periféricos de control/comando (teclado y mouse) del sistema CBTC de los demás sistemas en caso de avería de la aplicación encargada de la integración de la supervisión y control de los distintos sistemas.

Cada posición del puesto de trabajo de los OCCS constará de al menos con las siguientes herramientas informáticas:

- 2 pantallas para la visualización y el control de las cámaras CCTV de las estaciones e instalaciones de la línea 2 del Metro de Bogotá.
- 1 pantalla informática (acceso a aplicaciones corporativas).
- 2 interfaces táctiles de comunicación por radio y telefonía.
- 1 radio portátil con su base de alimentación eléctrica.
- 1 sólo teclado y ratón para interactuar con todas las aplicaciones (CCTV y aplicaciones corporativas).

La posición del puesto de trabajo del OCOM constará de al menos con las siguientes herramientas informáticas:

- 2 pantallas para las IHM COM.
- 1 pantalla informática (acceso aplicaciones corporativas).
- 2 interfaces táctiles de comunicación por radio y telefonía.
- 1 radio portátil con su base de alimentación eléctrica.
- 1 sólo teclado y ratón para interactuar con todas las aplicaciones (COM y aplicaciones corporativas).

La posición del puesto de trabajo del OMAN constará de al menos con las siguientes herramientas informáticas:

- 1 pantalla para las IHM.
- 1 pantalla para las IHM del MMS.
- 1 pantalla informática (acceso a las aplicaciones corporativas).
- 2 interfaces táctiles de comunicación por radio y telefonía.
- 1 sólo teclado y ratón para interactuar con todas las aplicaciones (MMS y aplicaciones corporativas).

La disposición de los puestos debe permitir la implementación de un espacio estratégico para realizar registros del personal operativo o ver instrucciones operacionales, las cuales deben estar cerca de los puestos de trabajo.

4.3.5.2.2 Puestos de trabajo del (PMPT)

La sala del PMPT debe tener al menos dos (2) puestos de trabajo

El puesto de trabajo del Operador del PMPT constará de al menos las siguientes herramientas informáticas:

- 1 pantallas para la supervisión y el control de la señalización de las vías “no UTO” del Patio-Taller.
- 1 pantalla informática (acceso a la IHM de gestión de mantenimiento - MMS y aplicaciones corporativas).
- 1 pantalla informática (acceso a aplicaciones corporativas).
- 1 interfaz táctil de comunicación del Sistema de Radiocomunicaciones de voz y datos.
- 1 radio portátil con su base de alimentación eléctrica.
- 2 interfaces táctil para telefonía operativa y telefonía corporativa.
- 1 sólo teclado y ratón para interactuar con todas las aplicaciones (ATS-CBTC, COM y aplicaciones corporativas).

El puesto de trabajo del Operador de Seguridad del PMPT constará de al menos las siguientes herramientas informáticas:

- 2 pantallas para la visualización y el control de las cámaras CCTV del Patio-Taller.
- 1 pantalla informática (acceso a aplicaciones corporativas).
- 2 interfaces táctiles de comunicación por radio y telefonía.
- 1 radio portátil con su base de alimentación eléctrica.
- 1 sólo teclado y ratón para interactuar con todas las aplicaciones (CCTV y aplicaciones corporativas).

Cada uno de los puestos instalados deberán estar equipado con un número variable de pantallas (en función del tipo de operador), dispositivos de entrada de comandos (ratón y teclado) únicos, pantallas de TV, monitores y terminales telefónicos para operar con los distintos sistemas de comunicaciones.

En el estudio de factibilidad se debe realizar un dimensionamiento del número de puestos de operación de cada tipo requerido, en base a la previsión de tareas y responsabilidades de cada perfil de operación, así como a la carga de trabajo prevista, para lo cual el Contratista debe presentar un análisis desde el punto de vista de la operación comercial que justifique el número necesario de ellos.

4.3.5.2.3 Centro de Control Operacional de Respaldo (CCO-R)

El Contratista debe tener presente un CCO-R, en caso de presentarse una pérdida total o parcial de las funciones del CCO principal, debido a condiciones tales como: una evacuación, incendio, inundación de salas técnicas y ante una falla técnica que impida la operación del CCO. El Contratista en su estudio debe garantizar que la operación continúe desde el CCO-R en condiciones nominales.

4.3.5.2.4 Sala de Simulación y Formación

En la sala de simulación y formación se deben dar cobertura los siguientes elementos de sistemas:

- Terminal de simulación, formación y planificación del sistema ATS.
- Terminal de Simulación y formación de telemandos.
- Terminal de Reconstrucción de eventos aplicable a todos los subsistemas del CCO.

4.3.5.2.4.1 Terminal de simulación, formación y planificación del sistema ATS

A través de este terminal, se podrá realizar una simulación del impacto sobre el programa de circulación de trenes cuando se pretenda establecer una alteración y/o modificación del programa vigente o se altere la configuración del sistema ATS.

4.3.5.2.4.2 Terminal de simulación y formación de telemandos (SIM)

Este entorno constituye una herramienta vital a la hora de planear los diversos escenarios con los que se enfrentará el operador:

- Se empleará SIM como herramienta de formación para anticipar situaciones habituales con las que se entrenará concienzudamente a los operadores del CCO con el fin de que puedan realizar sus tareas cotidianas con rapidez, o bien se les pueda someter a situaciones de emergencia para enseñarles cómo deben actuar ante estas.
- Servirá también para tomar decisiones sobre cuáles son las estrategias más adecuadas a la hora de establecer los procedimientos operativos, o de mantenimiento, o de excepcionalidad.

Para la consecución de este entorno deben preverse simuladores que generen todas las medidas, informaciones y datos que pueden generar los dispositivos de campo y hacerlas llegar hasta los servidores SIM, en los que se desplegará el mismo conjunto de programas que proporcionan los servicios de control y presentación en tiempo real. De este modo, el operador, a través de SIM, podrá trabajar de forma idéntica a como lo haría en tiempo real, pero con la consideración de que los datos que le llegan proceden de un entorno sintético, que es capaz de simular la evolución de cualquier subsistema a partir de una serie de parámetros.

4.3.5.2.4.3 Terminal de reconstrucción de eventos (REC)

Este terminal permitirá repetir a un operador una singularidad ocurrida en uno de sus sistemas gestionados en un entorno controlado a posteriori y tantas veces como sea oportuno.

La aplicación REC, debe permitir extraer de la Base de Datos unificada del CCO todos los eventos registrados de un sistema mediante el formato moviola (reproducción de eventos), en la que se podrá acelerar o frenar la secuencia de acontecimientos, lo ocurrido entre dos instantes determinados. REC también debe ser utilizado para determinar con exactitud la responsabilidad

de cada uno de los agentes intervinientes en una situación que implicó una degradación del servicio, o la resolución de una situación de emergencia.

La sala técnica de servidores debe estar totalmente acondicionada con el objetivo de albergar todos los servidores y computadoras requeridas para el cumplimiento de las funcionalidades del CCO, así como todos los equipos centrales de cada uno de los sistemas de campo (centralitas telefónicas, nodos de conmutación radio). No podrá instalarse ninguna computadora ni servidor en una sala que no sea esta.

Se hará uso de sistemas extensores KVM para conectar las computadoras a los terminales (pantalla y periféricos) ubicados en las distintas salas (operadores, formación y mantenimiento). La organización de equipos se realizará a través de armarios tipo rack 19”.

Así mismo, esta sala debe albergar todo el equipamiento de red que facilitará la conexión segura entre equipos, elementos de campo y elementos externos a la línea.

A fin de asegurar el correcto funcionamiento, la sala técnica de servidores debe disponer como mínimo de los siguientes sistemas auxiliares:

- Climatización y ventilación.
- Sistema Contraincendios (Detección).
- UPS.
- Canalizaciones perimetrales o sótano de cables y racks 19”.

4.3.5.3 Equipamiento común del CCO

Para la operación e integración de todos los sistemas del CCO se debe prever un equipamiento común que como mínimo debe contener los siguientes elementos:

- Red de comunicaciones para la interconexión de entre los equipos de los diferentes sistemas presentes en el CCO.
- Monitorización y servicio de accesos remoto a aplicaciones.
- Aplicaciones de Backup.
- Servidores de impresión e impresoras.
- Sistema videográfico del CCO.
- Aplicaciones corporativas.

4.3.5.3.1 Red de comunicaciones del CCO

Dadas las características y funcionalidades del CCO, debe dotarse este emplazamiento de una arquitectura de red específica, que debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Como mínimo deben existir las siguientes redes:

- Red de Tiempo real (VLAN), destinada a la conexión de los telemandos con los distintos elementos de campo a través de RMS. Debe existir una subred independiente por cada uno de los telemandos definidos
- Red de campo (VLAN), destinada a la conexión de los elementos de campo a través de la RMS no asociados a telemandos con sus correspondientes servidores y equipos del CCO.
- Red de servidores, destinada a la conexión entre sí de todos los servidores de telemando, de comunicaciones a través de la RMS, de ATS, del Sistema SCADA (Energía y Estaciones) y de aplicaciones integradas con sus respectivas unidades remotas RTU/RSU/PLC.
- Red (VLAN) de operación, destinada a la conexión de todos los terminales de operación (ubicados en la sala de operadores).
- Red de mantenimiento (VLAN), destinada a la conexión de todos los sistemas y subsistemas al MMS a través de la RMS.
- Red VLAN de simulación, destinada a la conexión de todos los terminales de simulación y formación (ubicados en la sala de simulación y formación).
- Red corporativa (VLAN), destinada a la conexión de todos los terminales ofimáticos con los servidores de aplicaciones corporativas.

La conexión entre distintas redes siempre debe hacerse mediante el uso de cortafuegos y zonas desmilitarizadas, de modo que se eviten intrusiones en otras redes por parte de equipos no autorizados.

Alta disponibilidad, ofreciéndose la redundancia de equipos de red y/o enlaces a fin de asegurar el máximo tiempo de funcionamiento.

Escalabilidad, permitiendo el continuo crecimiento de los puntos de acceso, así como del tráfico transportado, asegurando un crecimiento mínimo del 50%.

4.3.5.3.2 Sistema de Mantenimiento Centralizado (MMS)

Los servidores deben comunicarse con el sistema de mantenimiento MMS, por una vía de comunicación estándar y un protocolo abierto.

SE debe enviar al MMS toda la información para el mantenimiento de los sistemas (disposiciones y alarmas técnicas de los equipos).

El sistema debe tomar en cuenta todas las informaciones relevantes para el sistema de mantenimiento generados por el MMS que pueden requerir una acción del operador.

El sistema MMS debe generar las alarmas de mantenimiento predictivo, las cuales podrán ser transmitidas al operador de mantenimiento del CCO.

4.3.5.3.3 Monitorización y servicio de accesos remoto a aplicaciones

Los equipos y sistemas del CCO deben permitir la monitorización de forma remota a determinadas aplicaciones del CCO, así como el acceso directo a los servidores de datos de algunos sistemas con sus respectivos protocolos de seguridad para garantizar la seguridad e integridad de la información, así como lo debidos accesos autorizados desde el Sistema de Gestión de Operadores (SGO).

A través de una estructura que debe estar formada por cortafuegos, switchs y servidores web se deben permitir como mínimo las siguientes tareas siempre y cuando el SGO lo permita:

- Monitorización de ciertas aplicaciones del CCO desde la Red Corporativa del operador.
- Monitorización de ciertas aplicaciones del CCO desde el exterior a través de un servidor web y una interfaz externa. con todos los protocolos de seguridad.
- Acceso remoto a los servidores de datos de determinados sistemas del CCO a través de una interfaz externa con todos los protocolos de seguridad.

El Contratista debe proponer una arquitectura que permita cumplir los requisitos de seguridad informática y las funcionalidades definidas.

4.3.5.3.4 Aplicaciones de Backup

Será necesario el suministro de una plataforma unificada para la realización de procesos de backup de la información considerada como más crítica por la Empresa Metro. El Contratista debe definir un procedimiento de ejecución de backups, especificando los datos tipo y periodos de interés, así como los métodos de adquisición de datos. Debe dimensionarse el sistema y los sistemas adyacentes a fin de que la realización de procesos de backup no degraden el funcionamiento correcto del CCO.

4.3.5.3.5 Servidores de impresión e impresoras

Será necesario incluir servidores de impresión en la red de comunicaciones del CCO de forma que sea posible la realización de impresiones por parte de usuarios autorizados. Deben proporcionarse impresoras multifuncionales.

4.3.5.3.6 Aplicaciones corporativas

Se debe contar con el suministro de aplicaciones de tipo corporativo para su uso por parte de operadores y personal de la Empresa Metro. Como mínimo, debe considerarse las siguientes aplicaciones:

- Sistemas operativos y antivirus.
- Servicios de dominio, LDAP, DNS y DHCP.
- Aplicaciones de inventariado de software.

- Aplicaciones de carga remota de programas.

El Contratista debe identificar claramente para cada uno de los servidores y computadoras de la línea, las aplicaciones corporativas requeridas.

Debe homogeneizarse el uso de aplicaciones. Estas aplicaciones deben hacer uso de la red corporativa para su comunicación y transporte.

4.3.5.4 Arquitectura de Integración

La interconexión e intercambio de datos entre sistemas, telemandos y operadores permitirá alcanzar exigentes requisitos funcionales, permitiendo el intercambio de datos entre aplicaciones, compartir recursos hardware y software, implantar entornos multisistema y/o alcanzar de funcionalidades compuestas entre sistemas.

Para ello, debe incorporarse en el CCO, como integrantes de una arquitectura de integración, como mínimo los siguientes elementos:

- Middleware de Integración Orientado a Mensajería (MIOM)
- Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD)
- Sistema de Gestión de Operadores (SGO).
- Sistema de Control de Acceso y Alarmas (SCA).
- Sistema ATS y SCADA (Energía y Estaciones).

Mediante la implantación de estos elementos, se debe alcanzar como mínimo las siguientes funcionalidades:

- Gestión y control de acceso de los usuarios a las aplicaciones, lo que permitirá que los usuarios (según perfil) accedan a unas determinadas aplicaciones y dentro de estas a unas funcionalidades concretas de cada aplicación.
- Monitorización y validación de mando en las aplicaciones, lo que significa que cada una de las operaciones que invoquen los usuarios se ejecutarán previa validación por el software del sistema y se grabará para su posterior análisis.
- Integración de la información, por lo que los datos que recopila cada uno de los telemandos o sistemas de gestión podrán ser empelados por los demás, y así unos sistemas se servirán de otros para mejorar su desempeño.
- Gestión inteligente de alarmas, lo que garantiza que cada alarma será procesada por el operador oportuno, y se podrá establecer la política más conveniente para tratarla en cada momento.
- Integración de funciones básicas, de manera que ante una directiva general todos los sistemas respondan al unísono según les corresponda (macro órdenes, situaciones de emergencia, etc.).

- Requisitos de seguridad, lo que significa que en todo momento las acciones que emprenda cada operador podrán ser contrastadas contra las capacidades del rol que posee.

4.3.5.4.1 Bases de datos de integración y mensajería en tiempo real

El intercambio de información entre aplicaciones, necesario para las aplicaciones de integración, debe realizarse a través de un sistema de mensajería en tiempo real. Será necesario que todos los datos sean almacenados en una base de datos de integración dónde se guarden los datos relativos a las aplicaciones de integración descritas. Esta base de datos debe conectarse con todos los sistemas del CCO a través de la RMS para enviar en tiempo real la información que se determine de cada uno de ellos, principalmente relacionada con los elementos de campo y dispositivos que controlan y supervisan. De modo que cualquier información que necesite alguna de las aplicaciones de integración del CCO sea entregada a esta base de datos, a través de la suscripción correspondiente a cada tipo de información.

De la misma manera, y gracias a la base de datos de integración y al sistema de mensajería en tiempo real, las aplicaciones de integración del CCO podrán solicitar de otros sistemas del CCO las funcionalidades que tengan disponibles mediante peticiones de función.

El sistema solicitado debe recoger las peticiones de los otros sistemas, ejecutarlas y enviarlas por los sistemas solicitantes, correspondientes a las funciones realizadas.

Para que sea posible ejecutar estas funciones en tiempo real, será necesario que la base de datos de integración y el sistema de mensajería en tiempo real tenga un tiempo de respuesta muy pequeño.

4.3.5.4.2 Funcionalidades del sistema de mensajería

El responsable de realizar la oferta debe proponer un sistema de mensajería estándar para todos los sistemas del CCO. Este sistema debe cumplir con las siguientes funcionalidades mínimas:

- Interfaz de aplicaciones de alto nivel que aporte servicios de mensajería.
- Comunicación directa entre clientes y servidores de manera síncrona o asíncrona.
- Gestión de colas de mensajes, comunicación indirecta a través de la cola permitiendo una transferencia asíncrona.
- Publicación y suscripción, comunicación indirecta a través del message oriented broker.
- Garantía de calidad de servicio.
- Integración de aplicaciones en tiempo real.
- Gestión y encaminamiento de acontecimientos.
- Seguridad.
- Gestión de tráfico de los mensajes.

La base de datos de integración y el sistema de mensajería deben disponer de un equipamiento y software específico instalados en el CCO. Debe ser un sistema de alta disponibilidad y será necesario contar con mecanismos de apoyo frente a posibles fallos que puedan ocurrir.

La monitorización de esta información podrá realizarse desde otros puntos además de los puestos de operador como por ejemplo la sede administrativa del Metro.

4.3.5.5 Equipamiento local de estación

Aunque el mayor peso del sistema se ubicará en el CCO, es importante en el ámbito de estaciones, contemplar elementos de control y gestión de los sistemas operados. Se diferenciarán como mínimo los siguientes equipamientos locales de estación:

- Concentradores (PLC).
- Unidad Terminal Remota (RTU y RSU).
- Consolas de control nativas.
- Terminal de Mando Local.

4.3.5.5.1 Concentradores (PLC)

A fin de poder captar toda la información referente al estado de los elementos de campo supervisados, debe dotarse en cada estación de equipos concentradores de señales con capacidad para la adquisición de señales y/o envío de órdenes de control entre los servidores de telemando del CCO y los elementos gestionados en la estación.

El PLC debe permitir como mínimo las siguientes funciones:

- Envío al CCO de los controles funcionales (estado de alimentación de una sección eléctrica).
- Envío al CCO de los controles relativos a las fallas de los equipos y del PLC.
- Recepción de órdenes desde el CCO y ejecución de estas (cierre de un seccionador eléctrico).
- Envío al CCO de los retornos de ejecución correcta de todos los mandos disponibles.
- Envío al CCO de una señal de vida.
- Envío al CCO del identificador de la versión del software.
- Recepción desde el CCO y utilización de una hora de referencia.

4.3.5.5.2 Unidad Terminal Remota (RTU y RSU)

- Los RTU deben asegurar de forma general la interfaz con los equipos del sistema COM.
- Los RSU deben asegurar de forma general la interfaz con los equipos electromecánicos en estación u otro sitio de la línea 2 del Metro de Bogotá.

4.3.5.5.3 Consolas de control nativas

Para casos específicos en modo degradado del sistema de energía y tráfico, se dotarán ciertas consolas de control nativas en locales Técnicos, destinadas a realizar un control local siempre y cuando el perfil de usuario lo permita. Dichas consolas siempre deben tener prioridad respecto a cualquier orden emitida por su telemando asociado desde el CCO, garantizando que nunca existirá posibilidad de incongruencias en la operación.

4.3.5.5.4 Terminal de Mando Local

Desde un Terminal de Mando Local debe ser posible actuar sobre algunos de los equipos de una estación. No obstante, algunas de ellas deben mantener una independencia de control más no de supervisión con las terminales del CCO (por motivos de normativa).

Las instalaciones que deben mantener una separación con el CCO serán los siguientes:

- Sistema de detección de incendios (por motivos de normativa).
- El panel de mando de la misma centralita realizará las funciones de Terminal de Mando Local.

A través del Terminal de Mando Local, será necesario tener acceso a las aplicaciones de control local de estas instalaciones (iluminación, ventilación, pozos de bombeo, Baja Tensión, UPS, sistema contra incendios, sistemas de transporte vertical (Ascensores y Escaleras Mecánicas) así como a aplicaciones genéricas de integración de modo que se facilite la gestión y el control de la estación. Así se esté realizando control local de instalaciones, el sistema debe permitir la visualización de imágenes del sistema (CCTV) desde el CCO.

Además de realizar un control local, se debe mantener una supervisión sobre este Telemando desde el CCO.

4.3.5.6 Telemando

Los sistemas de telemando de la línea deben cumplir con una serie de requisitos básicos, que será necesario tenerlos en cuenta al momento de elaboración de la oferta para este pliego.

Entre los requisitos más importantes podemos destacar los siguientes:

- Garantizar un nivel de seguridad en su funcionamiento que permita asegurar una elevada fiabilidad de los equipos e instalaciones con previsión de sistemas duales, comunicaciones por medio de caminos alternativos, etc.
- Implementar todas las funciones exigidas considerando las últimas novedades tecnológicas en informática, control distribuido y sistemas de telecomunicaciones.
- Utilización de sistemas modulares, evolutivos y abiertos que permitan integrar fácilmente nuevos desarrollos o aplicaciones y faciliten la ampliación del sistema.

- Ser intuitivos y fáciles de utilizar con interfaces de usuario lo más sencillas, amigables y atractivas posibles, independientemente del nivel en el que se encuentren y no deben requerir de conocimientos específicos de informática o sistemas por parte de los operadores o de las personas que acceden al sistema.
- Facilitar al máximo las tareas de mantenimiento (garantizando la continuidad en el servicio) permitiendo el seguimiento de todas las variables que condicionen su funcionamiento y que de su análisis se puedan derivar determinadas acciones de mantenimiento predictivo.
- Incorporar, con el menor coste posible, elementos de valor añadido que faciliten la gestión y seguimiento por parte del explotador.

4.3.5.6.1 Sistema SCADA de Energía

El SCADA de Energía concentrará el telemando del equipo necesario para la distribución de la corriente de tracción de los trenes. El sistema debe componerse del equipamiento dispuesto a lo largo de la línea, del conjunto de servidores y de los equipos en los puestos de operador del CCO, de los sistemas de telecomunicaciones necesarias para el intercambio de información entre estos elementos.

El operador del CCO será el encargado de la distribución de la corriente de tracción para la operación de la línea a través de las SET (Subestaciones de Tracción) y dispondrá de los medios necesarios para realizar su función de manera segura.

Desde el CCO, el operador debe disponer de las funciones de telecontrol y tele supervisión como mínimo las siguientes:

- Capacidad de mando sobre los dispositivos encargados de recoger la tensión eléctrica de la compañía suministradora de energía, en las SER (Subestaciones Receptoras).
- Capacidad de mando sobre los disyuntores de alimentación de las vías ubicados en las SET.
- Posibilidad de supervisión sobre la presencia o ausencia de tensión en cada sección de la línea.
- Capacidad de corte rápido (total o parcial por zona), de la corriente de tracción en la línea.
- Capacidad de mando de ruptores de la línea.
- Capacidad de mando de los interruptores y disyuntores repartidos por la línea.
- Capacidad de mando de los seccionadores del tercer riel.
- Anuncio de cualquier alarma relacionada con la distribución de la energía de tracción de los servicios en tiempo real.
- Mantenimiento de una base de datos general propia con toda la información necesaria para el telemando, garantizando la integridad y consistencia de los datos almacenados en relación con la información almacenada en cada uno de los elementos.

4.3.5.6.2 SCADA de Estación

Será el responsable del control y la supervisión de las Instalaciones del CCO, edificios o sedes administrativas, patio-taller y cocheras, estaciones repartidas a lo largo de la línea (incluyendo tanto las estaciones en viaducto como en túnel), considerándose como mínimo los sistemas siguientes:

- Instalaciones Fijas (Iluminación, Ventilación, Climatización, BT, UPS, Pozos de Bombeo, etc.)
- Transporte Vertical (Ascensores y Escaleras Mecánicas)
- Red contra incendios

El sistema debe estar compuesto de las unidades remotas (que se encargan de la adquisición de datos heterogéneos de los distintos tipos de dispositivos), del conjunto de servidores y de los equipos en los puestos de operador del CCO, además de los sistemas de telecomunicaciones necesarias para el intercambio de información entre estos elementos.

Desde el CCO, el operador de estaciones debe cumplir con las siguientes funciones de control y supervisiones mínimas:

- Posibilidad de supervisión y capacidad de mando sobre el estado de los elementos de transporte vertical.
- Posibilidad de supervisión y capacidad de mando sobre el estado de los elementos de ventilación.
- Posibilidad de supervisión y capacidad de mando sobre el estado de los elementos de climatización.
- Posibilidad de supervisión y capacidad de mando sobre el estado de los elementos de iluminación.
- Posibilidad de supervisión sobre los pozos de bombeo.
- Posibilidad de supervisión y capacidad de mando sobre el estado de los cuadros de BT.
- Posibilidad de supervisión sobre los UPS que proporcionan suministro eléctrico ininterrumpido y de calidad al resto de elementos electromecánicos.
- Control y supervisión de centralitas de incendios (desde el punto donde se realizarán los reconocimientos de alarmas según normativa).
- Control y supervisión de sistemas de extinción de incendios en los puntos considerados como más críticos, para la explotación y seguridad de los viajeros y personal de explotación.
- Anuncio de cualquier alarma que informe el funcionamiento anómalo de un dispositivo considerado equipo de Instalaciones de Estación (señales tales como avería, falta de comunicación, etc.) o relacionada con la vulneración de un umbral preestablecido (señales

tales como velocidad de escalera mecánica demasiado elevada, pozo de bombeo lleno, etcétera).

- Implementación de un procedimiento seguro para la toma y cesión del control de los elementos gestionados entre el puesto de control central y los terminales de mando locales.
    - Mantenimiento de una base de datos general propia con toda la información necesaria para el telemando, garantizando la integridad y consistencia de los datos almacenados en relación con la información almacenada en cada uno de los elementos.

4.3.5.6.3 Sistema CBTC

Es un sistema mediante el cual resultará posible gestionar la circulación de forma segura de todos los servicios de trenes con o sin pasajeros, así como los vehículos auxiliares de mantenimiento, entre otros. Permitirá controlar de manera segura para los pasajeros y el sistema la apertura y cierre de las Puertas Deslizantes Motorizadas de las Puertas de Andén o Plataforma y algunas funciones del Material Rodante.

El sistema debe contar con una serie de unidades remotas localizadas en las salas de enclavamiento de la línea, salas técnicas de las puertas de andén o plataforma y en el interior del material rodante, el conjunto de servidores y equipos en los puestos del operador que deben ubicarse en el CCO, además de los sistemas de telecomunicaciones fijos y móviles dedicados al intercambio de información entre estos elementos.

Desde el CCO, el operador de tráfico dispondrá entre otras de las funciones de control y supervisión como mínimo de las siguientes:

- Representación gráfica de un sinóptico de la línea en el que se visualicen todos los elementos asociados a la circulación de los trenes o vehículos auxiliares de mantenimiento en un Tablero de Control Óptico (TCO).
- Posibilidad de realizar, modificar y/o eliminar itinerarios para un tren o para un conjunto de ellos.
- Posibilidad de revisión y control horario de los itinerarios para un tren o para un conjunto de ellos.
- Posibilidad de supervisión, control, y siempre que lo permita el Enclavamiento, capacidad de mando sobre la posición de las agujas. El control del movimiento de la posición de las agujas requerirá doble confirmación.
- Posibilidad de supervisión, control, y siempre que lo permita el Enclavamiento, capacidad de mando sobre la información que despliegan las señales luminosas.
- Posibilidad de supervisión y control, en ciertas circunstancias, de la capacidad de mando sobre las puertas de andén o Plataforma y las puertas de acceso a vía.

- Implementación de un procedimiento seguro para la toma y cesión de controles de las puertas de andén o plataforma entre el CCO y los Puestos de Control Local (PCL) presentes en cada plataforma una de las estaciones.
- Anuncio de cualquier alarma relacionada con la circulación de los servicios en tiempo real a través del IHM.
- Identificación y seguimiento automático de los trenes, permitiendo la visualización de los números de operación de los trenes sobre el sinóptico.
- Gestión automática de las estaciones terminales que puede descomponerse en:
    - El mando automático de las maniobras de cambio de vía y de las salidas de los trenes desde y hacia sus posiciones de estacionamiento en función del programa de operación (plan de explotación) aprobado para cada día.
    - La regulación de la salida de los trenes hacia la línea en función del horario teórico o modificado.
    - Posibilidad de control y supervisión del estado de todos los trenes de la Línea.
    - Implementación de un procedimiento seguro para la toma y cesión de controles entre el CCO y las consolas de conducción presentes en cada uno de los trenes.

4.3.5.6.4 Telemando del Sistema de Peaje Control de Acceso (PE)

Desde el CCO dispondrá de información referente al estado de funcionamiento de los distintos componentes que conforman el sistema de Peaje/Control de Acceso de la línea, así como de la información estadística de validaciones, ventas, etc. A modo de ejemplo, el telemando debe permitir:

- Supervisión de las máquinas de venta y recarga de títulos de transporte.
- Supervisión de los pasos de validación, incluyéndose los distintos submódulos que los Conforman.
- Supervisión de los elementos de control locales de estación.
- Capacidad de carga remota de archivos de configuración, actualización de tarifas, carga de archivos multimedia, en máquinas de venta y recarga de títulos de transporte.
- Capacidad de carga remota de archivos de configuración, archivos de listas negras, actualización de tarifas en equipos de Peaje/Control de Acceso.
- Capacidad de envío y ejecución de órdenes sobre los elementos, especialmente en las barreras de control de acceso. (orden de desbloqueo de puertas en caso de incendio, etc.)

4.3.5.6.5 Metodología de Desarrollo Software

La realización de toda la arquitectura software del CCO, bien la vinculada a telemandos como la vinculada a herramientas comunes y de integración debe ser desarrollada mediante la utilización de una metodología de trabajo.

El Contratista debe basar la metodología de desarrollo software según lo especificado en el Anexo A de la normativa CENELEC 50128. Se hará uso, en base al grado SIL del módulo software concreto, de las metodologías AR (Altamente recomendables) recomendadas por la norma. En caso de optarse por el uso de otra metodología incluida en la norma, su uso debe ser totalmente justificado.

4.3.5.6.6 Estudio de Tendencias Tecnológicas

El Contratista debe realizar un análisis completo de las actuales tendencias tecnológicas de mercado con el fin de ofrecer, mediante un estudio técnico-económico, la mejor recomendación tecnológica para el desarrollo del CCO de la línea 2 de Metro de Bogotá. A modo de ejemplo, el Contratista debe estudiar como mínimo las siguientes tendencias:

- Virtualización de procesamiento y almacenamiento.
- Diversidad geográfica y Centros de Operación de Respaldo.
- Arquitectura software basada en capas, SOA y JINI.

4.3.6 Especificaciones técnicas de equipamiento y subsistemas

4.3.6.1 Equipamiento en el CCO

A continuación, se describen las especificaciones técnicas mínimas de los principales equipos del CCO:

- Servidores y computadoras.
- Equipamiento de red.
- Cableado.
- Sistema de extensión KVM.
- Puesto de Operación, Formación, Simulación y Mantenimiento.
- Otros equipamientos.

4.3.6.1.1 Servidores y computadoras

Se utilizarán servidores y computadoras con capacidad de ser colocadas en armarios de 19” ubicados en la sala técnica de servidores del CCO. Deben ofrecer como mínimo las siguientes especificaciones técnicas:

- Servidores:
  - Deben disponer de redundancia de discos RAID-5.
  - Deben disponer de doble interfaz de comunicaciones.
  - Deben ser sobredimensionados permitiendo una ampliación del 50%.
  - Deben soportar la instalación de agentes de monitorización.
  - Deben soportar la realización de backups en caliente.

- Se valorará la capacidad de proporcionar mecanismos de sincronización entre servidores redundantes (clusters).
- Se valorará la capacidad de extracción de componentes en caliente.
- Deben incluir puertos de recuperación (por ejemplo, puerto ILO de HP).

- Computadoras:
  - Deben disponer de doble interfaz de comunicaciones.
  - Deben ser sobredimensionados permitiendo una ampliación del 50%.
  - Deben soportar la instalación de agentes de monitorización.
  - Deben soportar la realización de backups en caliente.
  - Deben soportar la conexión de más de una pantalla.

Los servidores deben ser utilizados para el almacenaje de aplicaciones software tipo servidor o aplicaciones de tipo común, mientras que las computadoras serán utilizadas para el almacenaje de aplicaciones tipo cliente.

4.3.6.1.2 Equipamiento de red

Dada la criticidad de las Telecomunicaciones en el CCO, debe realizarse especial énfasis en que todo el equipamiento de red debe estar redundado, de forma que un fallo en un equipo no suponga una caída total o parcial del CCO. Así mismo, el equipamiento principal debe ser de tipo modular, facilitando la ampliación de la red sin que ello suponga una afectación al servicio.

Con referencia a los equipos cortafuegos y de seguridad, deben estar suficientemente sobredimensionados de forma que su implantación en la red no suponga una limitación para el transporte nominal de datos.

4.3.6.1.3 Cableado

Todo el cableado requerido en el CCO, centralizado en la sala técnica de servidores del CCO, formará parte de la Red de Nivel Físico de la línea, de forma que deben seguirse las especificaciones y requerimientos definidos para la Red de Nivel Físico.

El Contratista debe considerar sus necesidades de conectividad a fin de que éstas sean incluidas en el conjunto de requisitos de diseño de la red de nivel físico.

4.3.6.1.4 Sistemas de Extensión KVM

Dado que todos los servidores y computadoras deben ubicarse en la sala técnica de servidores del CCO, el transporte de señales de mando y visualización hacia las pantallas y periféricos de los terminales de operación, formación, simulación y mantenimiento debe realizarse mediante el uso de sistemas de extensión KVM (Keyboard, Video, Mouse).

El sistema extensión debe garantizar la extensión KVM como mínimo una distancia de 80 metros a la vez que debe garantizar el soporte de diferentes estándares de conectividad (PS/2, USB, VGA, DVI, etc.).

4.3.6.1.5 Puesto de Operación, Formación, Simulación y Mantenimiento

Los puestos de operación, formación, simulación y mantenimiento deben asegurar un diseño ergonómico, proporcionando un medio cómodo de trabajo a los operadores y técnicos del CCO. El diseño incluirá todo el mobiliario requerido: Mesas, sillas, armarios, etc.

Los puestos deben disponer de los siguientes equipos mínimos generales:

- Un número determinado de monitores y pantallas de televisión en función del perfil de operador con su suportación asociada
- Teclado multimedia y ratón
- Terminal telefónico avanzado
- Microauriculares con micrófono de tipo inalámbrico para conexión a la consola integrada de voz

Así mismo, en función del perfil de operador, deben proporcionarse los periféricos y elementos particulares de los sistemas controlados.

4.3.6.1.6 Otros equipamientos

4.3.6.1.6.1 Impresoras

Será necesario disponer de un servidor de impresión para poder gestionar y direccional los servicios de impresión. debeLas impresoras deben cumplir con al menos las siguientes exigencias:

- Bandejas de entrada universales adaptables a tamaños de papel de estándares (carta, oficio, A3 y A4). La capacidad total de todas las bandejas de entrada debe alcanzar las 150 hojas.
- Grapadora con capacidad de grapado de hasta 50 hojas para informes o presentaciones.
- Impresión a doble cara automática a plena velocidad.
- Servidor de impresión “Fast Ethernet” encastrado para poder gestionar eficazmente trabajos complejos.
  Puertos de conexión Fast Ethernet y USB 2.0 al menos.
- Resolución de impresión igual o superior a 600 x 600 dpi.
- Velocidad de impresión de 10 ppm.
- Ciclo de trabajo mensual de 15 000 páginas.
- Alimentación eléctrica de la impresora debe ser conforme a unos valores que incluirán al menos un voltaje de 100V a 240V y una frecuencia de 60 Hz.

El número y tipo final de impresoras deben ser definidas por el Contratista.

4.3.6.1.6.2 Pantallas

Será necesario disponer de un sistema de pantallas a base de concatenar pantallas que permitan obtener una visión de conjunto de la situación de la Línea. Estas pantallas podrán estar basadas en alguna de estas tecnologías:

- Pantalla de cristal líquido, LCD Liquid Cristal Display.
- Pantallas basadas en tecnología LED.
- Procesado digital de la luz, DLP Digital Light Processing.
- Válvula de luz digital, DLV Digital Light Valve.
- Otros.

4.3.6.1.6.3 Tablero de Control Óptico (TCO)

Como complemento del sistema de supervisión por CCTV, el TCO debe permitir una visibilidad global de la operación, suministrando alarmas y datos a los operadores del CCO en caso de situación anormal.

Como mínimo, el TCO tendrá una arquitectura modular y extensible basada en tecnología de retroproyección y debe tener al menos los siguientes componentes:

- Pantalla: los cubos de retroproyección estarán unidos por los bordes para formar una pantalla grande continua.

- Doble Controlador Redundante: gestiona cualquier pantalla del TCO. La señal video digital será transmitida a los cubos de retroproyección a través de fibras ópticas. Cada controlador estará conectado con cada uno de los servidores de los subsistemas vía dos conexiones Ethernet.

El TCO comprende varios cubos de retroproyección para proyectar como son:

- El video proveniente del CCTV.
- Las informaciones de Tráfico (CBTC/ATS).
- Las informaciones de suministro y distribución de energía (SCADA Energía).

4.3.6.2 Servidores del CCO

Los concentradores de estación se deben controlar desde el CCO a través de un sistema de servidores redundantes, situados en las salas técnicas de servidores del CCO.

Los servidores deben estar suficientemente sobredimensionados para permitir una ampliación mínima de las funcionalidades del 50%. Se dedicará una pareja de servidores en modo redundante para cada tipo de telemando definido.

La interconexión simultánea de canales de transmisión a equipos del CCO permitirá garantizar una elevada disponibilidad frente a errores, en caso de alguna posible parada en un equipo informático.

Cada canal de comunicaciones para los diferentes sistemas de Telemando se organizará mediante una estructura de anillos que tendrán su origen en el CCO y que estarán asociados a un grupo de estaciones, de modo que pueda garantizar un tiempo de polling aceptable.

4.3.7 Especificaciones técnicas aplicables a un CCO independiente para la Línea 2.

En caso de seleccionarse la alternativa de un CCO independiente para la Línea 2, el Contratista debe diseñar, a nivel de factibilidad, el edificio donde se instalarán los equipos para este CCO.

Además de las indicaciones señaladas en los numerales anteriores, el Contratista deberá tener en cuenta los lineamientos que se indican a continuación. Igualmente, debe tener en cuenta las especificaciones técnicas particulares relacionadas con los levantamientos topográficos, geotecnia, arquitectura y estructuras, aspectos ambientales, sociales y prediales y las demás que puedan aplicar para el diseño de factibilidad del edificio para el CCO de la Línea 2 del sistema Metro de la ciudad de Bogotá.

En este sentido, el Contratista debe elaborar un diseño completo, a nivel de factibilidad, de la edificación del CCO, incluyendo entre otros aspectos:

- Localización considerando cercanía a la línea 2, requerimientos urbanísticos y reglamentaciones urbanas, de seguridad, entre otros.
- Todas las áreas técnicas y operacionales definidas como mínimas en el numeral 4.3.1 de este documento.
- Estudios previos: topografía, suelos, disponibilidad de servicios públicos, etc.
- Diseño arquitectónico y bioclimático, a nivel de factibilidad
- Diseño estructural a nivel de factibilidad de acuerdo con lo establecido en la especificación técnica “Estructuras”.
- Diseño conceptual de la Señalética (bilingüe y en braille)
- Diseño de redes eléctricas, hidrosanitarias, RCI, voz y datos, circuito cerrado de televisión, control de acceso, etc.
- Equipos electromecánicos: ascensores, diseño de sistema de aire acondicionado, sistemas de respaldo, etc.
- Diseño urbano paisajístico en el área inmediata al nuevo edificio.

4.3.7.1 Planeamiento y urbanismo

Deberá estudiarse el planeamiento urbanístico vigente en la zona en la que se ubique el nuevo Centro de Control Operacional. Para ello se deben realizar los planos y toda aquella documentación necesaria para definir correctamente los condicionantes urbanísticos.

4.3.7.2 Diseños arquitectónicos

Los diseños a nivel de factibilidad deben cumplir con los requerimientos propios de este tipo de instalación ferroviaria, considerando las particularidades y realidades propias del entorno donde se implantará el sistema, para lo cual se requiere de la participación de especialistas con experiencia en diseños de este tipo de instalaciones férreas y en edificios públicos en la ciudad. Estos diseños deben contener los planos de planta, secciones, alzados, memorias descriptivas e infografías, según el detalle indicado en el numeral 4 de este documento técnico.

Se deben destacar los criterios utilizados en el diseño del Puesto Central de Control, especificando especialmente:

- Criterios de funcionalidad, espacialidad, movilidad y accesibilidad.
- Criterios de confort al personal de servicio.
- Criterios de seguridad y control de acceso. Debe tenerse en cuenta que el CCO es el centro neurálgico de los sistemas cuya operación se radiquen en él, por lo tanto, en su diseño y funcionalidad se deben tener en cuenta altos estándares de seguridad desde el punto de vista de la obra civil tales como protección contra atentados, explosivos, etc.
- Criterios de mantenimiento.
- Criterios estéticos/arquitectónicos/ bioclimáticos/ eficiencia energética.

Con base en estos criterios el Contratista debe realizar una definición funcional y volumétrica del edificio, así como la distribución y dimensionado de los diferentes espacios: accesos, vestíbulos, servicios, locales de servicio, etc. Debe favorecerse al máximo la movilidad y la accesibilidad de estos espacios entre ellos; acortando siempre que se pueda los recorridos necesarios entre el exterior y los andenes.

También se definirán, dimensionarán y ubicarán los equipos necesarios como son ascensores, elementos de ventilación, etc.

4.3.7.3 Estructura

El diseño se debe desarrollar utilizando la normativa vigente en todo lo que se refiere a acciones, materiales y demás elementos constructivos de la obra.

El diseño debe justificar y definir adecuadamente las soluciones de cimentación propuestas para las estructuras y obras de paso, incluyendo:

- Los datos del estudio geotécnico
- La justificación del tipo de cimentación.
- Los cálculos referentes a capacidad portante, asientos u otras condiciones de estabilidad.
- Los cálculos estructurales de dimensionamiento a nivel de factibilidad.

Se indicarán los parámetros geotécnicos y los coeficientes de seguridad adoptados en los cálculos, así como la normativa nacional o extranjera seguida o las correspondientes referencias bibliográficas de las correlaciones utilizadas.

Cuando sea pertinente se detallarán las medidas auxiliares (mejora del terreno, agotamientos, entibaciones, etc.) necesarias para la ejecución de las cimentaciones.

4.3.7.4 Otras Instalaciones

Dentro de este apartado se engloban, como mínimo, las siguientes instalaciones:

- Instalaciones eléctricas y sus respaldos.
- Iluminación.
- Ventilación y climatización.
- Equipos electromecánicos (ascensores, escaleras eléctricas, equipos de bombeo, etc.).
- Abastecimiento de agua y saneamiento.
- Protección contra incendios.
- Instalaciones de Seguridad, control de accesos, sistema CCTV, etc.

4.3.7.5 Estudio de evacuación

Se debe realizar un estudio de evacuación para garantizar el cumplimiento de los recorridos de evacuación de emergencia teniendo en cuenta los criterios establecidos según la normativa en vigor.

4.3.7.6 Método constructivo

Se debe realizar un estudio de los posibles métodos constructivos a utilizar según las soluciones propuestas, delimitando las partes (o zonas) de las obras afectadas, definiendo las fases y la duración de su ejecución.

Se incluirán los croquis explicativos necesarios o planos en planta y alzado, necesarios para su mejor entendimiento.

Se deberá valorar su costo, que se incluirá en el presupuesto estimativo de las obras. Remitirse a la especificación técnica del CAPEX.

4.3.7.7 Materiales de acabados

Se debe buscar, como mínimo, en la definición de los materiales, los siguientes objetivos:

- Fácil mantenimiento y reparación (recambio de piezas deterioradas, remoción de rayones, pinturas, etc.)
- Buena respuesta a las agresiones y a un uso intensivo
- Buen comportamiento ante la suciedad (de fácil limpieza)
- Se aplicarán materiales que absorban o reflejen el ruido exterior para obtener el nivel de confort adecuado.
- Tratamientos anti-vandalismo sin deterioro del material (aplicación de productos antigrafiti).

Según estos criterios, el diseño deberá definir los materiales a utilizar en la edificación. La justificación en la elección de los materiales debe contemplar los aspectos técnicos, estéticos y económicos. En el aspecto técnico, se deben cumplir, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Poco y fácil mantenimiento.
- Resistencia al uso intenso.
- Materiales y equipamientos resistentes al vandalismo (grafiti, golpes y ralladuras) en fachadas.
- La forma debe facilitar la limpieza de los materiales.
- Materiales y esquinas sin aristas vivas, para evitar daños.
- Fijaciones ocultas o no accesibles de los materiales y equipamientos.
- Falsos techos registrables.
- Pisos antirresbaladizos para el gran tráfico, con material antideslizante en escaleras.
- Todos los vidrios empleados serán de seguridad.
- Garantizar un rápido suministro de recambio en caso de deterioro.

4.3.7.8 Criterios de eficiencia y sostenibilidad ambiental

El diseño de la edificación debe contemplar criterios de estandarización de materiales y especificaciones de equipos.

Uno de los objetivos principales del diseño de las estaciones es la obtención de soluciones amigables con el medio ambiente; para ello se deben considerar criterios de diseño que garanticen un aprovechamiento racional y eficiente de los recursos naturales necesarios para su buen funcionamiento. A continuación, se mencionan algunos de esos criterios:

- Sistemas para la recolección de aguas lluvias para utilizarse como riego o limpieza.
- Todas las llaves, grifos, sanitarios deben contar con dispositivos para el ahorro de agua.
- Toda la iluminación debe ser LED u otra tecnología más eficiente.

- Sistemas de control de la iluminación para optimizar el consumo de energía.
- El consumo eléctrico de todos los equipos debe tener certificado de bajo consumo, excluyendo aquellos equipos en los que no exista esta especificación o condición en el mercado.
- Sistema de generación de energía fotovoltaica, paneles solares, sobre la cubierta.
- Se debe contar con técnicas de arquitectura bioclimática.
- La temperatura al interior de los Áreas Técnicas debe responder a la norma técnica para cada tipo de cuarto y área.
- Los equipos que sean usados para garantizar el confort térmico no podrán hacer uso ni generar gases efecto invernadero.

4.3.7.9 Criterios de inclusión

Se deberá cumplir la normativa vigente referente a supresión de las barreras arquitectónicas sobre accesibilidad para PMR (Personas con Movilidad Reducida).

Se establecerán rutas uniformes para aquellas personas con capacidades diferentes y de la tercera edad mediante señalización y acabados texturizados, de tal forma que se orienten siempre bajo los mismos criterios. Se deben aplicar las normas de accesibilidad vigentes.

5 RESULTADOS

5.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe presentar, como parte de “Debida Diligencia de la Información”, un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

El informe debe incluir debela recopilación y los resultados de la revisión y análisis de los insumos existentes, como productos de prefactibilidad, factibilidad y/o estudios y diseños y/o obra y/o planos record de proyectos desarrollados por la empresa Metro de Bogotá S.A., y/o de cualquier otra entidad. Dentro de los resultados obtenidos de la Debida Diligencia se debe indicar la validez de la información consultada, con la descripción y justificación clara de las razones técnicas que soportan la respuesta sobre qué información se va a utilizará durante la elaboración de los diseños de factibilidad y en qué medida cumple con lo requerido.

Independientemente de las tareas y documentación definidas en este apartado, el Contratista debe tomar como parte del alcance del proyecto, cualquier documentación y/o especificación definida por cualquiera de las normativas aplicables al sistema. Se establecerá como alcance y contenido de la documentación vinculada la definida en cada una de las normas aplicables.

5.2 FACTIBILIDAD

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El Contratista debe entregar un informe detallado que contenga, como mínimo, lo siguiente:

- Descripción de las dos alternativas de CCO
- Metodología para la comparación de alternativas
- Matriz multicriterio: Definición de criterios, peso de cada criterio y como se determinó, asignación de puntaje por cada criterio, resultados, conclusiones y recomendación del Contratista.
- Documentos de soporte y anexos.

5.2.1 Definición de los sistemas y subsistemas.

El Contratista debe entregar un diseño completo a nivel de factibilidad del sistema CCO, segmentando el diseño en los distintos subsistemas identificados, así como en los módulos funcionales que se consideren oportunos. Se deberá entregar como mínimo lo siguiente:

- Informe sobre el análisis de tecnológicas de última generación usadas actualmente en operaciones ferroviarias a nivel mundial a fin de ofrecer, mediante un estudio técnico-económico, la mejor recomendación tecnológica para el desarrollo del CCO de la línea 2 de Metro de Bogotá, siempre y cuando garantice compatibilidad con la PLMB.
  Dicho análisis debe incluir, como mínimo, una referenciación de las operaciones ferroviarias, las tecnologías usadas, los años de operación, los indicadores de desempeño de estas.
- Memoria descriptiva y de cálculo de los distintos componentes que forman CCO.
- Estudio técnico-económico recomendación plataforma tecnológica.
- Especificación técnica y funcional hardware y software básica.
- Especificaciones de planes.
- Planos de ubicación y distribución de equipos en salas y puesto.
- Instalaciones y equipamientos no ferroviarios.
- Arquitectura detallada del sistema tanto a nivel hardware como software.
- Descripción de todos los elementos y equipos propuestos en la arquitectura del sistema.
- Definición de todos los procesos, servicios e IHM software del CCO.
- Especificación técnica hardware y software.
- Requerimientos de Pruebas, Puestas en servicio y de documentación.
- Estudio de redundancia del CCO.
- Descripción detallada de los protocolos para garantizar la seguridad Informática.

- Especificaciones para la implementación de todas las interfaces, tanto internas como externas, hardware o software, detallándose su solución técnica y las funcionalidades que proporcionarán.
- Planos y esquemas que permitan entender el diseño especificado.
- Respecto a las aplicaciones software, debe darse especial énfasis en la descripción de modos de operación de la aplicación desde el punto de vista de usuario, detallándose claramente las capacidades y funcionalidades que ofrecerá, así como su visualización por parte de los usuarios.

5.2.2 Diseño del edificio del CCO (aplica para la alternativa de un CCO independiente).

En el vento que se decida por un CCO independiente, además de los documentos y planos a entregar descritos en el numeral 5.3.1, el Contratista debe suministrar todos los planos requeridos para definir el edificio del CCO, a nivel de factibilidad, incluyendo entre otros:

- Memorias de cálculos del diseño arquitectónico y de los sistemas electromecánicos
- Memorias e informe del diseño bioclimático y sus recomendaciones específicas.
- Informe y conclusiones sobre potencial uso de energía solar, aprovechamiento de agua lluvia y otros aspectos que coadyuven con la autosostenibilidad del sistema.
- De manera general, para todos los sistemas o subsistemas electromecánicos de las estaciones se debe incluir una descripción suficiente del sistema o subsistema, incluyendo los cálculos de dimensionado básico necesarios para la definición de los diferentes componentes, además de incluir los criterios de diseño y normatividad nacional e internacional aplicados.
- Planos de definición básica de las estaciones e instalaciones (las escalas de planos, no indicadas, se deben acordar previamente con la Interventoría):
    - Plano de conjunto, a escala 1:5000.
    - Plano general de implantación urbana a escala 1:1000
    - Planos de urbanismo interno y externo, según lineamientos de la especificación técnica de “Urbanismo”.
    - Planos de plantas, secciones y alzados, a escala 1:100
    - Planos de cubiertas y drenajes a escala 1:100
    - Planos de fachadas a escala 1:100
    - Planos de diseño conceptual de señalética a escala a escala 1:75
    - Cuadros de áreas
    - Infografías
    - Planos de definición de materiales (plantas, secciones y alzados) a escala 1:100
    - Cuadros de carpinterías (puertas y ventanas) a escala 1:75
    - Planos con instalaciones y equipamientos a nivel de diseño básico (abastecimiento, saneamiento, alumbrado, ventilación, etc.) a escala 1:100 y detalles 1:75

- Cálculos de Evacuación (NFPA-30) y recorridos en planta.
- Equipos electromecánicos.
- Detección y protección contra incendios
- Esquemas constructivos
- Cálculo de cantidades de obra estimados. (Ver especificación Técnica de CAPEX).

Para la elaboración y entrega de los planos debe consultarse lo indicado en la especificación técnica BIM.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 24

PROYECTO DE TÚNEL

Bogotá D.C., abril de 2021

CONTENIDO

1 OBJETO 3
2 NORMATIVIDAD 3
3 INSUMOS NECESARIOS 4
4 ALCANCE 5
4.1 DEBIDA DILIGENCIA 6
4.2 FACTIBILIDAD 6
4.2.1 Requisitos generales 6
4.2.2 Requisitos de diseño 7
4.2.3 Características geológicas y geotécnicas generales de Bogotá 8
4.2.4 Secciones tipo 9
4.2.5 Procedimiento constructivo 10
4.2.6 Diseño estructural 12
4.2.7 Protección contra el fuego 12
4.2.8 Detección de incendios 12
4.2.9 Extinción de incendios 12
4.2.10 Análisis de subsidencias y afección a edificios/estructuras 12
4.2.11 Ventilación 14
4.2.12 Iluminación 17
4.2.13 Cámaras televisión 17
4.2.14 Comunicaciones 17
4.2.15 Opacímetros 17
4.2.16 Señalización de Emergencia 17
4.2.17 Bombeo 17
4.2.18 Salidas de emergencia 18
4.2.19 Situaciones provisionales 18
5 RESULTADOS 19
5.1 DEBIDA DILIGENCIA 19
5.2 FACTIBILIDAD: PROYECTO DE TÚNEL 19

ET - 24 – Proyecto de Túnel

1 OBJETO

En este documento se especifican los requisitos que deben ser aplicados en el diseño de factibilidad de los túneles y obras auxiliares, tales como pozos de ataque, nichos, tratamientos del terreno, inyecciones de compensación, recalces y/o refuerzos de edificios, estructuras, redes, entre otros, así como de las obras complementarias (pozos de ventilación, bombeo, salidas de emergencia, etc.) necesarias para alojar los sistemas e instalaciones que permitan la explotación de la Línea 2 del Metro de Bogotá.

2 NORMATIVIDAD

El diseño de los túneles y obras auxiliares y complementarias se realizará de acuerdo con un conjunto de normas, códigos, recomendaciones de diseño y construcción de túneles existente, preferentemente de uso en la Unión Europea o en los Estados Unidos de América.

El Contratista será quién definirá la normativa para el proyecto, para lo cual debe justificar las razones para dicha elección. La normativa a utilizar debe ser aprobada por la Interventoría al inicio de los diseños del túnel.

A continuación, se lista la normatividad más utilizada:

- Normativa Colombiana
  - Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.
- Normativa europea
  - Eurocode 7: Geotechnical design – Part 2: Ground investigation and testing
  - Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects.
  - European Document Directive 2004/54/EC of the European parliament and of the council of minimum safety requirements for tunnels in the Trans-European Road Network (2004).
- Normatividad Inglesa
  - BS 6164:2019: 2011 HEALTH AND SAFETY IN TUNNELLING IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY. CODE OF PRACTICE
  - BS 6031(2009): 2009 CODE OF PRACTICE FOR EARTHWORKS
  - BS ISO 14837-1: 2005 MECHANICAL VIBRATION - GROUND-BORNE NOISE AND VIBRATION ARISING FROM RAIL SYSTEMS - PART 1: GENERAL GUIDANCE
  - BS EN 16191: 2014 TUNNELLING MACHINERY - SAFETY REQUIREMENTS
- Normativa austriaca

- AUSTRIAN ONORM B 2203-1 (2001): Driving of mined tunnels – contract standards. Part 1: cyclic excavation.
- AUSTRIAN ONORM B 2203-2: Driving of mined tunnels – contract standards. Part 2: continuous excavation.
- AUSTRIAN GUIDELINES OF THE RESEARCH ASSOCIATION FOR ROADS AND TRAFFIC RVS 9.231: Tunnel alignment.
- AUSTRIAN GUIDELINES OF THE RESEARCH ASSOCIATION FOR ROADS AND TRAFFIC RVS 9.232 (1994): Tunnel cross sections.
- AUSTRIAN GUIDELINES OF THE RESEARCH ASSOCIATION FOR ROADS AND TRAFFIC RVS 9.234 (2001): Installations in Tunnels.
- AUSTRIAN GUIDELINES OF THE RESEARCH ASSOCIATION FOR ROADS AND TRAFFIC RVS 9.24 (1992): General and geotechnical preparatory work.
- AUSTRIAN GUIDELINES OF THE RESEARCH ASSOCIATION FOR ROADS AND TRAFFIC RVS 9.31 (1994): Static design, Cut and Cover.
- AUSTRIAN GUIDELINES OF THE RESEARCH ASSOCIATION FOR ROADS AND TRAFFIC RVS 9.32 (1994): Static design, Tunnels mined in soft underground covered with buildings.
- AUSTRIAN GUIDELINES OF THE RESEARCH ASSOCIATION FOR ROADS AND TRAFFIC RVS 9.34 (1995): Concrete for permanent lining.

- Normativa alemana
  - German rail (DB), DS 853: Design, construction and maintenance of rail tunnels.
  - ETB – Germany (1995): Guidelines of the working group “Tunnelling”, Ernst und Sohn, Berlin.
  - RABT Germany (2003): Guidelines for the equipment and operation of road tunnels. –
- Normativa suiza
  - Switzerland Codes and guidelines for tunnels SIA 197/1: Design of rail tunnels.
  - Switzerland Codes and guidelines for tunnels SIA 198: Underground works.
  - Switzerland Codes and guidelines for tunnels SIA 199: Exploration of underground.
  - Switzerland Codes and guidelines for tunnels SIA 267: Geotechnical engineering.
- Normativa francesa
  - Colección de Recomendaciones de la AFTES para el diseño y construcción de túneles

3 INSUMOS NECESARIOS

Para el diseño a nivel de factibilidad del túnel, se deben tener en cuenta, entre otros, los siguientes documentos:

- Productos de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá.

- Documento de diseño de la superestructura de vía de la Ingeniería Básica avanzada de la línea 1 del Metro de Bogotá.
- Referencias y bibliografía de túneles de sistemas ferroviarios internacionales en construcción o en operación.
- Documentos que se produzcan durante la ejecución del mismo contrato y que complementen el diseño del túnel, como: (i) diseño geométrico del eje de la vía principal (eje de entrevías) y vías auxiliares, colas de retorno o maniobra (ii) características del material rodante que afectan al diseño del túnel, (iii) diseño operacional que define el esquema de la línea y necesidades de ubicación de aparatos de vía, (iv) parámetros geométricos en planta y alzado, (v) requerimientos de otros sistemas ferroviarios relacionados: electrificación, sistemas de señalización y control de trenes, entre otros, (vi) requerimientos técnicos en cuanto a las necesidades de mitigación de ruido y vibraciones, (vii) geotecnia.

En cualquier caso, estos documentos serán considerados de referencia, no limitándose los estudios y diseños a realizar lo reflejado o comentado en los mismos.

La gestión de la información o insumos es responsabilidad del Contratista. No obstante, la Empresa Metro de Bogotá S.A. y el Estructurador podrán apoyar en lo que este a su alcance, dicha gestión.

4 ALCANCE

El alcance de los trabajos de diseño de factibilidad comprende: túneles y galerías subterráneas, nichos para las estaciones, pozos de ventilación, pozos de bombeo, instalaciones para evacuación de emergencia, accesos, cuartos de transformación, cuartos técnicos, subestaciones, pozos auxiliares de obra (tratamientos del terreno, montaje/desmontaje de tuneladora)

La documentación de diseño producida debe permitir la adecuada y precisa valoración de todas las obras antes citadas.

El diseño incluirá las medidas correctivas o de mitigación que se definan en el Estudio Ambiental. Se tendrán en particular consideración las correspondientes al plan de recuperación ambiental, la protección contra la contaminación acústica y atmosférica, defensa del arbolado existente, gestión de excedentes vertidos, excavación y residuos, riesgos de contaminación de suelos y aguas subterráneas, infiltración de aguas, adecuación paisajística, préstamos, instalaciones auxiliares de las obras, protección de yacimientos arqueológicos, calidad de las aguas y del aire y desafección a la fauna.

El diseño de factibilidad debe incluir un estudio de ruido y de vibraciones, que debe concluir con la predicción de los niveles sonoros y de vibraciones previstos en la fase de obra y de

funcionamiento, adoptándose las correspondientes medidas preventivas y correctoras de insonorización y de vibraciones.

Así mismo, el diseño de factibilidad debe incluir un estudio hidrogeológico conceptual, el cual contendrá como mínimo lo siguiente:

- Cartografía hidrogeológica.
- Definición de la conexión de las unidades hidrogeológicas que serán intervenidas por las obras.
- Estudio de la circulación del flujo subterráneo y la influencia de las obras sobre éste.
- Propuesta y criterios generales para la elaboración, por parte del Constructor, del plan de disposición de tierras y demás materiales inertes procedentes de las excavaciones.

4.1 DEBIDA DILIGENCIA

Se deben revisar todos los estudios técnicos que se hayan realizado con anterioridad que se consideren relevantes para el desarrollo del diseño, a fin de comprender cabalmente los diseños de ingeniería y, en general, todos aquellos estudios desarrollados hasta la fecha que tengan aplicabilidad. Para el efecto debe realizar:

- Revisión y análisis de información de las etapas anteriores. El Contratista recibirá los estudios realizados a la fecha, y debe revisar y analizar los mismos, dado que éstos serán los insumos básicos con los que se contará para llevar a cabo el alcance del Contratista, en especial los mencionados en el numeral 3 de este documento.
- Durante este proceso, el Contratista debe revisar y analizar el nivel de desarrollo de los estudios realizados de cara a la estructuración del proyecto.
- Identificar las posibles deficiencias en la información disponible, evaluar su impacto en la realización del estudio, y proponer, de ser necesarias, soluciones específicas para suplirlas.

4.2 FACTIBILIDAD

4.2.1 Requisitos generales

El Contratista debe estudiar y definir los diferentes elementos que configuran la infraestructura de la Línea 2 incluyendo los túneles y obras auxiliares y complementarias ya mencionadas.

Se debe elaborar una propuesta de los programas informáticos a utilizar en los cálculos con el fin de someterla a la aprobación de la Interventoría. Dicha propuesta debe incluir, para cada uno de los programas la siguiente información:

- Nombre del programa.
- Versión a utilizar y fecha de la misma.
- Fabricante y, en su caso, comercializador del software.
- Descripción de las bases y procedimiento de cálculo, datos de entrada y demás características del programa.

La descripción de todos los cálculos realizados con programas informáticos incluirá:

- Hipótesis y simplificaciones consideradas.
- Archivos de entrada de datos completos.
- Salidas gráficas y numéricas de resultados.

4.2.2 Requisitos de diseño

El diseño de los túneles y obras complementarias debe incluir los siguientes aspectos:

- El trazado, incluyendo además de la geometría en planta y alzado, la localización de los portales de entrada y de salida, las obras complementarias correspondientes a éstas, así como otros elementos del túnel (pozos de ventilación y acceso, galerías auxiliares, pozos de bombeo, etc.)
- Las secciones constructivas utilizadas, con definición y cálculo de los sostenimientos provisionales y definitivos, previsión de inyecciones (de contacto, consolidación e impermeabilización), disposición y tipos de juntas, elementos de drenaje e impermeabilización, conductos para instalaciones, etc.
- Los procedimientos constructivos, incluyendo la secuencia de operaciones, el tipo de maquinaria a utilizar, los rendimientos y plazos de ejecución previstos, así como el estudio de las situaciones provisionales y de las afecciones correspondientes a cada fase de obra.
- La previsión y estudio de las superficies para instalaciones de obras y su ubicación más adecuada.
- Los tratamientos del terreno y refuerzos estructurales y, en su caso, recalces a ejecutar a fin de asegurar la estabilidad tanto de las obras a ejecutar como de las estructuras próximas.
- Plan de instrumentación, donde se definirá la cantidad y el tipo de instrumentación y control de obra que incluya los valores estimados para las medidas a realizar (asientos, tensiones, etc.) con el fin de facilitar su comparación con los resultados que se obtengan durante la ejecución.
- Medidas de seguridad durante la construcción, definiendo las normas a seguir durante la misma, con indicación de los medios y dispositivos que se utilizarán y el detalle de los puntos característicos a comprobar expresamente. Se debe prestar especial atención a la definición de procedimientos y fases de construcción con la

elaboración de planos de construcción que reflejen las hipótesis de cálculo establecidas.

4.2.3 Características geológicas y geotécnicas generales de Bogotá

La Sabana de Bogotá está constituida por una gran extensión de terreno de morfología plana, localizada en el centro de Colombia y en la parte alta de la cordillera oriental. La ciudad tiene una orientación aproximada N30°E, siguiendo la misma tendencia que la Cordillera Oriental, en la cual se ubica.

La geología se caracteriza por la presencia de depósitos de suelos de consistencia principalmente blanda, de edades recientes, localizados sobre rocas sedimentarias de origen marino, de edad Cretácea, intensamente tectonizadas. Las rocas subyacentes se disponen en un sinclinal muy abierto en el centro de la sabana, cuya orientación es NE. En el valle principal de ese sinclinal, formado por el plegamiento de rocas areniscas de edad Cretácea y luego argilitas (localmente denominadas arcillolitas) Terciarias, se produjo durante el Cuaternario una gran deposición de arcillas, limos y arenas.

Como se ha indicado, la sectorización geotécnica de Bogotá contempla 5 diferentes zonas, de acuerdo con el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá (MZSB). La descripción general de cada una de las Zonas es la presentada a continuación:

- **Zona 1 - Cerros**: La zona de los cerros se caracteriza por la presencia de rocas sedimentarias, areniscas y arcillolitas, con diferentes grados de meteorización, localizadas principalmente en los sectores orientales y surorientales de la ciudad.
  Existen zonas con inestabilidades debidas a la afección de las pendientes por lluvias, fuentes de aguas locales y explotación de canteras. La permeabilidad de estas rocas es baja, aunque en zonas donde se encuentra la roca bastante meteorizada, se pueden presentar valores de permeabilidad altos (permeabilidad por fisuras).

- **Zona 2 – Piedemonte**: Está conformada por la zona de transición entre los cerros y la zona plana de la ciudad y consta principalmente de depósitos de ladera, coluviales y flujos torrenciales de piedemonte, que presentan secuencia de niveles de gravas y arenas en matriz limo-arenosa, en general saturados, con presencia de bloques de gran tamaño.
  Estos depósitos de suelos predominantemente granulares, pero con estratigrafías heterogéneas, se encuentran intercalados con niveles de limo, arcilla y turba de la zona lacustre. Su permeabilidad depende del porcentaje de gravas y arenas, generalmente alto; por lo tanto, el aporte de agua puede llegar a ser importante. Así mismo, los niveles piezométricos en esta zona se encuentran generalmente cercanos a la superficie del terreno, en algunos casos dominados por acuíferos confinados alimentados por cursos de agua provenientes de los cerros orientales.

- **Zona 3 – Lacustre A:** Se caracteriza principalmente por la presencia de depósitos cuaternarios de arcillas blandas con espesores superiores a 50 metros, con una capa superficial sobreconsolidada de espesor variable y un aumento de resistencia en profundidad a partir de 60 metros.
  También aparecen depósitos ocasionales de turbas y arenas compactas, de espesor medio a bajo. Las condiciones típicas del perfil geotécnico se resumen con: (i) Un estrato superficial del orden de 5 m de arcillas y limos sobreconsolidados por desecación y descenso del nivel freático; (ii) una secuencia de arcillas blandas de origen lacustre de la formación Sabana que alcanzan profundidades entre los 40m y 60m y, finalmente, (iii) suelos de origen predominantemente aluvial con presencia de arenas limosas que corresponde a la formación Subachoque, los cuales alcanzan grandes profundidades.
  Las arcillas se caracterizan por presentar permeabilidades muy bajas, aunque localmente puede aumentar su valor con la presencia de intercalaciones de suelos orgánicos o arenas limosas. Los niveles piezométricos de esta zona se encuentran cercanos a la cota de la superficie del terreno.

- **Zona 4 – Lacustre B:** Tiene las mismas características de la Zona 3 – Lacustre A pero los depósitos superficiales (los primeros 30 a 50 m) presentan consistencia más blanda que los anteriores. Además, corresponde a la zona en que la profundidad hasta la roca es mucho mayor. En cuanto a permeabilidades y niveles piezométricos, son similares a las de la Zona 3.
  Las formaciones cuaternarias de las Zonas 3 y 4 tienen espesor variable, que aumenta desde el piedemonte de los cerros que bordean la Sabana hacia la parte central de los valles que se forman entre las cadenas montañosas.
  En el sector occidental de la ciudad (Funza), se alcanzan los máximos espesores de sedimentos, cercanos a los 500m, mientras que para el resto de la ciudad los sedimentos alcanzan una profundidad promedio de 200m hasta encontrar suelos residuales y roca.

- **Zona 5 - Entorno de Ríos y Humedales:** Corresponde a depósitos de origen aluvial o fluviolacustre formados principalmente por arenas arcillosas o limosas o arcillas limosas de acuerdo con el tipo de origen. Los materiales presentan permeabilidades relativamente altas y niveles piezométricos a pocos metros de la superficie.

4.2.4 Secciones tipo

En el diseño de la sección tipo de los túneles se deben tener en cuenta los siguientes condicionantes:

- Trazado en planta y en alzado
- Sección transversal
- Gálibos cinemáticos y de implantación de obstáculos del material móvil
- Línea aérea de contacto
- Instalaciones de señalización y comunicaciones
- Drenaje
- Tolerancias de construcción
- Normativa de seguridad relativa a la evacuación de pasajeros.

En lo posible se deben evitar nichos en túneles excavados con tuneladora, para lo que se diseñará la sección tipo de forma que pueda albergar las instalaciones de señalización y comunicaciones, los motores de los aparatos de vía, etc.

En el estudio de prefactibilidad de la Línea 2 se ha establecido, como sección deseable, dos túneles (bitubo), uno por cada vía.

4.2.5 Procedimiento constructivo

De acuerdo con la descripción general de las características geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas del subsuelo de la Sabana de Bogotá D.C., se concluye que sus condiciones pueden ser desde homogéneas a bastante heterogéneas, en función del trazado final definido para la línea 2 del Metro de Bogotá. Es así como a lo largo del tramo subterráneo se pueden encontrar materiales variados, desde arcillas blandas de alta plasticidad, pasando por estratos de arenas y gravas altamente permeables, hasta depósitos coluviales con bloques de roca de gran tamaño, todo esto en un contexto de suelos saturados con niveles piezométricos cercanos a la superficie del terreno.

La elección del método constructivo para la ejecución de la excavación subterránea debe garantizar la seguridad de la obra, siempre buscando disminuir la afectación sobre las condiciones hidrogeológicas del lugar para evitar fenómenos de subsidencia, así como limitar las deformaciones dentro del túnel, zonas de influencia del mismo y asentamientos en superficie.

Por otro lado, las condiciones topográficas y el desarrollo urbanístico en superficie, con una red vial existente y edificaciones de altura con condiciones de cimentación específica, juegan un papel importante en la selección del método constructivo.

Los diferentes métodos de construcción de túneles usados en la actualidad tienen en cuenta la variabilidad litológica y estratigráfica probable, así como las condiciones hidrogeológicas y el entorno superficial en el que se desarrolla la obra a lo largo de su trazado. Por esta razón, la selección de uno o varios de los métodos constructivos disponibles en la práctica actual, dependen de las condiciones específicas definidas para el proyecto definitivo.

En general, para la construcción de los tramos subterráneos de la Línea 2 del Metro de Bogotá se ha considerado, inicialmente, la utilización de método de excavación en trinchera a cielo abierto mediante el uso de muros pantalla, conocido mundialmente como método *Cut and Cover* y la excavación subterránea con TBM (*Tunnel Boring Machine*) de Escudos (Rocas blandas y suelos). El Contratista debe definir el procedimiento constructivo y el tipo de maquinaria necesario para la ejecución, incluyendo:

- Los métodos de perforación que se estimen más adecuados, la secuencia de operaciones a utilizar para cada sección tipo y la metodología a aplicar en el paso de zonas difíciles. Se estudiará la repercusión contractual de estos aspectos de forma que puedan tenerse en cuenta en la posterior licitación y contratación de las obras.
- Se estudiará la localización de frentes de ataque y sus correspondientes pozos y rampas de acceso, así como la ubicación de pozos de ataque y salida de la tuneladora, cuando este sea el método de construcción seleccionado.
- El control durante la ejecución, definiendo las medidas de comprobación a adoptar y la instrumentación necesaria (sondeos en avance, testificación geomecánica, microsísmica, medidas de convergencias, ensayos de arrancamiento en bulones, células de presión, extensómetros, etc.), todo lo cual será adecuadamente valorado.

En el caso de túneles excavados con tuneladora se realizarán recomendaciones justificadas del tipo de tuneladora a utilizar, así como de los parámetros mínimos y equipos a considerar en el diseño de la máquina, como mínimo los siguientes:

- Diámetro y longitud
- Presión máxima en el frente (valor mínimo)
- Tipología de los escudos (Máquinas abiertas o máquinas cerradas, Escudos de frente en presión)
- Potencia rueda de corte (valor mínimo)
- Par máximo del disco de corte (valor mínimo)
- Fuerza de Empuje (valor mínimo)
- Sobrecorte (valor máximo)
- Revestimientos (Anillos prefabricados, accesorios)
- Fabricación y pruebas de la TBM
- Guiado de la tuneladora
- Seguridad y salud (Condiciones de alto riesgo)
- Programa de fabricación (grupos principales: cabeza / motorización / erector / extracción / escombro / electro – hidráulica)
- Seguimiento de la fabricación (plan de aseguramiento de la calidad PAC)
- Montaje y pruebas en fabrica (recepción provisional)
- Transporte a obra
- Montaje final y pruebas de operación

Los valores citados deben recogerse como valores mínimos de referencia en las Especificaciones Técnicas del Contrato de Construcción que debe preparar el Contratista.

4.2.6 Diseño estructural

El diseño estructural del túnel se realizará de acuerdo con la normativa indicada en esta especificación técnica y en la ET 13 Estructuras en lo aplicable.

El diseño estructural comprende además de la estructura del túnel propiamente dicha el sostenimiento, anclajes, revestimiento, portales y demás elementos.

Se tendrán en cuenta las situaciones transitorias durante la construcción. En el caso de elementos prefabricados (p.ej. dovelas en túneles excavados con tuneladora) se considerarán, además de las cargas debidas al terreno una vez colocado el anillo, las hipótesis de carga correspondientes al acopio, manipulación y empuje de la máquina.

4.2.7 Protección contra el fuego

Los túneles dispondrán de una sala de control donde se recogerá y tratará toda la información proveniente de las diferentes instalaciones del túnel, mediante la implantación de una serie de instalaciones que aseguren el adecuado nivel de servicio y seguridad, tanto en régimen normal, como en circunstancias excepcionales y se proyectarán los refuerzos constructivos y protecciones necesarias para evitar la ruina estructural de los túneles y demás obras subterráneas en caso de incendio.

4.2.8 Detección de incendios

Para la detección de incendios, se debe diseñar, en la clave del túnel y en toda su longitud, un sistema que ayude a determinar la existencia del fuego, con la asistencia de otros sistemas indirectos (opacímetros, circuito cerrado de televisión CCTV, etc.).

4.2.9 Extinción de incendios

Se deben diseñar las instalaciones contra incendios, que deben constar de una o dos fuentes de abastecimiento con su correspondiente equipo de bombeo y de armarios equipados con los elementos necesarios para el correcto control del fuego.

4.2.10 Análisis de subsidencias y afección a edificios/estructuras

El Contratista debe evaluar la posible afectación a edificios y otras estructuras, generada por las subsidencias derivadas de la ejecución de las obras. Se estudiará, particularmente, la interferencia de la obra con aquellos elementos que, por su singularidad o estado de conservación, obliguen a extremar las medidas de seguridad.

Una vez definido el procedimiento constructivo y la banda de afección correspondiente, se realizará un inventario de los edificios y estructuras incluidos en dicha banda. Este inventario contendrá, al menos, la siguiente información relativa a cada edificio/estructura a analizar, la cual se consignará en una ficha de cada predio (puede tomarse como referencia la ficha modelo del IDU):

- Foto (color).
- Planta de situación (indicando su posición relativa respecto a las obras).
- Datos básicos: dirección, año de construcción, constructor y uso actual.
- Geometría: longitud, anchura, altura, número de pisos, etc.
- Tipología de estructura y cerramiento.
- Tipo y cota de cimentación.
- Estado de conservación de la estructura y daños detectados.
- Valor patrimonial.
- Otra información de relevancia.

La información incluida en el inventario debe ser contrastada *in situ*.

La determinación de los asentamientos para cada sección de cálculo se realizará mediante un modelo numérico (método de elementos finitos – MEF o de diferencias finitas) tridimensional que tenga en cuenta los modelos constitutivos adecuados y las diferentes fases de ejecución del túnel. Los cálculos se realizarán con un software contrastado (p.ej. FLAC3D, PLAXIS3D, ABAQUS, ANSYS, MIDAS GTS NX o equivalentes).

En la elección de las secciones de cálculo se tendrá en cuenta tanto las características geotécnicas e hidrogeológicas del terreno a atravesar como la proximidad a edificios y/o estructuras, tanto en superficie como enterradas.

El cálculo de asentamientos debe completarse con el correspondiente análisis de estabilidad del frente, lo cual permitirá definir la necesidad de tratamientos de estabilización del mismo o, en el caso de utilización de tuneladora, el modo de funcionamiento de la misma y la horquilla de presiones a aplicar al fin de evitar tanto la formación de chimeneas como el levantamiento del terreno.

Una vez determinado el nivel de afectación producido sobre cada estructura a analizar, se procederá a la evaluación del nivel de daño a fin de determinar si es o no admisible. En el caso de edificios, la evaluación del nivel de daño se realizará de acuerdo con las categorías establecidas por Burland (1977) y la relación entre estas categorías y la deformación de tracción establecida por Boscardin y Cording (1989).

En aquellos casos en los que, como resultado del análisis descrito, se obtenga un nivel de afectación superior al valor máximo admisible, se definirán modificaciones en el

procedimiento constructivo o medidas de refuerzo aplicadas a la estructura o al terreno que permitan garantizar la seguridad del elemento analizado.

Con énfasis en edificaciones patrimoniales, el Contratista debe proceder a la investigación de las cimentaciones existentes y a la definición del recalce de las mismas en la zona atravesada por el túnel con el nivel de detalle suficiente para permitir su valoración. La investigación documental de las cimentaciones debe confirmarse con reconocimientos *in situ* que permita validar las dimensiones y estado de las fundaciones

4.2.11 Ventilación

La ventilación estará constituida por el conjunto de ventiladores y conductos destinados a dirigir y canalizar el aire fresco y los humos. Se deben proyectar los pozos necesarios para garantizar la correcta ventilación de los túneles y los sistemas artificiales que se utilizarán para ventilar el túnel. Para tal efecto, se debe realizar un estudio de ventilación que incluya análisis unidimensionales, con software tipo SES o equivalente, para justificar la ubicación de los pozos y la potencia instalada en los mismos, así como análisis CFD tridimensionales para simular los efectos de un incendio en los túneles, la ventilación debe ser diseñada, pensando en la evacuación del humo producido por un incendio.

Se diseñarán los pozos y las galerías para ubicar los ventiladores. Se especificarán los ventiladores y silenciadores teniendo en cuenta los resultados del estudio de ventilación.

Los pozos de ventilación tendrán dimensiones tales que el aire extraído no supere la velocidad de 2,5 m/s, en el caso de salida en zona peatonal y de 3,5 m/s. en calzadas y jardines. Para el aire insuflado, la velocidad máxima no será mayor de 3,5 m/s. en zona peatonal y de 5 m/s. en calzadas y jardines. Los pozos dispondrán de una escalera perimetral que permita la salida al exterior desde la galería. Ésta se proyectará en un material durable y que no disminuya de forma apreciable la sección útil.

En todos los casos se deben dimensionar las rejillas y estructuras que las sustentan para carga de vehículos, excepto si la rejilla de ventilación se situara elevada sobre un edículo o pequeño edificio. En caso de incendio, la impulsión se detendrá, manteniéndose en funcionamiento el equipo de extracción de aire. Los ventiladores serán axiales capaces de soportar temperaturas de 400ºC durante 2 horas.

Se incluirán variadores de frecuencia para suavizar el arranque de los ventiladores debido a su gran par resistente, así como para poder configurar los regímenes de funcionamiento deseados.

Se instalarán silenciadores para garantizar un nivel de ruido confortable en el interior de las estaciones y un nivel de ruido en el exterior acorde a las normativas municipales; en todo

caso, se debe tener como referencia la norma francesa surgida a raíz del siniestro del incendio del túnel del Montblanc.

En el diseño del sistema de ventilación se tendrán en cuenta tanto la ventilación sanitaria normal, cuyo funcionamiento vendrá gobernado por la monitorización de la calidad del aire en el túnel (niveles de CO, etc.), como la ventilación de emergencia en caso de un incendio en el túnel. En este último caso se tendrán en cuenta las posibles posiciones del foco del incendio y las rutas de evacuación.

El sistema de ventilación se diseñará pensando en un posible incendio y no en la utilización normal del túnel.

Se debe considerar, de acuerdo con el diseño de factibilidad de las estaciones, la definición y el cálculo de los diferentes elementos del sistema de ventilación, tanto en estaciones como en el túnel, justificando el dimensionado y determinación de los diferentes componentes del sistema. Está claro que sí la ventilación se diseña para evacuar el humo de un incendio, la evacuación de la polución, en condiciones normales de utilización del túnel, está asegurada.

4.2.11.1 Pozos de ventilación

Los pozos de ventilación comprenden el cubículo y el conjunto de elementos del equipo de ventilación, que consta de:

- Reja de acceso exterior
- Chimenea de ventilación
- Embocadura y acceso interior

Las dimensiones de cada pozo están condicionadas por el estudio de ventilación y por la velocidad máxima admisible del aire. El número mínimo de renovaciones/hora y velocidades de impulsado máximas serán determinados por la normativa vigente o, en su defecto, nunca inferior a 15 renovaciones/hora y velocidad máxima del aire impulsado de 5 m/s en zonas libres y 2 m/s en zonas de paso.

4.2.11.2 Reja y acceso exterior

La reja exterior para la admisión o extracción de aire en las estaciones debe estar situada en un punto estratégico para su correcto funcionamiento; será el punto de acceso exterior para el mantenimiento de los equipos de ventilación, por lo que debe incorporar una puerta de acceso.

La reja debe estar preparada para soportar el tránsito pesado.

4.2.11.3 Chimenea de ventilación

La chimenea es el conducto de admisión de aire de ventilación. No debe alojar ningún equipo en su interior; solo debe existir la correspondiente escalera para la realización del mantenimiento.

4.2.11.4 Ventiladores

Los ventiladores serán de caudal suficiente para garantizar el número de renovaciones/hora establecido.

Los ventiladores de túnel, de salidas de emergencia y extractores de humo serán resistentes al fuego para garantizar su funcionamiento en caso de emergencia, cumplirán las normas IEC-60331, IEC – 34 -1 y 34-5 y estarán homologados con certificado clase 3 para garantizar dicho funcionamiento hasta una temperatura de 400 ºC durante un tiempo mínimo de 2 horas.

El Contratista detallará las especificaciones para los equipos de ventilación, con el grado suficiente de definición para alcanzar unos altos estándares de calidad, pero sin que se predefina la marca. La obra civil se diseñará, de forma tal que sea compatible con las características de los mejores fabricantes de estos equipos.

4.2.11.5 Conductos metálicos

Los conductos serán metálicos y cumplirán las especificaciones para este tipo de elementos.

Los conductos de ventilación que deben extraer humos deben asegurar que mantendrán su estabilidad y funcionalidad a 400ºC un tiempo mínimo de 2 horas. Los conductos tendrán su propio sistema de sujeción, no permitiéndose la utilización de soportes de otros sistemas o instalaciones de la estación.

4.2.11.6 Climatización

Para garantizar un correcto funcionamiento, las salas técnicas de señalización y comunicación deben disponer de climatización siempre que las condiciones ambientales no garanticen los requerimientos de temperatura de funcionamiento de los equipos que se instalen. Las salas ocupadas de forma habitual por el personal de estación serán también climatizadas. La climatización se realizará mediante equipos autónomos de expansión directa.

4.2.12 Iluminación

En los túneles se deben considerar dos tipos de iluminación:

- Para servicio normal: Estará constituida por una serie de lámparas de distintos tipos, que pueden ser graduadas en intensidad para que los conductores, tanto al entrar como al salir del túnel, adapten progresivamente el diafragma ocular y no resulten deslumbrados, va colocada por encima de los hastíales del túnel.
- De emergencia: Tiene por objeto que el túnel no se quede a oscuras ante una falta de suministro eléctrico y su instalación será de acuerdo con la normativa internacional vigente definida para este proyecto.

4.2.13 Cámaras televisión

Con las cámaras de televisión se controlará visualmente, desde un centro de control, todo lo que sucede en el interior del túnel; las cámaras deben colocarse por encima de los hastíales y se diseñarán junto con un sistema automático de detección de incidentes (sistema DAI), mediante comparación de imágenes.

4.2.14 Comunicaciones

Considerando que las comunicaciones vía radio en un túnel se pierden, se debe diseñar un sistema que sirva de camino para las ondas electromagnéticas que emiten los *talkys*.

4.2.15 Opacímetros

Los opacímetros tienen por misión detectar falta de visibilidad, producida por un posible incendio. Deben ir colocados en los hastíales, no muy altos. Cuando detecten polución debida a los humos, deben accionar la ventilación de forma automática.

4.2.16 Señalización de Emergencia

Debe existir una señalización fotoluminiscente a lo largo de todo el túnel, que indique las distancias a las salidas de evacuación más próximas en ambos sentidos.

4.2.17 Bombeo

Se proyectarán los pozos de bombeo necesarios para garantizar la evacuación de las aguas que puedan infiltrarse en los túneles y recogerlas en los puntos bajos del trazado.

El diseño de los pozos de bombeo se deben considerar las cámaras necesarias para alojar los equipos electromecánicos requeridos, así como el puesto de transformación que le dé servicio.

Se debe elaborar un estudio de bombeo en el que se determinarán los caudales infiltrados, lo cuales deben ser conducidos hacia cada pozo. Se deben dimensionar los equipos de bombeo necesarios.

El sistema de bombeo se diseñará con las adecuadas redundancias en términos de equipos de bombeo y alimentación y control de los mismos, de forma que el periodo máximo de tiempo en que los equipos puedan no estar disponibles no supere los 15 minutos. La capacidad del pozo de recogida se dimensionará, al menos, para poder acumular el agua durante el citado periodo de 15 minutos.

4.2.18 Salidas de emergencia

Las salidas de emergencia o de evacuación, son de vital importancia para los usuarios, pues constituyen la vía de escape más segura, teniendo en cuenta la normativa considerada en Proyecto relativa a la evacuación de pasajeros.

Se acordará con la Interventoría la distancia entre salidas de emergencia, estimándose preliminarmente que a partir de una longitud de túnel de 500 m deben existir al menos una salida de evacuación y sus puertas estar dotadas con barras antipánico, con mecanismo de cierre de la puerta automático.

La ubicación de estas salidas será tal que permita a los evacuados el acceso a superficie en condiciones de seguridad, deben estar correctamente señalizadas y tener puertas de paso para personas, puede que den salida a una galería de servicio paralela al túnel o que suban verticalmente hacia la superficie del terreno. Asimismo, deben ser accesibles para los servicios de emergencia y disponer, en las proximidades, de espacio suficiente para la instalación de un campamento médico. En la medida posible se intentará minimizar la longitud de las galerías de conexión entre los túneles y estos pozos de salida.

4.2.19 Situaciones provisionales

El diseño de factibilidad debe incluir el análisis de las interferencias de las obras con la circulación vial, infraestructuras existentes y otras obras en ejecución, así como la definición de situaciones provisionales, definiendo las soluciones propuestas que minimicen dichas interferencias, dando los criterios necesarios para que el futuro Contratista elabore un Plan de Manejo de Transito. (Ver especificación Técnica ET – 06 “Estudio de Transito y PMT General”

El Contratista realizará un inventario exhaustivo de las instalaciones y servicios, tanto públicos como privados, existentes a lo largo de la traza que previsiblemente podrían ser afectados, temporal o permanentemente, por la ejecución de las obras y/o la explotación de la Línea; para el efecto, debe recabar la información necesaria de las compañías

operadoras y/o propietarios a fin de comprobar en campo la ubicación real de las diferentes redes de servicios. Con la información obtenida, se prepararán planos de situación de los servicios afectados, que servirán de base para la realización de los correspondientes proyectos de reposición, también objeto del presente proyecto. (ver especificación técnica ET-09 “Interferencia con redes de servicios”)

5 RESULTADOS

5.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe presentar, como parte de la “Debida Diligencia de la Información”, un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

El informe debe incluir la recopilación y los resultados de la revisión y análisis de los insumos existentes, como productos de prefactibilidad, factibilidad y/o estudios y diseños y/o obra y/o planos récord de proyectos desarrollados por la empresa Metro de Bogotá S.A., y/o de cualquier otra entidad. Dentro de los resultados obtenidos de la Debida Diligencia se debe indicar la validez de la información consultada, con la descripción y justificación clara de las razones técnicas que soportan la respuesta sobre qué información se va a utilizará durante la elaboración de los diseños de factibilidad y en qué medida cumple con lo requerido.

5.2 FACTIBILIDAD: PROYECTO DE TÚNEL

El Contratista debe entregar, como mínimo, las siguientes memorias y planos:

- Memorias de cálculo
- Planta y perfil longitudinal de trazado a escala mínima 1:1000 (H)
- Secciones tipo (incluyendo disposición de instalaciones) a escala mínima 1:25
- Planta geológica en superficie y a cota de eje de túnel a escala mínima 1:1000
- Perfil geotécnico del túnel a escala mínima 1:1000 (H)
- Plantas de los emboquilles/pozos de ataque y explotación incluyendo cartografía de superficie. Escala 1:100
- Secciones constructivas de excavación, sostenimiento y revestimiento.
- Definición estructural del revestimiento y sus elementos constituyentes.
- Impermeabilización y drenaje.
- Plantas de drenaje y conexión con la red de saneamiento.
- Plantas y secciones tipo de instrumentación y control de obra, incluida monitorización de edificios, estructuras e instalaciones que puedan verse afectadas por las obras, monitorización de nivel freático, control de asientos en superficie, etc.

- Plantas y secciones tipo de tratamientos del terreno.
- Definición geométrica y estructural de las obras complementarias (pozos) y su conexión con el túnel.
- Especificaciones Técnicas para el Diseño Detallado de túneles y obras auxiliares y complementarias.
- Especificaciones Técnicas para la Ejecución de túneles y obras auxiliares y complementarias.
- Especificaciones Técnicas para la instrumentación y control de las obras y edificios, estructuras e instalaciones que puedan verse afectadas por las mismas., incluyendo un Plan Preliminar de Instrumentación y Control.
- Demás documentos y anexos a que se hace referencia en el numeral 4.2 de la presente especiación técnica.

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

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ET – 25: ESTACIONES Y EDIFICIOS

BOGOTÁ D.C., ABRIL DE 2021

CONTENIDO

1 OBJETIVO 3
2 NORMATIVIDAD APLICABLE 3
3 INSUMOS NECESARIOS 4
4 ALCANCE 4
4.1 DEBIDA DILIGENCIA 4
4.2 FACTIBILIDAD 5
4.2.1 CRITERIOS DE DISEÑO 9
4.2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR 14
4.2.3 ESTUDIO DE MOVILIDAD DE USUARIOS AL INTERIOR Y EN INMEDIACIONES DE LAS ESTACIONES 16
4.2.4 ESPECIFICACIONES PARTICULARES 17
5 RESULTADOS 17
5.1 DEBIDA DILIGENCIA 17
5.2 FACTIBILIDAD 17
5.2.1 DISEÑO DE LAS ESTACIONES. 17
5.2.2 MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS ESTACIONES 19
5.2.3 METODOLOGÍA PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS PEATONALES EN TODAS LAS ESTACIONES 19
5.2.4 PROPUESTA DE MATERIALES 21
5.2.5 BOCAS DE ACCESO A LAS ESTACIONES 21
5.2.6 IMÁGENES 22
5.2.7 LIBRO FUNCIONAL DE LAS ESTACIONES 22
5.2.8 ESTUDIO DE EVACUACIÓN 22
5.2.9 ESTUDIO DE MOVILIDAD DE USUARIOS AL INTERIOR Y EN INMEDIACIONES DE LAS ESTACIONES 22

ET 25 – Estaciones y Edificios

1 OBJETIVO

A partir de lo definido en el *Entregable No. 7 - Tipología e Inserción de Estaciones* de la fase de Prefactibilidad de la Línea 2, el Contratista debe desarrollar el diseño de factibilidad de las estaciones de la línea, de acuerdo con lo establecido en la presente especificación técnica; incluyendo todos los elementos y espacios asociados a dichas estaciones. El proyecto debe contemplar la integralidad entre el sistema Metro, TransMilenio (en los puntos donde confluyan ambos sistemas), el SITP de la ciudad y los proyectos regionales en desarrollo.

2 NORMATIVIDAD APLICABLE

El diseño a nivel de factibilidad de las estaciones debe tomar como referencia la experiencia internacional disponible actualmente en el mercado y el uso establecido por los operadores de sistemas férreos de pasajeros y en concordancia con las últimas versiones de normas nacionales e internacionales.

Sin limitarse a estas se debe considerar la normativa aplicable para el diseño de las estaciones siguiente:

- NFPA-130: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems. National Fire Protection Association.
- NFPA-101: National Fire Protection Association 101, Life Safety Code
- Normas UIC - International Union of Railways.
- Eurocodes. CEN. European Committee for Standarization.
- Normas EN
- Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10 (2010), correspondiente a la segunda actualización, expedida por medio del Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, que adopta el Reglamento de Construcciones Sismo-Resistentes o la norma vigente en caso de actualización.
- Normativa urbanística de aplicación de los municipios que atraviesa el sistema férreo a diseñar, incluyendo sus Planes de Ordenamiento Territorial vigentes al momento de realizar los diseños.
- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.

- Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP
- Normas Técnicas Colombianas (NTC), entre las cuales se destacan, sin limitarse a estas:
  - NTC 6047 – Accesibilidad al Medio Físico.
  - NTC 414 Accesibilidad a Edificios y Espacios Urbanos.
  - NTC 5183 Ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores
  - NTC 4139 - Por el cual se reglamenta la accesibilidad a los modos de transporte a la población en general y en especial de las personas con discapacidad.
- Normas y Especificaciones vigentes de Diseño y Construcción de EAAB, ETB, ENEL
- Ley 361 de 1997 - Por la cual se establecen mecanismos de integración social de las personas en situación de discapacidad y se dictan otras disposiciones.
- Otros aplicables

3 INSUMOS NECESARIOS

Para la realización del proyecto de estaciones en la fase de factibilidad se requiere entre otros los siguientes documentos:

- Diseño preliminar del componente de estaciones y localización definida de acuerdo con el documento *Entregable No. 7 - Tipología e Inserción de Estaciones de la Fase de Prefactibilidad de la Línea 2 del Metro de Bogotá.*
- Datos de demanda de cada estación, contenidos en el ET 01 Demanda
- Cartillas y especificaciones definidas para las estaciones del BRT por TransMilenio S.A.
- Cartillas y especificaciones definidas para las estaciones del sistema Regiotram por la Empresa Férrea S.A.S
- Oferta de ciclo - parqueaderos
  Marco normativo definido en el capítulo normatividad aplicable.

4 ALCANCE

4.1 DEBIDA DILIGENCIA

Se deben revisar todos los estudios técnicos que se hayan realizado con anterioridad que se consideren relevantes para el desarrollo del diseño, a fin de comprender cabalmente los diseños de ingeniería y, en general, todos aquellos estudios desarrollados hasta la fecha que tengan aplicabilidad. Para el efecto debe realizar:

- Revisión y análisis de información de las etapas anteriores. El Contratista recibirá los estudios realizados a la fecha, y debe revisar y analizar los mismos, dado que éstos serán los insumos

básicos con los que se contará para llevar a cabo el alcance del Contratista, en especial los mencionados en el numeral 3 de este documento.

- Durante este proceso, el Contratista debe revisar y analizar el nivel de desarrollo de los estudios realizados de cara a la estructuración del proyecto.
- Identificar las posibles deficiencias en la información disponible, evaluar su impacto en la realización del estudio, y proponer, de ser necesarias, soluciones específicas para suplirlas.

4.2 FACTIBILIDAD

El alcance del diseño de factibilidad incluye las once (11) estaciones definidas en la fase de Prefactibilidad. En el caso de las estaciones intermodales con Transmilenio y Regiotram, el alcance incluye el diseño de factibilidad de la estación completa incluyendo las áreas requeridas para su integración.

A continuación, se enumeran, a modo indicativo, los aspectos que como mínimo el Contratista debe estudiar, según las particularidades de cada una de las estaciones y las condiciones urbanísticas de su entorno:

- Localización detallada de las estaciones y las condiciones de acceso por parte de los usuarios en los diferentes sectores seleccionados.
- Implantación urbanística de la estación y su relación con la estructura urbana de la ciudad.
- Condiciones de acceso en superficie o en edificios aledaños y urbanismo exterior, incluyendo las vías existentes o proyectadas tanto vehiculares como peatonales y ciclorrutas.
- Definición de las áreas de prevestíbulos, vestíbulos y su conexión con las plataformas de embarque, así como con los demás espacios de la estación (áreas técnicas, áreas operativas, servicios conexos a los pasajeros, interconexión con otros sistemas de transporte, entre otros).
- Las estaciones deben garantizar la accesibilidad universal.
- Dimensión de las plataformas de embarque y su conexión con los diferentes niveles de la estación.
- Definición del programa arquitectónico de la estación en donde se indiquen las áreas técnicas, operativas, áreas públicas y espacios para la localización de espacios para servicios conexos a los pasajeros.
- Distribución funcional de la estación.
- Definiciones geométricas de todos los elementos constitutivos de la estación.
- Identificación de los posibles procesos constructivos para el desarrollo del proyecto.
- Definición de los elementos estructurales.
- Caracterización de materiales y acabados.

- Especificación de los equipos al interior de las estaciones tales como: escaleras, ascensores, climatización, iluminación, señalización, ventilación, eléctricos, hidráulicos, control de acceso, entre otros, con su respectivo dimensionamiento y previsión de espacios técnicos y pasos de servicios, tanto para el funcionamiento de la estación como de los servicios conexos a los pasajeros.
- El Contratista debe indicar las condiciones y las prestaciones para los equipos electromecánicos, definiendo sus características básicas técnicas y funcionales con un grado suficiente de detalle para obligar a unos altos estándares de calidad según la normatividad aplicable, pero sin que se predefina el fabricante.
- La obra civil debe ser diseñada de forma tal que sea compatible con las características de los equipos seleccionados.
- Identificación de los elementos existentes como edificaciones, monumentos, vías, equipamientos, servicios, entre otros que tengan incidencia en el diseño de las estaciones.
- Afectación y requerimientos de las diferentes instalaciones y redes de servicios públicos existentes y las necesarias en las estaciones, incluyendo sus acometidas.
- El Contratista debe realizar micro - simulaciones de los flujos de pasajeros en seis (6) estaciones, la cuales serán definidas por las Empresa Metro de Bogotá, la Interventoría y el Estructurador. Las micro – simulaciones deben contemplar operación normal, degradada y en situación de evacuación de emergencia.
- Estudio de movilidad de usuarios al interior e inmediaciones de la estación considerando las condiciones de acceso y salida de los mismos tanto de forma analítica como mediante micro simulaciones peatonales empleando softwares especializados para este tipo de análisis.
- Todos los diseños deben cumplir con las buenas prácticas de la ingeniería y la arquitectura.
- Los diseños propuestos se integrarán de manera armónica al entorno urbano de tal forma que sirvan para propiciar mejoras urbanas en las zonas donde se localicen. La integración de jardines, áreas verdes, andenes, se diseñarán en los conjuntos y edificios de acuerdo con lo indicado en las normas urbanas que apliquen al respecto.
- Mobiliario de la estación debe estar integrado al diseño del conjunto de la estación.
- Se tendrán en cuenta en su diseño los aspectos relativos a la seguridad y protección contra incendios.
- Los elementos de carácter técnico de las estaciones deben quedar integrados arquitectónicamente.
- Formulación de soluciones que propendan por la autosostenibilidad de las estaciones, con medidas tales como diseños bioclimáticos, reutilización de agua lluvia, entre otros; en este sentido el Contratista debe realizar un análisis de ventajas y desventajas, para determinar la conveniencia de adoptar este tipo de soluciones.

En general, el Contratista debe hacer un análisis de las diferentes alternativas y opciones que se puedan contemplar para el diseño de todos y cada uno de los diferentes aspectos mencionados, con el fin de hacer la mejor selección para el diseño esperado.

Para el diseño de la infraestructura de transferencia con TransMilenio, se debe cumplir con las cartillas y especificaciones definidas para las estaciones del BRT de acuerdo con los requerimientos establecidos por TransMilenio S.A. Así mismo, para el diseño de infraestructura de transferencia con el Regiotram del Norte, se debe cumplir con las cartillas y especificaciones definidas para las estaciones del sistema férreo por la Empresa Férrea Regional S.A.S.

En este documento se excluyen las instalaciones de los centros de transformación eléctrica que alimentan a las estaciones, los cuales son tratados en –la especificación técnica del Sistema de Alimentación Eléctrica; sin embargo, el diseño de las estaciones debe incluir las áreas requeridas para la localización de estos espacios al interior de las estaciones.

Adicional al diseño de las estaciones el Contratista debe elaborar una **Lista Mínima de Requerimientos del Proyecto (Libro Funcional)** la cual debe incluir, como mínimo, el siguiente contenido:

- **Memoria de las estaciones:** Descripción general de cada una de las estaciones en donde indique la localización, descripción funcional de cada estación, datos generales, y cualquier otra información que se considere pertinente para generar una comprensión del tipo y funcionamiento de la estación.

- **Cuadro de áreas con el programa de estación:** Este cuadro debe presentar la lista de los espacios técnicos y operacionales, áreas públicas, áreas para los servicios conexos al pasajero, posibles áreas destinadas para la ubicación de publicidad, así como elementos de circulación y espera que debe contener cada estación, con el detalle de la ubicación sugerida, área mínima, materiales y descripción funcional de cada espacio.

- **Metodología para dimensionamiento de la estación:** Se debe explicar de manera detallada la metodología definida para el dimensionamiento de los elementos al interior de la estación, teniendo en cuenta los niveles de servicios peatonales definidos para el diseño de la misma.

- **Dimensionamiento funcional:** Corresponde a las cantidades y dimensiones que deben cumplir los elementos de circulación horizontal y vertical, barreras de control de acceso, máquinas automáticas de venta y recarga del medio de pago. Estas cantidades deben identificar las correspondientes para los diferentes horizontes planteados para el diseño de las estaciones.

- **Parámetros funcionales:** Para cada espacio se debe definir requerimientos de funcionamiento que incluyan, número y tipo de conexiones eléctricas, tipos de muros, tipos de aislamiento, materiales, necesidades de iluminación y ventilación, altura libre, cuadro de cargas estructurales, entre otros. Este apartado debe incluir todos los requerimientos técnicos que debe cumplir la obra civil de cada espacio para albergar los sistemas ferroviarios o equipos operacionales que correspondan. Así mismo, se deben indicar las condiciones técnicas requeridas para las áreas destinados a los servicios conexos a los pasajeros.

- **Sistema de información al usuario:** Se debe incluir la propuesta del sistema de información al usuario que permita la navegación del usuario al interior de la estación. Este sistema debe estar articulado con el propuesto desde el componente de urbanismo para las áreas exteriores alrededor de la estación.

- **Materiales para implementar en la estación:** Se debe incluir un listado de los materiales que deben ser utilizados por cada uno de los espacios de la estación, condiciones técnicas, condiciones para su instalación (alturas, patrones de instalación, entre otra información relevante para el diseño interior de la estación), condiciones de mantenimiento,

- **Recomendaciones para el Diseño de detalle:** El Contratista debe formular las recomendaciones que debe atender en la fase de diseño detallado para construcción, que eventualmente modifique los diseños de factibilidad, con el fin de añadir áreas o elementos complementarios.

- **Recomendaciones para la operación de la estación:** El Contratista debe generar unas recomendaciones para la operación y mantenimiento de los diferentes espacios de la estación.

Por otro lado, el Contratista debe dar acompañamiento, durante el plazo de su contrato, a la Interventoría y a la Empresa Metro de Bogotá antes las diferentes entidades de orden nacional o distrital para la socialización, obtención de permisos entre otras actividades requeridas durante la ejecución del contrato.

El Contratista debe basarse en las especificaciones relacionadas en el presente documento para llevar a cabo el diseño de factibilidad, estimación de cantidades de obra, materiales a emplear, presupuesto, planos y memorias de cálculo.

4.2.1 CRITERIOS DE DISEÑO

El propósito general de los criterios de diseño para las Estaciones de la Segunda Línea de Metro de Bogotá – SLMB es lograr un sistema seguro, confiable, eficiente, cómodo, sencillo, con flexibilidad en las posibilidades de uso de sus espacios, con accesibilidad universal, que evite la evasión del pago, y construidas con materiales durables y de fácil mantenimiento, tanto por su modularidad como por su disponibilidad en el mercado local.

Se pretende que las estaciones sean el punto de partida de procesos de renovación urbana, lo cual implica que el diseño interior y los accesos deben contemplar la posibilidad de interconexión directa con futuros desarrollos inmobiliarios, así como la localización de servicios conexos a los pasajeros que generen actividad y dinamismo sobre el espacio público para garantizar fachadas activas que mejoren la percepción de seguridad sobre el espacio urbano.

4.2.1.1 CRITERIOS DE CONFORT

El diseño a nivel de factibilidad de las estaciones de la Línea 2 del Metro de Bogotá debe garantizar el confort de sus usuarios y del público en general, en todos los aspectos relacionados con las actividades que se llevan cotidianamente en su interior; por lo tanto, el diseño de sus espacios debe cumplir con los siguientes criterios generales de confort y arquitectura bioclimática:

- Espacios amplios y libres de obstáculos, que permitan una fácil e intuitiva circulación para los usuarios, privilegiando las rutas que generen el menor recorrido para los usuarios. Se debe evitar espacios angostos, circulaciones que generen embudos o estrechamientos, o cualquier tipo de obstáculo o barrera que aumente la probabilidad de congestionamiento.
- Se deben evitar las zonas oscuras para evitar caídas de los usuarios, así como mejorar el nivel de percepción de seguridad.
- La circulación desde el ingreso hasta las plataformas de embarque debe ser lógica e intuitiva, fácilmente identificable y visible.
- El diseño debe evitar el ingreso de agua lluvia a cualquier espacio dentro de la estación.
- El diseño debe evitar el ingreso de gases de combustión generados por el tráfico vehicular a cualquier espacio dentro de la estación.

4.2.1.2 CRITERIOS DE SEGURIDAD DE LOS USUARIOS

- El diseño de las estaciones debe contribuir tanto a la seguridad real como a la percepción de seguridad por parte de los usuarios.
- Las estaciones deben ser diseñadas en sus espacios y materiales en búsqueda de minimizar y evitar la posibilidad de cualquier tipo de accidente. Se debe poner especial cuidado a los espacios que generan mayor probabilidad de caída, tales como las Plataformas de Embarque, así como las escaleras y demás.

- El diseño de las estaciones debe tener en consideración elementos que sean resistentes al vandalismo.
- El diseño de las estaciones debe evitar la evasión de las barreras de control de acceso al sistema.
- Las estaciones deben ser diseñadas bajo los parámetros de seguridad contemplados por las normas nacionales e internacionales, tanto para las situaciones de operación regular como para situaciones de emergencia.
- Las estaciones deben contar con los equipos para la detección y extinción de incendios, incluidos los sistemas de ventilación para disipar el humo cumpliendo con la norma NFPA 130 - 2017. En este sentido el Contratista socializar sus diseños y propuestas con el cuerpo de Bomberos del Distrito, quién debe avalar esta parte del diseño.
- Las estaciones deben cumplir con el Titulo K de la Norma NSR-10 – "Requisitos complementarios".

4.2.1.3 CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

Los ejes estructurales deben tener distancias modulares para la ubicación de las columnas, con el fin de regularizar el sistema constructivo, permitiendo manejar formaletería prefabricada para el vaciado de concretos de vigas y columnas.

4.2.1.4 CRITERIOS DE ECONOMÍA OPERACIONAL

El diseño de las estaciones debe contemplar criterios de estandarización para los siguientes elementos constructivos:

- Estandarización de materiales y especificaciones de las Plataformas de Embarque.
- Escaleras Fijas, estandarizadas en sus especificaciones.
- Escaleras Mecánicas, estandarizadas en sus especificaciones.
- Pasamanos, Parapetos, Ascensores entre otros elementos que se repitan en las Estaciones.
- Puertas y Ventanas en sus materiales, dimensiones, acabados y colores.
- Pisos, cielos rasos, muros y patrones de instalación que se tengan según los espacios.
- Modulación de los elementos y materiales constructivos.

4.2.1.5 CRITERIOS DE CIRCULACIÓN DE LOS USUARIOS

En este aspecto deben considerarse, al menos, las siguientes premisas:

- El diseño de las circulaciones al interior de las estaciones debe garantizar un recorrido directo y sin obstáculos para los usuarios, permitiendo integrarse de manera adecuada con las áreas destinadas para los servicios conexos a los pasajeros.

- Todas las estaciones deben ser accesibles universalmente y dependiendo de la tipología de las estaciones y las condiciones de acceso se debe contempla la instalación de uno o más ascensores. Tanto en los accesos a los vestíbulos como a las plataformas de embarque según se requiera.
- En los casos que se ubiquen dos (2) escaleras mecánicas y una escalera fija en un solo punto, las escaleras mecánicas se deben disponer en los costados y alojar entre ellas las escaleras fijas.
- Todas las estaciones deben contar con ascensores para garantizar la accesibilidad universal

4.2.1.6 CRITERIOS DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

Uno de los objetivos principales del diseño de las estaciones es proponer soluciones amigables con el medio ambiente. Para ello se deben contemplar estrategias que garanticen un aprovechamiento racional y eficiente de los recursos naturales necesarios para su buen funcionamiento.

El diseño de la estación debe cumplir como mínimo con el Nivel 2, Reconocimiento intermedio, en la categoría de Proyecto Integral (Urbanismo + Arquitectura), según lo dispuesto dentro de la Resolución No. 03654 de la Secretaría Distrital de Ambiente, “Por la cual se establece el programa de reconocimiento BOGOTÁ CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE”.

4.2.1.7 Uso eficiente del agua

En este aspecto deben considerarse, al menos, las siguientes premisas:

- El Estructurador ´Técnico debe incluir un sistema para la recolección de aguas lluvias en las estaciones de metro. Este sistema debe contar con tanques de recolección de agua, tratamiento y cuarto de bombas cuando no sea posible llevar el agua a reutilizar a través de gravedad.
- Todas las llaves, grifos, sanitarios o duchas deben considerarse con dispositivos para el ahorro de agua.

4.2.1.8 USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

En este aspecto deben considerarse, al menos, las siguientes premisas:

- Toda la iluminación debe ser LED u otra tecnología más eficiente.
- Se deben usar estrategias y sistemas de control de la iluminación para optimizar el consumo de energía. (Dimerización o sensores de presencia, entre otros)
- Escaleras Mecánicas con sistema de ahorro de energía, donde se disminuye su velocidad cuando no se está usando.

- El consumo eléctrico de todos los equipos de la estación debe tener certificado de bajo consumo, excluyendo aquellos equipos en los que no exista esta especificación en el mercado.

4.2.1.9 CONFORT TÉRMICO

En este aspecto deben considerarse, al menos, las siguientes premisas:

- Se debe contar con técnicas de arquitectura bioclimática y los equipos utilizados deben garantizar que la temperatura no exceda los 23 grados centígrados dentro de todas las áreas operativas y áreas públicas de las estaciones.
- La temperatura al interior de las áreas técnicas debe responder a la norma técnica para cada tipo de cuarto.
- Los equipos que sean usados para garantizar el confort térmico no podrán hacer uso ni generar gases efecto invernadero.

4.2.1.10 CONFORT ACÚSTICO

En este aspecto deben considerarse, al menos, las siguientes premisas:

- El desempeño acústico de las áreas públicas de las estaciones debe permitir la emisión de mensajes de información al público de manera clara e inteligible.
- El sistema de información a pasajeros debe poderse escuchar en todo momento por encima del ruido mecánico emitido por ventiladores u otros sistemas.

4.2.1.11 PUNTOS ECOLÓGICOS

Se debe plantear la localización de mínimo 2 Puntos Ecológicos por acceso a la estación. Su localización no debe interferir con los flujos de los usuarios del sistema. El punto ecológico y el color de los recipientes debe dar cumplimiento al código de colores y las especificaciones establecidas en la normativa vigente.

4.2.1.12 CALIDAD DEL AIRE.

Para garantizar una calidad del aire dentro de todos los espacios de la estación, se debe cumplir con lo indicado en las normas NTC 5183 y NTC 3631, las normas NFPA y demás aplicables.

4.2.1.13 INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A LAS ESTACIONES

Todas las estaciones deben contar con un área para localizar ciclo – parqueaderos. Estos podrán estar ubicados en el nivel de acceso, sótanos, o pisos superiores dependiendo del diseño de cada estación.

Las áreas de ciclo – parqueaderos deben contar con infraestructura de soporte a la bicicleta y a la operación de estos espacios.

4.2.1.14 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS MATERIALES Y ACABADOS

Para la selección de los materiales y acabados el Contratista desde considerar entre otras las siguientes consideraciones:

- Materiales unificados para todas las estaciones de la línea 2.
- Fácil mantenimiento y reparación (remoción de rayones, pinturas, etc.)
- Resistencia al uso intenso y al alto tráfico.
- Buena respuesta a las agresiones y al vandalismo.
- Buen comportamiento ante la suciedad (de fácil limpieza)
- Teniendo en cuenta la existencia de información sonora al público (megafonía) y el ruido producido por el propio material móvil, se aplicarán materiales que absorban o reflejen el ruido para obtener el nivel de confort adecuado.
- Materiales y equipamientos resistentes al vandalismo (grafiti, golpes y ralladuras) en las áreas públicas de la estación.
- Fijaciones ocultas o no accesibles de los materiales y equipamientos.
- La forma, la textura y su instalación debe facilitar la limpieza de los materiales.
- Materiales y esquinas sin aristas terminadas en punta o con filos para evitar daños o accidentes.
- En caso tal que se defina el uso de cielo raso en las estaciones estos deben ser registrables.
- Los materiales deben cumplir con la resistencia al fuego según lo indicado por la normativa aplicada en el diseño de las estaciones.
- Los pisos deben ser antideslizantes.
- Todos los vidrios empleados deben contar con película de seguridad.
- Garantizar un rápido suministro de recambio en caso de deterioro.
- Mobiliario antivandálico y de fácil limpieza y reposición.
- Deben ser de fácil consecución en el mercado local.

4.2.1.15 REVESTIMIENTOS DE PAREDES VERTICALES

En las zonas públicas, se debe instalar un material con un sistema modular que permita el desmontaje individual con el objeto de facilitar los trabajos de sustitución de un panel dañado o de supervisión de las infraestructuras existentes detrás.

4.2.1.16 SALIDAS DE EMERGENCIA

La iluminación en estos espacios será el adecuado para garantizar la correcta evacuación y claridad del recorrido de evacuación hasta un espacio exterior seguro. El espacio estará libre de obstáculos que dificulten el recorrido de evacuación. Se dimensionarán según la normativa

teniendo en cuenta la capacidad máxima de cada estación para garantizar la evacuación en el menor tiempo posible.

4.2.1.17 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El diseño de las estaciones debe contar con un sistema de protección contra incendios. El Contratista debe considerar los siguientes aspectos en el diseño de los sistemas contra incendio Medidas pasivas de protección contra incendios.

- Sistema de detección de incendios.
- Sistema de extinción de incendios.

4.2.1.18 SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Los sistemas de extinción que debe disponer la estación son:

- Sistema de hidrantes.
- Sistema de columna seca.
- Bocas de incendio equipadas.
- Extintores.
- Extinción automática.

4.2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

4.2.2.1 PLANEAMIENTO Y URBANISMO

Debe estudiarse el planeamiento urbanístico vigente en la zona de afectación de las estaciones. Para ello se realizarán los planos y toda aquella documentación necesaria para definir correctamente los condicionantes urbanísticas.

En el caso de que las obras no se adecuen al planeamiento urbanístico, será necesario especificar las modificaciones necesarias y el procedimiento administrativo para que así lo sea.

4.2.2.2 DISEÑOS ARQUITECTÓNICOS

Los diseños deben cumplir con los requerimientos propios de una estación de metro y con las particularidades y realidad propia de la ciudad de Bogotá, para lo cual se requiere de la participación de especialistas con experiencia en diseños de estaciones de metro y con experiencia en diseños de edificios públicos en Bogotá. Estos diseños deben contener planos de planta, secciones, alzados, memorias descriptivas e infografías.

4.2.2.3 CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE

El Contratista realizará los estudios climáticos e hidrológicos necesarios que incluyen, como mínimo, las siguientes actividades:

- Recopilación de datos climatológicos, pluviométricos y de aforos.
- Cálculo de precipitaciones para distintos periodos de retorno.
- Cálculo de caudales de proyecto.

Estos estudios aportarán todos los datos necesarios para el diseño hidráulico de la red de desagües de la estación.

Para la evacuación de todos los caudales de pluviales de la zona del Proyecto se analizará la red de saneamiento existente y la evacuación de dichos caudales a la misma.

4.2.2.4 ESTRUCTURAS

El Proyecto se desarrollará utilizando la normativa vigente en todo lo que se refiere a acciones, materiales y demás elementos constructivos de la obra.

El Proyecto justificará y definirá adecuadamente las soluciones de cimentación propuestas para las estructuras y obras de paso, incluyendo:

- Los datos del estudio geotécnico considerados
- La justificación del tipo de cimentación
- Los cálculos referentes a capacidad portante, asientos u otras condiciones de estabilidad
- Los cálculos estructurales de dimensionado básico

Se indicarán los parámetros geotécnicos y los coeficientes de seguridad adoptados en los cálculos, así como la normativa nacional o extranjera seguida o las correspondientes referencias bibliográficas de las correlaciones utilizadas.

Cuando sea pertinente se detallarán las medidas auxiliares (mejora del terreno, agotamientos, entibaciones, etc.) necesarias para la ejecución de las cimentaciones.

4.2.2.5 INSTALACIONES NO FERROVIARIAS

Dentro de este apartado se engloban las siguientes instalaciones:

- Instalaciones eléctricas.
- Alumbrado.
- Ventilación y climatización.
- Equipos electromecánicos (escaleras mecánicas, ascensores, etc.).
- Abastecimiento y evacuación de aguas (saneamiento y drenaje).
- Protección contra incendios.
- Interfaz con otros sistemas ferroviarios

4.2.2.6 ESTUDIO DE EVACUACIÓN

Se realizará un estudio de evacuación para garantizar el cumplimiento de los recorridos de evacuación de los pasajeros de las estaciones teniendo en cuenta los criterios de evacuación establecidos según la normativa en vigor. Se debe cumplir con el marco normativo indicado en este documento.

4.2.3 ESTUDIO DE MOVILIDAD DE USUARIOS AL INTERIOR Y EN INMEDIACIONES DE LAS ESTACIONES

Se debe presentar la metodología para el dimensionamiento de los espacios peatonales dentro de las estaciones, empleando Nivel de Servicio “C” para condiciones normales de operación (uso cotidiano) y Nivel de Servicio “D” para situación degradada (situación de operaciones en la que se creen atrasos creados por cualquier tipo de problema en el Sistema). Así mismo chequear el dimensionamiento de todos los elementos por evacuación.

Entre los factores recomendados para la metodología de dimensionamiento, se presentan los siguientes:

- Coeficiente de Híper-Punta: 1.25
- Coeficiente Situación Degradada: 2.0

Los elementos peatonales que deben ser dimensionados en el estudio de movilidad de usuarios serán como mínimo los siguientes:

- Plataformas de embarque (anchos útiles).
- Escaleras fijas y mecánicas, entre los diferentes niveles de las estaciones.
- Zona de circulación peatonal y/o pasarelas.
- Barreras de Control de Acceso.
- Puntos de compra y recarga de tickets.
- Ascensores y zonas de espera.

El dimensionamiento de los elementos peatonales se debe realizar para cada una de las estaciones del Proyecto, en las horas pico de la mañana y de la tarde, para los escenarios con proyecto y futuro a 20 años. Para lo anterior, se debe emplear el modelo de transporte de la ciudad, ajustado para este tipo de análisis.

Adicionalmente, para las seis (6) estaciones con mayor demanda peatonal del Proyecto; es decir, la suma de abordajes iniciales, descensos finales y transferencias con otros sistemas, se debe realizar micro simulaciones peatonales empleando softwares especializados para este tipo de análisis. Estas simulaciones deben contener todos los elementos peatonales descritos en el presente estudio de movilidad de usuarios y adicionalmente se deben incluir los andenes, espacio

público y demás infraestructura peatonal a 100 metros alrededor de cada uno de los accesos de las estaciones, que represente las trayectorias peatonales desde y hacia las estaciones del Metro, con sus transferencias a otros sistemas de trasporte masivo (PLMB, Regiotram, TransMilenio, Corredor Verde entre otros).

4.2.4 ESPECIFICACIONES PARTICULARES

En esta sección se describen las especificaciones particulares que debe tener el componente, es decir, sus particularidades como, por ejemplo, se debe garantizar el acceso a predios, empalmes con bocacalles, separadores laterales para líneas de alta tensión etc.

5 RESULTADOS

En esta sección se describen cada uno de los productos a entregar por parte del Contratista, incluyendo el formato y nivel de detalle que se requiere de los diferentes documentos y planos.

5.1 DEBIDA DILIGENCIA

Como resultado de esta etapa el Contratista debe presentar, como parte del entregable “Debida Diligencia de la Información”, un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

5.2 FACTIBILIDAD

El Contratista debe entregar, como mínimo:

5.2.1 DISEÑO DE LAS ESTACIONES.

Este producto contiene el diseño funcional de las estaciones en donde se identifiquen como mínimos las áreas operativas y técnicas requeridas para la estación, así como la localización de las áreas para servicios conexos a los pasajeros, el predimensionamiento de los espacios elementos de circulación horizontal y vertical, entre otra información que permita comprender el funcionamiento general de la estación. A continuación, se presenta el listado mínimo de información que debe ser suministrada por parte del Contratista.

ID	Documentos	Descripción	Escala

1	Localización de la estación e infraestructura con situación urbana actual	Debe contener como mínimo: predios afectados, norte, escala, nombres de las vías, puntos de referencia, PK de inicio, PK Fin, y toda la información que se considere necesario para comprender la localización y el entorno urbano.	1:500
2	Localización de la estación e infraestructura con situación urbana futura	Debe contener como mínimo: norte, escala, nombres de las vías, puntos de referencia, PK de inicio, PK Fin, y toda la información que se considere necesario para comprender la localización y el entorno urbano.	1:500
3	Accesos, plantas y secciones		1:200
4	Accesos planta general urbanismo		1:250
	Planos descriptivos		
1	Plano de usos y superficies para cada uno de los niveles de la estación		1:250
2	Plano con cotas para cada uno de los niveles de la estación.		1:100
3	Sección longitudinal 1-1'	En este se debe evidenciar el perfil urbano y elementos del entorno urbano. Así mismo se debe indicar como mínimo alturas, cotas generales, niveles, ductos, nombres de los espacios.	1:250
4	Sección longitudinal 2-2'	En este se debe evidenciar el perfil urbano y elementos del entorno	1:250

		urbano. Así mismo se debe indicar como mínimo alturas, cotas generales, niveles, ductos, nombres de los espacios.	
5	Sección transversal 1-1'	En este se debe evidenciar el perfil urbano y elementos del entorno urbano. Así mismo se debe indicar como mínimo alturas, cotas generales, niveles, ductos, nombres de los espacios.	1:100
6	Sección transversal 2-2'	En este se debe evidenciar el perfil urbano y elementos del entorno urbano. Así mismo se debe indicar como mínimo alturas, cotas generales, niveles, ductos, nombres de los espacios.	1:100

5.2.2 MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS ESTACIONES

El Contratista debe entregar una memoria de cada una de las estaciones en donde indique la localización, accesos, descripción funcional de cada estación, datos generales, cantidad y localización de ciclo – parqueaderos, entre otra información que se considere pertinente para generar una comprensión del tipo y funcionamiento de la estación.

5.2.3 METODOLOGÍA PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS PEATONALES EN TODAS LAS ESTACIONES

Este producto debe contener tanto la metodología como el dimensionamiento de forma analítica de los elementos peatonales al interior de las estaciones. El contenido de este producto consta de un informe y los documentos de soporte con los cálculos realizados, y debe ser aprobado por la Interventoría.

ID	Documentos	Descripción
1	Localización de la estación e infraestructura con situación urbana actual	Debe contener como mínimo: predios afectados, norte, escala, nombres de las vías, puntos de referencia, PK de inicio, PK Fin, y toda la información que se considere necesario para comprender la localización y el entorno urbano.
2	Localización de la estación e infraestructura con situación urbana propuesta	Debe contener como mínimo: norte, escala, nombres de las vías, puntos de referencia, PK de inicio, PK Fin, manzanas, lotes, bordes de calzada, cotas de salida de la estación y toda la información que se considere necesaria para comprender la localización y el entorno urbano.
3	Accesos, plantas y secciones	Se debe indicar como mínimo la cota de salida y los niveles de la estación.
4	Accesos planta general urbanismo	En este plano se debe indicar la propuesta de espacio público de la estación.
	Planos descriptivos	
1	Plano de usos y superficies para cada uno de los niveles de la estación	Se debe incluir el programa general de la estación.
2	Plano con cotas para cada uno de los niveles de la estación.	
3	Sección longitudinal 1-1'	En este se debe evidenciar el perfil urbano y elementos del entorno urbano. Así mismo se debe indicar como mínimo alturas, cotas generales, niveles, ductos, nombres de los espacios.
4	Sección longitudinal 2-2'	En este se debe evidenciar el perfil urbano y elementos del entorno urbano. Así mismo se debe indicar como mínimo alturas, cotas

ID	Documentos	Descripción
		generales, niveles, ductos, nombres de los espacios.
5	Sección transversal 1-1'	En este se debe evidenciar el perfil urbano y elementos del entorno urbano. Así mismo se debe indicar como mínimo alturas, cotas generales, niveles, ductos, nombres de los espacios.
6	Sección transversal 2-2'	En este se debe evidenciar el perfil urbano y elementos del entorno urbano. Así mismo se debe indicar como mínimo alturas, cotas generales, niveles, ductos, nombres de los espacios.

Todo el diseño de las estaciones debe contar coordinación técnica y estructural.

Los diseños de las estaciones deben ser desarrollados bajo la metodología BIM.

5.2.4 PROPUESTA DE MATERIALES

EL Contratista debe desarrollar al menos tres (3) propuestas de materiales interiores y exteriores la cuales debe corresponder a los criterios indicados en este apéndice técnico y debe ser validada por la Interventoría y por el Estructurador.

Para la presentación de esta propuesta se deben elaborar planos, diagramas, imágenes y renders fotorrealistas que permitan evidenciar cómo será la imagen de la estación. Adicional a esto, se debe presentar una matriz que permita evaluar, costo, durabilidad, garantías, entre otra información que permita escoger la propuesta óptima para el diseño del proyecto.

5.2.5 BOCAS DE ACCESO A LAS ESTACIONES

El Contratista debe desarrollar al menos tres (3) alternativas a nivel conceptual para el diseño de las bocas de acceso a las estaciones, en donde se debe evidenciar la forma, materiales y componentes de cada una de las alternativas presentadas. Con base en esta información la Interventoría, el Estructurador y la EMB definirán la alternativa seleccionada sobre la cual se debe desarrollar el diseño de factibilidad.

5.2.6 IMÁGENES

EL Contratista debe presentar al menos la siguiente información por tipología de estación de acuerdo con lo definido en la etapa de prefactibilidad:

- Imágenes interiores de cada uno de los niveles de la estación.
- 2 imágenes exteriores en donde se evidencia el diseño de la fachada de los edificios de acceso.
- 2 imágenes exteriores en donde se evidencie el diseño exterior de las bocas de acceso a las estaciones.
- Imágenes aéreas que permita comprender la implantación de la estación, su relación con el entorno y el diseño de espacio público del trazado.

5.2.7 LIBRO FUNCIONAL DE LAS ESTACIONES

- Memoria de las estaciones
- Cuadro de áreas con el programa de estación
- Metodología para dimensionamiento de la estación
- Dimensionamiento funcional
- Parámetros funcionales
- •Materiales para implementar en la estación
- Sistema de información al usuario
- Recomendaciones para el Diseño de ingeniería de detalle
- Recomendaciones para la operación de la estación

5.2.8 ESTUDIO DE EVACUACIÓN

5.2.9 ESTUDIO DE MOVILIDAD DE USUARIOS AL INTERIOR Y EN INMEDIACIONES DE LAS ESTACIONES

El Contratista debe presentar las simulaciones peatonales de las seis (6) estaciones de mayor demanda del Proyecto ante la EMB con previo aval de la interventoría.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 26

CAPEX

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETIVO 3
2 ALCANCE 3
2.1 Debida Diligencia 3
2.2 Factibilidad 3
2.2.1 Consideraciones generales 3
2.2.2 Cantidades de obra 7
2.2.3 Análisis de precios unitarios 7
2.2.4 Presupuesto Consolidado 9
3 RESULTADOS 10
3.1 Debida Diligencia 10
3.2 Factibilidad 10

ET 26 – CAPEX

1 OBJETIVO

Consiste en determinar el valor del CAPEX (del inglés Capital Expenditure) o Costo de Inversión, que son los costos iniciales de construcción más todo gasto en los activos ya construidos que no tenga carácter de gasto operativo, así como los costos de estudios y diseños definitivos, traslado de redes, adquisición de predios, permisos y licencias, formulación e implementaciones de planes de gestión y manejo socio-ambiental, plan e implementación de manejo de tránsito PMT, compensaciones, material rodante, instalaciones físicas, sistemas metroferroviarios, equipamiento, recurso humano, entre otros; incluyendo, además, los costos de interventoría y gerencia de obra.

2 ALCANCE

2.1 Debida Diligencia

El Estructurador Técnico debe, por su cuenta, investigar, recopilar, analizar, revisar, consultar y evaluar la información encontrada de todos los estudios previos que se han realizado en el área del proyecto, en especial aquella información de estudios previos del proyecto, Estudios y diseños de la primera línea de Metro de Bogotá y bases de datos de precios del Distrito que puedan resultar útiles para la elaboración de este producto.

La revisión de la información producto de estudios previamente ejecutados, busca que el Contratista conozca al detalle los insumos que existen, los evalúe y determine cuáles de ellos debe considerar como determinante en sus diseños; es decir, cuales siguen siendo válidos o pertinentes y cuales es necesario actualizar teniendo en cuenta los parámetros que se han planteado en el proyecto.

2.2 Factibilidad

2.2.1 Consideraciones generales

El Contratista debe entregar, con base en los resultados de los Estudios y Diseños de factibilidad de la segunda línea del Metro de la ciudad de Bogotá – PLMB-2, el correspondiente presupuesto del proyecto en todos sus componentes, que contenga las cantidades de obra y el análisis de precios unitarios.

La estructura de desagregación del presupuesto debe contener: secciones, capítulos y subcapítulos; a su vez los subcapítulos de deben detallar en ítems. A manera de ejemplo se incluye una desagregación por secciones, capítulos y subcapítulos:

SECCIONES	CAPÍTULOS	SUBCAPÍTULOS
Ingeniería de detalle para construcción.	• Obras civiles • Sistemas metroferroviarios • Material rodante	• Desagregación en estudios y trabajos de campo, pruebas y ensayos, ingeniería.
Obra civil	• Línea • Estaciones • Patio taller • Puesto Central de Control • Obras complementarias: Intersecciones viales, adecuaciones, etc. • Obras para suministro eléctrico	• Actividades preliminares: instalaciones, campamentos, adecuaciones, permisos, replanteo y localización, etc. • Movimientos de tierra • Obras de drenaje • Redes de servicios (secas y húmedas) • Estructuras • Arquitectura e instalaciones (edificaciones) • Puertas de anden • Urbanismo, espacio público y paisajismo • Pavimentos • Otros
Instalaciones y equipos	• Sistema de alimentación eléctrica • Sistema de señalización y control de trenes • Sistema de comunicaciones • Superestructura de vía en línea y patio - taller • Equipos del PCC • Equipos varios del patio taller; incluyendo vehículos férreos para mantenimiento. • Otros	• Subsistemas y componentes/equipos (fabricación; transporte, nacionalización, seguros; montajes y pruebas individuales, etc.) • Capacitación, manuales de operación y mantenimiento. • Repuestos y herramientas • Equipos hardware • Licencias software • Otros
Material Rodante	• Vehículo motor con / sin cabina • Vehículo remolque	• Construcción y montaje: Desglose por componentes según ET-15 • Pruebas en fabrica • Transporte y logística • Pruebas en sitio

SECCIONES	CAPÍTULOS	SUBCAPÍTULOS
		• Capacitación, manuales de operación y mantenimiento. • Repuestos y herramientas • Otros
Marcha blanca y puesta en servicio	• Pruebas de conjunto • Operación instructiva • Otros	Desagregación según cada capítulo, cuando aplique.
Varios	• Costos de Interventoría • Costos de Gerencia de proyecto (si aplica) • Adquisición predial • Formulación e Implantación de PMTs • Componente ambiental • Componente gestión social y equidad de género.	• Desagregación según cada capítulo, cuando aplique.

La estructura de desagregación del presupuesto será entregada por el Contratista al Interventor y Estructurador para su respectiva aprobación.

El presupuesto se presentará en una matriz presupuestal donde se reflejen las cantidades de obra y precios unitarios en costo directo, afectados por el A.I.U. (Administración, Imprevistos y Utilidad). Para el caso del AIU se debe presentar una estimación y justificación desagregada de los porcentajes a utilizar.

El Contratista, igualmente debe calcular los costos de la supervisión e interventoría a lo largo de la etapa de inversión (pre-construcción y construcción) y de la Gerencia de Proyecto, este último en caso de que aplique. El Contratista debe justificar sus cálculos detallando cargos, dedicaciones, salarios, gastos administrativos, entre otros.

Dependiendo de la estructura o esquema de la transacción que se decida implementar dentro del proceso de la estructuración integral del proyecto, se deben considerar los costos asociados con las subcontrataciones y la gestión de adquisiciones del adjudicatario.

Igualmente el Contratista debe cuantificar los costos de la formulación e implementación de los Planes de Manejo Ambiental - PMA y Planes de Adaptación para la Gestión Ambiental – PAGA, Planes de Gestión Social, Planes de Manejo Arqueológico, Planes de Manejo de Tráfico, incluyendo la adecuación de desvíos, y demás instrumentos que correspondan, así como los costos asociados con la obtención y gestión de permisos, consultas previas en sus diferentes fases (Certificación, coordinación, preconsulta, consulta, seguimiento), licencias, consultas y

autorizaciones para el desarrollo del proyecto en su etapa de inversión y las respectivas compensaciones a las que haya lugar.

Así mismo, el Contratista debe cuantificar los costos relacionados con el manejo y traslado de redes secas y húmedas, y la gestión y adquisición predial asociados con la disponibilidad del corredor y de la infraestructura asociada (estaciones, patio-taller, Puesto Central de Control, etc.).

En cuanto al material rodante, instalaciones físicas, sistemas y subsistemas, equipamientos (estaciones, patio taller con sus equipos y herramientas para el mantenimiento, Puesto Central de Control, entre otros), dispositivos y demás tecnologías (señalización y control de trenes, comunicaciones, seguridad, etc.), el Estructurador Técnico debe calcular el costo de adquisición, arrendamiento o la modalidad que corresponda, para la provisión, instalación y puesta en marcha del sistema de transporte, presentando una evaluación costo beneficio, que justifique la selección de dicha modalidad de contratación.

Igualmente, el Contratista debe cuantificar los costos asociados a las pruebas de sistema y subsistemas, pruebas de integración y marcha blanca, repuestos, y capacitación del personal de operación y mantenimiento, de acuerdo con las directrices definidas en las diferentes especificaciones técnicas de los sistemas metro ferroviarios.

Para cada componente del presupuesto se debe incluir la previsión de costos de seguros, garantías, impuestos, gravámenes, costos de nacionalización, homologaciones y los demás que apliquen.

El Contratista debe incluir los demás componentes que hagan parte de la estructura de costos que sean insumo del modelo financiero del contrato o contratos a licitar en desarrollo del proyecto, como por ejemplo, los costos de funcionamiento y recurso humano de la sociedad principal u organización adjudicataria, entre otros.

El cálculo de los costos de inversión se debe realizar con base en información primaria y secundaria, entrevistas, trabajo de campo para la recopilación de datos y cotizaciones, entre otros elementos necesarios para costear a detalle todos los componentes que deben ser parte de la etapa de inversión.

El presupuesto se presentará en dólares de los Estados Unidos de América y pesos colombianos de un mismo año base, utilizando únicamente cifras o números enteros para los precios unitarios y subtotales por ítem. El costo del material y equipo importado se podrá calcular en Dólares, señalando el tipo de importación y justificación para su selección siguiendo los INCOTERMS 2020 (Términos de Comercio Internacional), mientras que los costos de obra civil y en general todas las actividades susceptibles de realizarse con materiales, mano de obra y equipos disponibles en Colombia se representarán en pesos colombianos.

2.2.2 Cantidades de obra

Las cantidades de obra, como parte vital para el desarrollo de los trabajos de construcción, deben contar como mínimo con los siguientes aspectos:

- Memorias de cálculo.
- Debe tener correlación con matriz presupuestal y su respectiva codificación numérica, y a su vez con el APU de cada ítem de las Especificaciones Técnicas Generales y particulares de construcción, claramente definidas y completamente referenciadas, tanto en los planos como en las memorias de cálculo, de los ítems de obra especificados para cada actividad.
- Se deben incluir expresamente tanto en los planos como en las memorias, las áreas y volúmenes de las secciones de cortes/rellenos, excavaciones, diagrama de masa (si aplica), etc.
- Se deben incluir expresamente en los planos, la definición geométrica de todos los elementos a ejecutar, así como una descripción que permita cuantificar y caracterizar éstos y los suministros a contratar.

2.2.3 Análisis de precios unitarios

Para elaborar los análisis de precios unitarios el Contratista debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Que estén de acuerdo con los ítems de pago de las especificaciones generales y con las especificaciones particulares, con la correlación respectiva de la matriz presupuestal y su respectiva codificación numérica, que permita una identificación clara del precio unitario, con la especificación y a su vez con la matriz de cantidades de obra del presupuesto de cada componente del presupuesto y del general total.
- Las condiciones de la región en cuanto a la disponibilidad de mano de obra, materiales de construcción y demás aspectos que puedan influir en el costo final de los precios unitarios.
- La unidad de medida debe estar de acuerdo con la especificación correspondiente.
- Las tarifas horarias de los equipos (en modalidad de arrendamiento, leasing o forma de contratación similar) deben ser analizadas teniendo en cuenta los costos de propiedad y de operación, incluyendo sus costos integrales (operador y ayudante) y deben anexarse o registrarse las fuentes de la información (cotizaciones, tablas u documentos origen de los costos a la fecha de su estructuración y vigentes en el año que se está presentando y estructurando estos insumos).

- Los precios de los materiales deben corresponder a valores actualizados a la presentación del producto presupuestal ajustados con la razón precio cuenta adecuada. Es necesario relacionar, describir y especificar las cantidades requeridas para ejecutar cada Ítem, incluyendo mermas y desperdicios, así como los materiales auxiliares y adicionales transitorios (formaletas, cimbras, vigas de lanzamiento, etc.)

- Los precios de los materiales deben corresponder a valores en el sitio de colocación incluyendo todos los fletes, desagregados en costos de suministro y transporte según su origen con respecto a la obra.

- Las partidas del suministro considerarán todos los pagos relacionados con cargos gubernamentales, impuestos, derechos de exportación, importación, seguros asociados, derechos y tasas aduaneras de entrada o salida y de tránsito, licencias de fabricación y honorarios por servicios o productos realizados u originados en el extranjero, incluyendo comisiones bancarias emergentes de la exportación y tránsito a Colombia de todo el suministro, y cualquier otro costo relacionado con el suministro, ya sean de tránsito o de su respectiva internación en territorio colombiano, incluidos entre otros, los costos del despachador, del agente de aduana, costos de aduana, almacenaje y fletes hasta los sitios para el almacenaje o acopio temporal en previa a su instalación en obra..

  Estos componentes de los costos Se entregarán de manera desagregada, con el fin de permitir a futuro, en caso de considerarse viable, la solicitud de exenciones o tratamientos (regímenes) especiales en relación con el pago de impuestos del orden nacional, departamental o municipal.

- En la mano de obra se deben considerar los jornales de las cuadrillas de obreros, técnicos, profesionales y de personal especializado (aquellos que actúan directamente en la actividad que se está costeando) teniendo en cuenta el jornal básico o el vigente en la región, afectado por el porcentaje de prestaciones sociales de acuerdo con disposiciones legales vigentes e incluyendo todos los elementos de protección personal y los respectivos protocolos de Bioseguridad para atender situaciones como el COVID-19. El Contratista incluirá las fuentes o registros del origen de los datos. Los rendimientos establecidos deben ser el resultado de un estudio cuidadoso que determine óptimamente el tiempo de ejecución de la unidad del ítem considerado.

- En la determinación de los costos indirectos se deben tener en cuenta las condiciones de la zona y la localización de la obra con respecto a los centros de producción y abastecimiento, discriminando los gastos por administración como costos de personal especializado, profesionales, técnicos, administrativos; costos de oficina del ejecutor de la construcción, campamentos, transportes (movilización y desmovilización de equipos para el proyecto); equipos de oficina para la operación (mobiliario, papelería, comunicaciones), equipos de control de calidad (laboratorios); impuestos, costos

financieros y garantías (pólizas) y los porcentajes para imprevistos y utilidad respectivamente.

- El Estructurador deberá soportar los precios unitarios propuestos por medio de al menos dos cotizaciones. Igualmente, el Contratista podrá proponer al Interventor la utilización de bases de datos de precios unitarios de reconocida aplicación en la región, con el fin de estimar los presupuestos de actividades complementarias tales como: relocalización de redes de servicios públicos, urbanismo y paisajismo. El Interventor aprobará previamente el uso de tales bases de datos; no obstante, en el evento de utilizarlas, el Contratista será el responsable de su revisión, validación y actualización (si es del caso) y ello no lo exonera de su responsabilidad en el sentido de utilizar precios unitarios confiables.

2.2.4 Presupuesto Consolidado

El presupuesto debe estar estructurado con base a los siguientes requisitos.

- Se dividirá en cuatro secciones básicas las cuales, a su vez, se desagregarán en subsecciones y estas en ítems (ver ejemplo en numeral 2.2.1)
- Sección 1: Obra Civil, incluyendo relocalización de redes de servicios públicos.
- Sección 2: Instalaciones y Equipos
- Sección 3: Material Rodante y adquisición de trenes
- Sección 4: Varios
    - Formulación e implementación de planes para los componente social y ambiental (PMA, PAMA, arqueología, entre otros).
    - Formulario e Implementación de Planes de Manejo de Tránsito
    - Gestión predial
    - Interventoría y Gerencia de Proyecto.
- Cada sección debe estar organizada en capítulos, subcapítulos e ítems.
- El presupuesto debe realizarse con base en la metodología BIM[1] y utilizando un programa o Software acorde con la magnitud e importancia del proyecto y que garantice su correcto funcionamiento y aplicación en el tema de obras, el cual debe desagregar los datos de entrada, supuestos y criterios adoptados.

[1] Del inglés Building Information Modeling

El presupuesto debe contener una hoja que resuma en grandes ítems el presupuesto total de inversión del proyecto; la hoja de Excel debe disponer de hipervínculos de componentes y capítulos.

- El Contratista debe entregar el presupuesto total consolidado, este debe incluir el plan de inversiones en el tiempo estimado de inversión, junto con la línea base de costo. Este flujo o "crono-capex" se presentará de manera mensualizada y anualizada, indicando las inversiones en CAPEX de acuerdo con el cronograma de obra y del proyecto en general, según se detalla en la especificación técnica "Programa de Obra y Flujo de Inversiones".
- El Estructurador Técnico deberá realizar, además del presupuesto estimado (línea base del costo), un análisis de la reserva de gestión del proyecto, partiendo del nivel de diseño de factibilidad desarrollado para cada uno de sus componentes. Este será uno de los insumos a considerar en el análisis de riesgos que se llevará a cabo en la estructuración integral del proyecto (técnica, legal y financiera).

3 RESULTADOS

3.1 Debida Diligencia

Como resultado de esta etapa el Estructurador Técnico debe presentar un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la elaboración de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

3.2 Factibilidad

El Estructurador Técnico debe entregar, como mínimo, lo siguiente:

- Memorias de cálculo

Cálculo de las cantidades de obra para cada una de las actividades de obra o ítems contenidas en el presupuesto, soportadas con esquemas y planos que indiquen y soporten dimensiones y despieces aproximados de cada ítem o actividad y respaldadas por el BIM.

- Análisis de precios unitarios
- Elaboración de presupuestos de obra o Matriz Presupuestal de Actividades de obra o Elaboración de los análisis de precios unitarios (APU):
    - Matriz de precios de materiales.
    - Matriz de jornales.

- Matriz de precios auxiliares (descompuesto o subanálisis).
- Matriz de precios de herramientas y equipos.
- Matriz de precios de Transportes de materiales (Insumos), de sobrantes y Escombreras oficiales que cumplan con la normatividad Ambiental y debidamente clasificados por tipo de material (lodos, pétreos, demoliciones, etc.)

- Detalle de la estimación y cálculos de otros componentes del presupuesto del proyecto:
  - Costos de elaboración de la ingeniería de detalle.
  - Formulación e Implementación de los Planes de Manejo Ambiental - PMA y Planes de Adaptación para la Gestión Ambiental – PAGA.
  - Formulación e Implementación del Plan de Gestión Social.
  - Formulación e implementación del Plan de Manejo Arqueológico.
  - Formulación e implementación de los Planes de Manejo de Tránsito.
  - Costos asociados con la obtención y gestión de permisos, consultas previas en sus diferentes fases (Certificación, coordinación, preconsulta, consulta, seguimiento), licencias, consultas y autorizaciones para el desarrollo del proyecto en su etapa de inversión, y las respectivas compensaciones a las que haya lugar.
  - Gestión y adquisición predial.
  - Costos de Interventoría.
  - Costos de Gerencia de Proyecto (PMO).

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA 27

PROGRAMACIÓN DE OBRA Y FLUJO DE INVERSIONES

Bogotá D.C., abril de 2021

CONTENIDO

1. OBJETIVO 3
2. ALCANCE 3
3. RESULTADOS 5

ET 27 – Programación de Obra y Flujo de Inversiones

1. OBJETIVO

El objetivo de este componente es disponer de un plan preliminar de ejecución (línea base de ejecución) y flujo de inversiones del proyecto (CAPEX), que permitan definir el plazo de ejecución del proyecto y dar insumos para la estructuración técnica, legal y financiera del proyecto.

2. ALCANCE

El Contratista debe elaborar el programa de obra, siguiendo una secuencia de implementación por frentes de obra, fabricación, montajes e hitos, según este lo defina, identificando la ruta crítica y holguras, que comprenda los distintos componentes del presupuesto, como por ejemplo: estudios y diseños definitivos de detalle (incluyendo tiempos de aprobaciones, trámites y licencias); obras civiles desagregando: reubicación de redes secas y húmedas, procesos constructivos, vías férreas, fundaciones, estructuras, estaciones, urbanismo, etc.; obras complementarias (intersecciones, infraestructura vial afectada, etc.); patio-taller, Puesto Central de Control; sistemas electromecánicos férreos (fabricación y montajes), material rodante (fabricación y transporte hasta la obra); pruebas individuales y de conjunto, capacitación y puesta en marcha; entre otros. El programa debe reflejar adecuadamente las interfases entre la obra civil y los diferentes sistemas férreos.

El programa debe realizarse con base en la metodología BIM[1] y utilizando un Software especializado (PDM[2]), acorde con la magnitud e importancia del proyecto y que garantice su correcto funcionamiento y aplicación en el tema de obras.

El programa debe acompañarse de una memoria descriptiva que incluya las hipótesis y criterios que sirvan para su elaboración, entre otros:

- Calendario del programa.

[1] Siglas en inglés Building Information Modeling
[2] Siglas en inglés Precedence Diagramming Method

- Desagregación del proyecto por niveles: Incluyendo actividades resumen e hitos.

- Hoja de recursos: Listado de recursos básicos requeridos para las actividades de la ruta crítica y/o rendimientos promedio de proyectos similares.

- Atributos de las actividades: duraciones estimadas, precedencias parciales o totales (vínculos).

En cuanto a las duraciones podrán considerarse diferentes métodos de estimación, dependiendo del nivel de información que se pueda obtener: En este sentido podrán realizarse estimaciones análogas (con datos históricos de actividades similares o proyectos similares); estimaciones paramétricas; estimaciones basadas en “juicio de expertos” o “técnicas grupales”.

En la estimación de las duraciones deben ser considerados y expresamente indicados, reservas de tiempo o “colchones de tiempo” para considerar incertidumbres tales como condiciones climáticas o geológicas adversas, demoras en obtención de permisos, etc. En estos casos se debe indicar el criterio utilizado (porcentaje de la duración estimada de la actividad involucrada, cantidad fija de días de trabajo y otros).

En cuanto a las precedencias deben considerarse, según el caso, las siguientes:

a) Obligatorias: Inherentes a la naturaleza del trabajo.

b) Discrecionales: A partir del conocimiento de las mejores prácticas dentro de un área específica del proyecto. El Contratista, partiendo de su experiencia, debe definir en cuales casos utilizará este tipo de precedencias.

c) Externas: tales como aprobaciones, permisos, trámites ante terceros.

d) Internas: principalmente asociadas a interfases técnicas y funcionales.

El programa debe estar fundamentado en un plan básico de ejecución de obras que considere los frentes de trabajo óptimos (ingeniería de detalle, preliminares, construcción de obras civiles, fabricación de equipos, suministros y componentes, montajes, pruebas, marcha blanca, puesta en marcha) rendimientos básicos de las actividades críticas y principales, los tipos de precedencias e interfaces, el condicionamiento externo de frentes de obra generados por otros proyectos que se adelanten simultáneamente en la ciudad. Considerando esto último, el Contratista debe

estudiar varias opciones o escenarios de ejecución del proyecto que busquen mitigar el impacto en la movilidad general de la ciudad, presentando las ventajas y desventajas de cada uno de estos escenarios y evaluando su impacto en la movilidad, en el plazo de obra y en el presupuesto del Proyecto (particularmente en los costos indirectos y en los reajustes de precios durante construcción).

El Contratista debe, concertar estos escenarios previo a su implementación, mediante el desarrollo de una mesa de trabajo que estará conformada por el Estructurador, la Interventoría y la EMB.

El programa de obra para los escenarios concertados debe ir acompañado de un flujo de inversiones mensual detallado de acuerdo con cada componente del presupuesto y los costos de inversión (CAPEX) elaborados por el Contratista.

3. RESULTADOS

Dentro de la "Programación de obra y flujo de inversiones", el Contratista debe entregar, como mínimo, lo siguiente:

- Memoria descriptiva incluyendo criterios, premisas, procesamiento de la información y resultados.
- Plan básico de ejecución y planteamiento de escenarios de ejecución del proyecto (indicando las premisas utilizadas).
- Programa de obra bajo los diferentes escenarios estudiados, incluyendo desagregación de las actividades principales de la obra civil y la fabricación de equipos y componentes, montajes, pruebas individuales y de conjunto, puesta en marcha, etc. Incluyendo la fase de diseño detallado con tiempos de aprobaciones, tramites, permisos y licencias.
- Ruta crítica de la ejecución del proyecto.
- Rendimientos básicos utilizados como referentes para determinar las duraciones de las actividades principales y críticas.
- Plan de inversiones (mensual detallado) para cada escenario de ejecución analizado.
- Comparación de escenarios, ventajas y desventajas e impacto en plazo y costo; así como valoración en impacto social.
- Soportes técnicos y anexos elaborados.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 28

COSTOS DE OPERACIÓN OPEX

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETIVO 3
2 NORMATIVIDAD APLICABLE 3
3 INSUMOS NECESARIOS 3
4 ALCANCE 4
4.1 DEBIDA DILIGENCIA 4
4.2 FACTIBILIDAD 4
4.2.1 Requerimientos generales 5
4.2.2 Requerimientos especiales 6
5 RESULTADOS 10
5.1 DEBIDA DILIGENCIA 10
5.2 FACTIBILIDAD 11

ET - 28 – Costos de Operación OPEX

1 OBJETIVO

Este producto tiene el propósito de definir los costos de operación y mantenimiento (OPEX) del CPTCV en función del modelo de explotación que se defina como parte de su estructuración técnica, legal y financiera, para la Línea 2 del Metro de Bogotá.

2 NORMATIVIDAD APLICABLE

Para el diseño del plan de operación de la línea 2 del Metro de Bogotá deben tomarse en cuenta todos los criterios aplicables a un sistema ferroviario de transporte urbano masivo de pasajeros que garanticen la seguridad de la circulación, el bienestar de los usuarios y la fiabilidad de las instalaciones.

El plan de operación en su conjunto debe tomar como referencia la experiencia internacional disponible en la actualidad en el mercado y el uso establecido por los operadores de metros, dentro del más adecuado nivel tecnológico, buscando la seguridad y confiabilidad del sistema y en concordancia con las últimas versiones de normas nacionales e internacionales.

3 INSUMOS NECESARIOS

Para el cálculo de los costes de operación y mantenimiento serán insumos necesarios a tener en cuenta entre otros los siguientes documentos:

- Documento de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá desarrollado bajo el siguiente objeto: *"Formulación, análisis y priorización de alternativas para la expansión del PLMB-T1, y elaborar los estudios y diseños a nivel de prefactibilidad de la alternativa seleccionada para la expansión de la PLMB-T1 y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá-Cundinamarca".*
- Estudio de material rodante y estimación de costos de operación y mantenimiento realizado para el diseño básico avanzado para la primera línea del metro en el marco del sistema integrado de transporte público – SITP – para la ciudad de Bogotá.
- Documento "*elaboración del estudio que compara alternativas de ejecución por tramos y tipologías de la Primera Línea de metro para la ciudad de Bogotá - PLMB, identificando y cuantificando ahorros que optimicen el beneficio*".
- Análisis OPEX durante los 50 años de vida del proyecto (2015). Metro Medellín

- Estudio de demanda desarrollado en el marco de este contrato para la Línea 2 del Metro de Bogotá
- Estudio operacional en el que se define el esquema de la línea 2 del Metro de Bogotá.
- Documentos o información que se produzcan durante la ejecución del mismo contrato y que complementen o sean insumo para la estimación de los costos de operación.

En cualquier caso, estos documentos serán considerados como referencia y los insumos necesarios no deben limitarse a los aquí descritos.

La gestión en la obtención de la información que se considere como necesaria para el desarrollo de las actividades descritas en este apéndice es responsabilidad del Contratista, la EMB podrá apoyar, en lo que esté a su alcance, dicha gestión; no obstante, cualquier inconveniente en este proceso no puede verse reflejado en el retraso de los productos y plazos establecidos.

4 ALCANCE

La información aquí descrita, engloba los requisitos y los componentes que se deben desarrollar para la estimación de costos de operación y mantenimiento de la línea 2 del Metro de Bogotá. Estos trabajos que se desarrollaran se encuentran enmarcados en dos etapas principales, la primera de un estudio de Debida Diligencia y el segundo de Factibilidad.

4.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe revisar, adaptar y completar la documentación existente relativa a los costos de operación y mantenimiento del sistema, obtenida durante el proceso de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá y que se desarrolló bajo el contrato para la *"Formulación, análisis y priorización de alternativas para la expansión del PLMB-T1, y elaborar los estudios y diseños a nivel de prefactibilidad de la alternativa seleccionada para la expansión de la PLMB-T1 y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá-Cundinamarca"*

4.2 FACTIBILIDAD

Con el producto obtenido, se espera que se pueda alimentar el modelo financiero del sistema y que un licitador posterior tenga claridad sobre los costos y los requisitos de operación y mantenimiento de la Línea 2 del Metro de Bogotá que debe cumplir en el desarrollo del proyecto.

El contratista dispondrá para la estimación de costos, el diseño operacional, de la Línea 2 del Metro de Bogotá, resultante del diseño básico de la misma. Éste hará referencia al servicio (horario), trenes (tipo de trenes y su gálibo, frecuencia de trenes, longitud de un tren y número de coches por tren, etc.), estaciones (distancia entre estaciones, longitud de la estación, ascensores y/o escaleras mecánicas, grado de automatización de la estación, etc.), vías (tipo de

fijación de la vía, ancho de vía, maniobras finales de línea, etc.), y otros sistemas y subsistemas de la técnica ferroviaria tales como: gestión RAMS, comunicaciones, suministro eléctrico, señalización y control de trenes, e igualmente consideraciones asociados a la integración operacional y tarifaria con otros modos de transporte existentes..

De acuerdo con la descripción funcional de la línea se procederá al dimensionamiento operativo de la misma.

De acuerdo con el Plan de Operación y el Plan de Mantenimiento, se deben estimar los costos de operación y mantenimiento, los cuales deben comprender los costos directos de las actividades o rubros sin los costos de inversión del sistema (que dependerán del esquema final de gestión) ni los costos financieros y las amortizaciones. Sin embargo, sí deben ser incluidos los costos de reposición de equipos y otros componentes del sistema que así lo requieran.

Dado que puede haber distintas alternativas operacionales y que estas muy probablemente no se concretarán hasta que la puesta en marcha del proyecto esté cerca, el Contratista debe proponer y analizar diferentes escenarios operacionales.

4.2.1 Requerimientos generales

La estimación del OPEX debe detallarse por cada área funcional (operación, mantenimiento, administrativo, de apoyo, etc.) y en una hoja de resumen de grandes ítems que resuma el presupuesto total de operación y mantenimiento del Proyecto. Igualmente, se debe discriminar por servicios de modo que se facilite la realización de análisis de sensibilidad y la toma de decisiones.

El archivo debe contener una hoja adicional llamada “crono-opex” en la cual se incluya de manera mensualizada y anualizada los costos de operación y las inversiones de mantenimiento para cumplir con los niveles de servicios establecidos en el plan de Operación y el Plan de Mantenimiento.

Es importante que estos costos de mantenimiento se estructuren en una matriz donde se involucren los Capítulos, Subcapítulos, ítems, debidamente valorados y cuantificados, con los índices de indexación respectivos al número de años en que se realizarán, con el fin de obtener costos reales y proyectados, que servirán para la estructuración total de la operación del Sistema.

El Contratista debe proponer, para aprobación de la Interventoría, las unidades de medida acordes con las especificaciones técnicas y el presupuesto se presentará en valores unitarios y en totales según las necesidades (personal, equipos, etc.) para operar y mantener el Proyecto.

Los precios de materiales, salarios, entre otros, deben corresponder a valores estimados correspondientes al año de estructuración, discriminando el IVA y otros impuestos aplicables, los

cuales deben ser consultados por el Contratista. Se deben relacionar las cantidades estimadas para ejecutar cada Ítem.

Cuando se estimen costos de consumibles para el operación y mantenimiento, repuestos, herramientas y equipos, que sean importados, se debe se debe incluir la previsión de costos de seguros, garantías, gravámenes, costos de nacionalización, homologaciones y los demás que apliquen.

Los precios de los materiales deben corresponder a valores en el sitio de colocación incluyendo todos los fletes, desagregados en costos de suministro y transporte según su origen con respecto a la obra.

El OPEX podrá presentarse en Dólares de los Estados Unidos y Pesos colombianos de un mismo año base, utilizando únicamente cifras o números enteros para los precios unitarios y subtotales por ítem. El costo del material importado se podrá calcular en Dólares, señalando el tipo de importación y justificación para su selección siguiendo los INCOTERMS 2020 (Términos de Comercio Internacional), mientras que las actividades susceptibles de realizarse con materiales, mano de obra y equipos disponibles en Colombia se representarán en Pesos Colombianos.

4.2.2 Requerimientos especiales

Para el cálculo de los costos de operación y mantenimiento deben ser insumos necesarios a tener en cuenta, entre otros, los siguientes documentos:

- Estudio actualizado de demanda.
- Plan de Operación, elaborado por el Contratista.
- Plan de Mantenimiento, elaborado por el Contratista.

Dentro de los rubros que se deriven de los resultados del POP y del PMP, el Contratista debe considerar, al menos, los aspectos indicados en los siguientes numerales.

4.2.2.1 Modelo Operativo

Una vez definido el trazado y el número de estaciones, y con la demanda calculada por el Contratista, el modelo operativo presentará dos variantes principales: conducción manual con los sistemas de seguridad (ATP y ATO) o conducción automática (UTO). En cada una de las variantes habrá diferentes escenarios en función de las distintas opciones tecnológicas y/o de gestión.

4.2.2.2 Personal De Operación

Como base de partida se tomará un servicio de 19 o 20 horas/día (p.ej.: de 5 am a 12 pm o 1 am. Las 4 o 5 horas que faltan para completar el día laboral se destinarán a la revisión y mantenimiento de las instalaciones fijas); las horas de trabajo anuales de un empleado de metro en Colombia se ajustará a las leyes Laborales Vigentes y se tomarán como referencia las horas de

trabajo anuales de los empleados del Metro de Medellín y los calculados para la operación de la Primera Línea de Metro de Bogotá en el documento Evaluación de los costos de operación y mantenimiento de 2023 hasta 2052 presentado por Consorcio MetroBog. Con esta hipótesis inicial se deben establecer datos estadísticos que permitan ajustar los costos en caso de que se ajusten los anteriores parámetros.

Todos los grupos de operación formarán un departamento de operación que estará apoyado por servicios auxiliares: control de personal, planificación y confección de horarios, gestión de la recaudación, etc.

Los grupos de operación se reúnen en las siguientes clases:

4.2.2.2.1 Mandos

Cada una de las actividades (conducción, estaciones, limpieza, seguridad) estará supervisada por mandos que tendrán como misión asegurar el cumplimiento de las actividades, atender posibles incidencias y adecuar los recursos a las necesidades del servicio. Cada actividad tendrá como mínimo un mando por turno. La coordinación será llevada a cabo por supervisores que tendrán a su cargo zonas formadas por grupos de estaciones.

4.2.2.2.2 Conductores

En el caso de conducción ATO los trenes circularán atendidos por un solo agente cuya función básica será el cierre de puertas en las estaciones. Se calculará el número de conductores en función del número de trenes y los horarios.

En conducción automática no existirá presencia de personal a bordo del tren o mantener un agente a bordo con funciones de seguridad y supervisión.

En ambos casos, en operaciones degradadas, será necesario que los trenes sean conducidos de forma manual por agentes a bordo, por lo que será necesario disponer de personal capacitado para la conducción de los trenes en todos los modos de explotación que se definan en el plan de operación de la Línea 2 del Metro de Bogotá.

4.2.2.3 Atención Al Cliente

La decisión sobre el grado de automatización de la venta influye directamente en el número de personas necesario y por lo tanto en los costos de operación. En cualquier caso, la supervisión de la estación requiere la presencia permanente de agentes.

La venta manual representa un alto porcentaje de ocupación de las personas fijas de la estación. Si se dispone de tarjetas multiviaje o tarjetas integradas con otros medios pueden utilizarse máquinas de venta automática. El número de máquinas que se instale, puede ser bien una ayuda para la venta manual en las horas punta, o bien eliminarla venta manual. La decisión sobre este

grado de automatización de la venta influye en el número de personas necesario y por lo tanto en los costes de operación.

Otro factor importante son las instalaciones de telemando de sistemas y de teleasistencia que pueden variar la necesidad de desplazamientos y el número de horas de atención de las instalaciones por los agentes.

En el caso base, se contemplará un número suficiente de personal de atención al cliente (3 por estación y turno) que permita la venta manual, máquinas automáticas y atención de incidencias. Se analizarán las variantes hasta la hipótesis de automatización total de trenes y estaciones (1 por turno y cada dos estaciones).

4.2.2.4 Limpieza

La limpieza de estaciones y trenes se considerará costo de operación o de mantenimiento.

Debe comprender dos equipos: uno para las labores generales de limpieza fuera de servicio (mantenimiento) y otro de intervención rápida para atender las incidencias durante las horas de servicio (operación). Los estándares de limpieza deben ser de una vez al día para los trenes y las estaciones.

Además, en los finales de línea durante la maniobra de retorno de los trenes se hará una inspección del tren para remover la basura o desechos dejados en los trenes, además de verificar el que no se hayan cometidos actos de vandalismo (rayones o ruptura de elementos al interior del tren). En caso de presentarse alguna situación de estas, el tren se retirará de circulación y será remplazado por otra unidad.

Se contemplarán dos escenarios: con personal propio del explotador o mediante subcontratistas.

4.2.2.5 Seguridad

El servicio de seguridad debe contribuir a la percepción de seguridad en todos los espacios de la línea: vestíbulos, accesos, andenes, trenes e instalaciones del explotador.

Puede ser un servicio con personal del explotador o subcontratado. Se dimensionará en función del número de personas de atención al cliente.

Dentro del equipo de seguridad existirá, también, un equipo de control de fraude compuesto por personas (preferentemente del explotador) que se organizarán en grupos para realizar tareas de control de viajeros.

4.2.2.6 Centro de Control Operacional

El diseño operativo del Centro de Control Operacional será función del sistema de gestión de la operación. Por sus características, funcionará ininterrumpidamente, para gestionar tanto la operación como las labores de mantenimiento en las instalaciones.

Debe diseñarse para que realice las funciones de: Sistema de Operación y Gestión en tiempo real de todas las instalaciones de la Línea 2 del Metro de Bogotá, Sistema de Control de Tráfico Centralizado, Sistema de Telecomunicaciones Fijas, Sistema de Comunicaciones Móviles, Telemando de Energía, Telemando de detectores auxiliares.

El centro de Control Operacional también dispondrá de personas para gestionar el servicio a clientes: sistema de megafonía y avisos al público, y control centralizado de seguridad.

El Centro de Control Operacional será dirigido por un equipo de supervisores (uno por turno).

Se evaluarán diferentes escenarios en función del grado de automatización de la operación.

4.2.2.7 Personal De Mantenimiento

La función de mantenimiento debe asegurar la máxima disponibilidad de las instalaciones y los equipos para la explotación normal de la línea. Además, debe adecuarse a los horarios de servicio para asegurar la seguridad del personal y del material durante la aplicación de los procedimientos de mantenimiento.

Las tendencias actuales en las grandes explotaciones ferroviarias (y de otras ramas industriales) consisten en la subcontratación a empresas especialistas de algunas tareas de mantenimiento.

4.2.2.7.1 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo debe garantizar la máxima disponibilidad de trenes y estaciones.

4.2.2.7.2 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo se encargará de la reparación de equipos de estaciones y trenes.

4.2.2.7.3 Mantenimiento Infraestructuras

El mantenimiento de infraestructuras se encargará de mantener la calidad del servicio reparando y modificando las instalaciones.

Se diseñará la organización de la plantilla de talleres que se encargará del mantenimiento de trenes. Una variante será la subcontratación al constructor (alargando las garantías).

Se dimensionarán los equipos de mantenimiento de equipos e instalaciones de estaciones y un equipo de mantenimiento de infraestructuras. Una variante será la subcontratación a contratistas.

Se debe tener en cuenta las restricciones de horario en los trabajos en vías y túneles. Los equipos de mantenimiento se ajustarán al programa de operaciones.

Todos los equipos formarán un departamento de mantenimiento.

4.2.2.7.4 Suministros

Se deben calcular aquellos suministros (fungibles, material de oficina, recambios y repuestos, etc.) que se utilizan en este tipo de explotaciones.

4.2.2.8 Energía

La energía es el segundo costo más importante después del de personal en una explotación ferroviaria. Existen dos grandes grupos de consumo: alta tensión para la circulación de trenes y baja tensión para suministro a estaciones, talleres y resto de dependencias.

Para el cálculo de los costos de energía en alta tensión se tendrá en cuenta la distribución de las subcentrales a lo largo de la línea potencia, la potencia de cada subcentral, los consumos en función del plan de explotación y las opciones de recuperación de energía del sistema.

Para el cálculo de los costos de energía en baja tensión se tendrá en cuenta la potencia a contratar y el consumo estimado para cada estación o grupo de estaciones, talleres y otras instalaciones del explotador.

En línea con lo establecido en la especificación técnica “Sistema de alimentación de energía eléctrica”, el Contratista debe estudiar diversas formas de suministro y compra de la energía de acuerdo con las circunstancias particulares de Colombia y las mejores condiciones para el Metro. Una vez conocidas las diferentes alternativas, se analizarán buscando la solución más interesante desde el punto de vista de implantación y coste del suministro.

5 RESULTADOS

5.1 DEBIDA DILIGENCIA

El Contratista debe presentar, como parte de la “Debida Diligencia de la Información”, un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

5.2 FACTIBILIDAD

El Contratista debe presentar un informe detallado del OPEX según los planes de operación y mantenimiento establecidos por este, incluyendo, al menos, los siguientes rubros:

OPERACIÓN DE LA LINEA Y PATIO-TALLER
Costos de Personal
Costos de Operación
OPERACIÓN DE ESTACIONES
Costos de Personal
Costos de Operación
GRUPO 1 - MATERIAL RODANTE
Costos de Personal
Costos de Mantenimiento
Costos de Aseo
GRUPO 2 - CBTC
Costos de Personal
Costos de Mantenimiento
GRUPO 3 - SCADA-TELECOM
Costos de Personal
Costos de Mantenimiento
GRUPO 4 - PDA - INFRA ESTACIONES
Costos de Personal
Costos de Mantenimiento
GRUPO 5 - PEAJE
Costos de Personal
Costos de Mantenimiento
GRUPO 6 - VÍA FÉRREA
Costos de Personal
Costos de Mantenimiento
GRUPO 7 - ENERGIA
Costos de Personal
Costos de Mantenimiento
GRUPO 8 - E&M
Costos de Personal
Costos de Mantenimiento

GRUPO 9 - PATIO - TALLER
Costos de Personal
Costos de Mantenimiento
Costos de Operación Patio-Taller
CONSUMO ENERGÍA
Costos de Consumo
Costos de Conexión
POLIZAS DE SEGURO
Costos de Operación
SOPORTE ADMINISTRATIVO
Costos de Personal
Costos Anexos
Costos de Operación

Asimismo, se presentarán, en forma de ratios, como mínimo con los siguientes indicadores:

- Viajeros/ km
- Viajeros. km / 1000 plazas km
- Empleados / km de red
- Empleados / estación
- Trenes. km totales / nº de coches
- Trenes. km totales / empleados totales
- Costos explotación/ empleado
- Costos explotación /coche.km total
- Costo total de personal/ empleados
- Costos totales/ tren km total
- Costos de explotación / horas totales tren
- Costos totales/ horas totales tren

El presupuesto debe realizarse con base en la metodología BIM[1] y utilizando un programa o software acorde con la magnitud e importancia del proyecto.

La hoja de cálculo en donde se presenten los componentes del OPEX debe incluir las variables macroeconómicas que se consideren, y se debe permitir su modificación con el fin de evaluar las posibles sensibilidades ante estas variables.

[1] Del inglés Building Information Modeling

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

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

Especificación Técnica - ET 29

EVALUACIÓN BENEFICIO COSTO

Bogotá D.C., abril de 2021

Contenido

1 OBJETIVO 3
2 INSUMOS NECESARIOS 3
3 ALCANCE 3
3.1 DEBIDA DILIGENCIA 4
3.2 FACTIBILIDAD 4
3.2.1 Recolección de información secundaria 4
3.2.2 Estimación de costos 4
3.2.3 Estimación de beneficios 5
3.2.4 Estimación de beneficios y costos adicionales 5
3.2.5 Escenarios 5
3.2.6 Análisis costo beneficio y definición de la contribución al bienestar social 5
4 RESULTADOS 6
4.1 DEBIDA DILIGENCIA 6
4.2 FACTIBILIDAD: EVALUACIÓN BENEFICIO COSTO 6

ET 29 – Evaluación Beneficio Costo

1 OBJETIVO

El objeto del presente documento consiste en definir las especificaciones y requerimientos que el contratista tendrá que cumplir para realizar la evaluación socioeconómica y análisis beneficio costo de la Línea 2 del metro de Bogotá.

2 INSUMOS NECESARIOS

Para el análisis beneficio costo el Estructurador deberá tener en cuenta, pero sin limitarse a los siguientes documentos:

- Documento de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá desarrollado bajo el siguiente objeto: *"Formulación, análisis y priorización de alternativas para la expansión del PLMB-T1, y elaborar los estudios y diseños a nivel de prefactibilidad de la alternativa seleccionada para la expansión de la PLMB-T1 y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá-Cundinamarca".*
- Evaluación socioeconómica para la Primera Línea del Metro de Bogotá.
- Producto del ET 01 - Estudio de demanda de la estructuración de la Línea 2 del Metro de Bogotá.
- Producto del ET 02 - Estudio operacional de la estructuración de la Línea 2 del Metro de Bogotá.
- Documentos o información que se produzcan durante la ejecución del contrato y que complementen o sean insumo para la evaluación beneficio costo.

En cualquier caso, estos documentos serán considerados como referencia y los insumos necesarios no deben limitarse a los aquí descritos.

La gestión en la obtención de la información que se considere como necesaria para el desarrollo de las actividades descritas en este apéndice es responsabilidad del contratista, la EMB podrá apoyar, en lo que esté a su alcance, dicha gestión; no obstante, cualquier inconveniente en este proceso no puede verse reflejado en el retraso de los productos y plazos establecidos.

3 ALCANCE

El contratista deberá revisar, adaptar y completar la evaluación beneficio costo, obtenida durante el proceso de prefactibilidad para la línea 2 del Metro de Bogotá y que se desarrolló bajo el

contrato para la *"Formulación, análisis y priorización de alternativas para la expansión del PLMB-T1, y elaborar los estudios y diseños a nivel de prefactibilidad de la alternativa seleccionada para la expansión de la PLMB-T1 y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá-Cundinamarca"*

El contratista tendrá la responsabilidad de interactuar con los demás componentes del estudio que puedan proporcionarle los insumos necesarios como costos y beneficios, el estudio de demanda, la estimación de costos de CAPEX y OPEX, entre otros.

3.1 DEBIDA DILIGENCIA

Se deben revisar todos los estudios técnicos que se hayan realizado con anterioridad que se consideren relevantes para la evaluación beneficio costo y, en general, todos aquellos estudios desarrollados hasta la fecha que tengan aplicabilidad. Para el efecto se debe realizar:

- La revisión y análisis de información de las etapas anteriores. El Contratista recibirá los estudios realizados a la fecha, y debe revisar y analizar los mismos, dado que éstos serán los insumos básicos con los que se contará para llevar a cabo el alcance de este documento.
- Durante este proceso, el Contratista debe revisar y analizar el nivel de desarrollo de evaluaciones beneficio costo de cara a la estructuración del proyecto.
- Identificar las posibles deficiencias en la información disponible, evaluar su impacto en la realización del estudio, y proponer, de ser necesarias, soluciones específicas para suplirlas.

3.2 FACTIBILIDAD

3.2.1 Recolección de información secundaria

El contratista deberá recopilar toda la información que considere relevante para la evaluación beneficio costo, como indicadores macroeconómicos, datos de accidentalidad, emisiones, entre otros.

3.2.2 Estimación de costos

Identificar y estimar los costos económicos (incluidos externalidades y costos sobre el medio ambiente) en los que incurre tanto el sector público como la sociedad en general, por cuenta del proyecto (en las alternativas planteadas).

Asimismo, se deben establecer los costos directos e indirectos en los que incurre la sociedad en cada una de las etapas previstas durante la vida útil del proyecto. Por ejemplo, en la etapa de inversión, como mínimo se debe incluir: el costo de las obras civiles (incluidos los movimientos de redes necesarios), sistemas y subsistemas electromecánicos, patios y talleres, material rodante principal y auxiliar, pruebas y puesta en marcha, predios, gestión socio ambiental durante

construcción, interventoría y asistencia técnica o Gerencia de proyecto; por su parte, en la etapa de operación, como mínimo se deben considerar los costos asociados directamente a la operación (personal, energía, seguros, seguridad, etc.) y costos de mantenimiento (personal, elementos consumibles y repuestos, aseo, etc.), además del personal administrativo requerido.

3.2.3 Estimación de beneficios

Se deben considerar las dos metodologías más utilizadas: costos evitados y disponibilidad a pagar. Esta actividad tiene como objetivo principal identificar y estimar los beneficios económicos generados para la sociedad en general, en términos de la mejora en el bienestar de la población. Estos beneficios deben incluir todos aquellos que puedan ser estimados por la metodología de costos evitados y como mínimo considerar los siguientes: ahorros en tiempos de viaje, reducción de emisiones y reducción de accidentes.

En cualquier caso, el total de los beneficios a incluir y la metodología a utilizar serán concertados con la EMB.

3.2.4 Estimación de beneficios y costos adicionales

El contratista podrá proponer una metodología para la estimación de beneficios y costos adicionales, si lo considera relevante para la evaluación BC del proyecto.

3.2.5 Escenarios

El Proyecto deberá evaluarse bajo 3 escenarios:

- Un escenario de proyecto de forma aislada
- Dos escenarios adicionales, en los cuales se incluyan proyectos complementarios de transporte público de Bogotá y la Región para analizar los beneficios y costos que se generan en conjunto.

Estos escenarios se evaluarán para dos horizontes de tiempo, inicio de operación y 2050.

3.2.6 Análisis costo beneficio y definición de la contribución al bienestar social

Presentar evidencia sobre la rentabilidad social de la Línea 2 del Metro de Bogotá y determinar el retorno social.

Para esto, se espera un análisis costo beneficio frente a la alternativa sin proyecto, estimando los indicadores de rentabilidad social (Valor Presente Neto Económico –VPNE-, Tasa Interna de Retorno Económica –TIRE- y Relación Beneficio Costo Económica –RBCE-, entre otros); a partir de la información recopilada y los resultados de las estimaciones en los numerales anteriores.

El análisis debe incluir un análisis de sensibilidad en el cual se deben tener en cuenta los principales riesgos del proyecto y estableciendo diferentes escenarios de variación de los costos

y de los beneficios con base a la probabilidad de ocurrencia de dichos riesgos. Asimismo, se requiere incluir un análisis de frontera para estimar los limites superiores para costos e inferiores para beneficios para mantener la rentabilidad mínima establecida para el proyecto.

4 RESULTADOS

4.1 DEBIDA DILIGENCIA

Como resultado de esta etapa el contratista debe presentar, en la "Debida Diligencia de la Información", un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la evaluación beneficio costo del proyecto, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

4.2 FACTIBILIDAD: EVALUACIÓN BENEFICIO COSTO

Se deberá entregar un informe con el análisis beneficio costo de la Línea 2 del Metro de Bogotá en el que se incluya todo lo descrito en los numerales anteriores y que contenga como mínimo lo siguiente:

- El resultado de los beneficios y los costos económicos identificados y valorados. Adicionalmente, se debe presentar una descripción detallada de las fuentes de información utilizadas, resumen detallado de la información común encontrada en las fuentes de información utilizadas, estadísticas descriptivas de la información encontrada, supuestos utilizados para realizar el cálculo y demás detalles explicativos de los resultados presentados.

Los resultados deben ir acompañados de la documentación de las bases de datos de la evaluación en los formatos utilizados para realizar las estimaciones; así como las programaciones desarrolladas; con lo que sea posible replicar los resultados encontrados.