DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

ACTA DE ACUERDO No. 13 PARA LA MODIFICACIÓN DE LA ESPECIFICACIÓN TÉNICA 24 TÚNEL Y 25 ESTACIONES, DEL CONTRATO INTERADMINISTRATIVO NO. 136 DE 2021 SUSCRITO ENTRE LA FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL S.A. Y LA EMPRESA METRO DE BOGOTÁ S.A.

Entre los suscritos, a saber:

(i) **FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL S.A.**, Sociedad de Economía Mixta de carácter financiero vinculada al Ministerio de Hacienda y Crédito Público, identificada con NIT 860.509.022-9, representada en este acto por **RAFAEL HERZ STENBERG**, mayor de edad, vecino de esta ciudad, identificado con la cédula de ciudadanía 79.370.341 expedida en Bogotá, quien actúa en calidad de representante legal suplente, entidad que en adelante se denominará **LA FINANCIERA** o **LA FDN**, por la otra parte,

(ii) **EMPRESA METRO DE BOGOTÁ S.A.**, sociedad por acciones del Orden Distrital, vinculada a la Secretaria Distrital de Movilidad, constituida el 15 de noviembre de 2016 en los términos del Acuerdo 642 de 2016, identificada con NIT 901.038.962-3, representada en este acto por **LEONIDAS NARVÁEZ MORALES**, mayor edad, vecino de esta ciudad, identificado con la cédula de ciudadanía No. 10.533.298, designado mediante el Decreto de Nombramiento No. 031 del 28 de enero de 2021 y el Acta de Posesión No. 029 del 28 de enero de 2021, y debidamente facultado mediante el Decreto Distrital 642 de 2016, entidad que para efectos del presente Contrato se denominará **LA EMB**, conjuntamente **LA EMB** y **LA FDN** se denominarán las "Partes".

Acordamos la suscripción de la presente Acta, con el propósito de aprobar modificaciones a los Anexos que hacen parte de los documentos que conforman el Contrato Interadministrativo No. 136 de 2021, en adelante **"El Contrato"**, previas las siguientes:

CONSIDERACIONES

1. Que entre las Partes se suscribió el Contrato Interadministrativo No. 136 de 2021, con el objeto de: *"Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legal, de riesgos, técnico y financiero (el "Proyecto")".*

2. Que, de acuerdo con la Cláusula Trigésima Novena, las "Especificaciones técnicas" del Contrato hacen parte de los documentos que conforman este último y se encuentran en el orden de prelación 2 respecto de su interpretación.

3. Que la Cláusula Cuadragésima – Anexos del Contrato, determina que hacen parte integral del mismo, los siguientes anexos:

   Anexo 1 – oferta de FDN
   Anexo 2 – Especificaciones del Servicio
      i. Apéndice 1 – Componente técnico
         1. Especificaciones técnicas (29)
      ii. Apéndice 2 – Componente legal
      iii. Apéndice 3 – Componente financiero
      iv. Apéndice 4 - Componente riesgos
   Anexo 3 – Procedimiento para la revisión y aprobación de entregables
   Anexo 4 – Protocolo conflicto de intereses – FDN

4. Que el parágrafo de la mencionada Cláusula Cuadragésima prevé que: *"Las Partes podrán de común acuerdo modificar los mencionados anexos en cualquier tiempo para lo cual no será*

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

necesario suscribir un otrosí, y bastará con la suscripción de nuevo anexo o del acta mediante la cual se apruebe el mismo entre las Partes".

5. Que el numeral 5.2 *FACTIBILIDAD: PROYECTO DE TUNEL,* de la Especificación Técnica ET24 *PROYECTO DE TÚNEL*, prevé que el contratista debe entregar, entre otros, lo siguiente:
    - *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.*

6. Que el numeral 4.2.1.2 *CRITERIOS DE SEGURIDAD DE LOS USUARIOS,* de la Especificación Técnica ET25 *ESTACIONES Y EDIFICIOS*, determina entre otras, que:
    - *Las estaciones deben cumplir con el Titulo K de la Norma NSR-10 – "Requisitos complementarios".*

7. Que en octubre de 2019, como parte del proceso de estructuración de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB), la FDN realizó la siguiente consulta a la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes (la "Comisión"): "*En caso que el Título K de la NSR-10 no se aplique para estaciones de un metro pesado, ¿se considera que los diseños deben ajustarse a la norma internacional que se aplique en proyectos de este tipo a nivel mundial?*".

   Sobre el particular, la Comisión, mediante comunicación de octubre de 2019 respondió: *"Es correcto que* ***los diseños deben ajustarse a la norma internacional que aplique en proyectos de este tipo a nivel mundial,*** *que incluyan aspectos como manejo de gran cantidad de personas, tiempos de espera, manejo de humos, manejo de sustancias peligrosas entre otras y a su vez se debe garantizar su funcionalidad continua."*

8. Que la respuesta de la Comisión permite establecer que, para el diseño de los aspectos de evacuación de las estaciones de sistemas de metros férreos pueden utilizarse normas internacionales de aplicación en otros proyectos similares al no estar dentro del alcance del reglamento NSR-10. En este sentido, la norma a aplicar para tales efectos debe ser la NFPA 130 (Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems), norma de uso amplio y continuo en sistemas metroferroviarios alrededor del mundo.

9. Que en sesión del Comité de Técnico del Contrato que tuvo lugar el 9 de junio de 2022, la EMB y la FDN acordamos:
    - Modificar el numeral 5.2 de la ET24 del Contrato Interadministrativo, excluyendo la entrega de las especificaciones técnicas relacionadas en el considerando 5 anterior, debido a que dicha obligación corresponde al entregable 22.
    - Modificar el numeral 4.2.1.2 de la ET 25 del Contrato Interadministrativo, en el sentido de establecer que la norma que deben cumplir las estaciones en lo que se refiere a los sistemas de evacuación es la NFPA130-2017, tal y como se detalla en el concepto de la Comisión que se adjunta a la presente acta.

10. Que dadas las consideraciones anteriores, las Partes consideran conveniente reemplazar en su integridad el ET24 – *PROYECTO DE TÚNEL* y el ET25 – *ESTACIONES Y EDIFICIOS* del Anexo 2 – Especificaciones Generales del Servicio del Contrato Interadministrativo No. 136 de 2021.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

ACTA DE ACUERDO No. 13 PARA LA MODIFICACIÓN DE LA ESPECIFICACIÓN TÉNICA 24 TÚNEL Y 25 ESTACIONES, DEL CONTRATO INTERADMINISTRATIVO NO. 136 DE 2021 SUSCRITO ENTRE LA FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL S.A. Y LA EMPRESA METRO DE BOGOTÁ S.A.

De acuerdo con lo expuesto, las Partes,

ACUERDAN

PRIMERO: Modificar el numeral 5.2 de la ET24 del Contrato Interadministrativo, excluyendo la entrega de las siguientes especificaciones técnicas

- *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.*

Debido a que dicha obligación corresponde al entregable 22 del Contrato Interadministrativo en lo descrito en el Apéndice 1 Componente Técnico:

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

SEGUNDO: Modificar el numeral 4.2.1.2 de la ET 25 del Contrato Interadministrativo, en el sentido de establecer que la norma que deben cumplir las estaciones es la NFPA130-2017, tal y como se detalla en el concepto adjunto a la presente acta.

TERCERO: Para formalizar las modificaciones enunciadas en los acuerdos Primero y Segundo de la presente acta, se suscriben nuevamente las ET24 – PROYECTO DE TÚNEL y ET25 – ESTACIONES Y EDIFICIOS del Anexo 2 – Especificaciones generales del servicio, las cuales reemplazan en su integridad las versiones anteriores de las mismas.

CUARTO: La FDN se obliga a presentar a la EMB, dentro de los diez (10) días siguientes a la suscripción de la presente Acta, los certificados de conocimiento de las aseguradoras, en virtud de las previsiones de la Cláusula Vigésima del Contrato.

QUINTO: La presente Acta se perfecciona con su suscripción, los demás términos y condiciones del Contrato Interadministrativo No. 136 de 2021 continúan vigentes.

Se firma en la ciudad de Bogotá D.C. el 8 del mes de julio de 2022.

JOSE LEONIDAS NARVAEZ MORALES
Firmado digitalmente por JOSE LEONIDAS NARVAEZ MORALES

DocuSigned by:
Rafael Herz
7E007641F43243E...

RAFAEL HERZ STENBERG
Representante Legal Suplente
FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL S.A.

LEONIDAS NARVÁEZ MORALES
Gerente General
EMPRESA METRO DE BOGOTÁ S.A.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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
Modificación 1

PROYECTO DE TÚNEL

Bogotá D.C., julio de 2022

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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 10
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 13
4.2.9 Extinción de incendios 13
4.2.10 Análisis de subsidencias y afección a edificios/estructuras 13
4.2.11 Ventilación 14
4.2.12 Iluminación 17
4.2.13 Cámaras televisión 17
4.2.14 Comunicaciones 18
4.2.15 Opacímetros 18
4.2.16 Señalización de Emergencia 18
4.2.17 Bombeo 18
4.2.18 Salidas de emergencia 19
4.2.19 Situaciones provisionales 19
5 RESULTADOS 20
5.1 DEBIDA DILIGENCIA 20
5.2 FACTIBILIDAD: PROYECTO DE TÚNEL 20

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

- 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:

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

- 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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

(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

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

- **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

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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)

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

- 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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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”)

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

- Demás documentos y anexos a que se hace referencia en el numeral 4.2 de la presente especiación técnica.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Modificación 1

ET – 25: ESTACIONES Y EDIFICIOS

BOGOTÁ D.C., JULIO DE 2022

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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. Se exceptúa su aplicabilidad en lo referente a “Criterios de seguridad de los usuarios”
- 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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

- 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

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

- 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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

- **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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

- 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 la norma NFPA 130 – 2017..

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

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

- 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

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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,

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

El Contratista, de común acuerdo con el Interventor, el Estructurador y la EMB, deben establecer mesas de trabajo periódicas en donde se presentará el avance sobre los productos adelantados y se establecerán unas entregas parciales para revisar el estado de avance de la ejecución del producto.

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

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

		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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

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 el estudio de movilidad de usuarios para concepto técnico de la SDM, previo aval de la EMB y de la Interventoría.

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

MOVIUS
U.T. MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

CARRERA 6 Nº 30A-30
PBX: +57 1 323 8050 - FAX: +57 1 288 4531
NIT. 900.206.480-2
info@ingetec.com.co
BOGOTA D.C. – COLOMBIA

Bogotá D.C., 24 de Junio de 2022

Ingeniero
Juan Camilo Pantoja Vela (jpantoja@fdn.com.co)
FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL - FDN
Carrera 7 # 71 - 52; Torre B, Piso 6
Bogotá D.C.;

Referencia: CONTRATO 56/2021 - SERVICIOS DE ASESORÍA ESPECIALIZADA EN LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO PARA EL ACOMPAÑAMIENTO A LA FDN EN LA ESTRUCTURACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ.

Asunto: Aplicabilidad de la NSR 10 para la L2MB

Respetado Ingeniero:

En atención a nuestro compromiso a continuación se remite el concepto solicitado sobre la aplicabilidad de la NSR 10 para la L2MB:

1. Consideraciones sobre la NSR 10

Los parámetros que regulan las acciones urbanísticas sobre la infraestructura, como el caso de infraestructura de transporte (Sistema Metro, Sistema Integrado de Transporte Público – SITP, BRT) en particular la L2MB y sus impactos urbanos, son una materia que se reglamenta en el POT y en los instrumentos que lo desarrollan y que se constituyen en determinantes de superior jerarquía en los términos de la Ley 388 de 1997. En el caso particular del desarrollo de las infraestructuras es pertinente señalar que se deben consultar las normas respecto de construcción de infraestructuras como las contenidas en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR 10, y su aplicabilidad para garantizar el desarrollo de la infraestructura en el país.

En el numeral A.1.2.4 - Excepciones, el Reglamento de construcciones sismorresistentes, NSR-10 indica que no se aplica a:

"*A.1.2.4.1 — El diseño y construcción de estructuras especiales tales como puentes, torres de transmisión, torres y equipos industriales, muelles, estructuras hidráulicas y todas aquellas construcciones diferentes de edificaciones.*"

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

MOVIUS
U.T. MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

CARRERA 6 Nº 30A-30
PBX: +57 1 323 8050 - FAX: +57 1 288 4531
NIT. 900.206.480-2
info@ingetec.com.co
BOGOTA D.C. – COLOMBIA

Adicionalmente el mencionado numeral indica que la NSR-10 es aplicable a edificaciones y define estas últimas como "*construcciones cuyo uso primordial es la habitación u ocupación por seres humanos*".

Bajo estas dos consideraciones generales, las estaciones subterráneas de la Linea 2 del Metro de Bogotá (L2MB) cumplen el uso de "ocupación por seres humanos" de la definición de edificaciones. Respecto a la caracterización de estructuras especiales del subnumeral A.1.2.4.1 de la NSR-10, la mención a construcciones diferentes de edificaciones podría no aplicar a las estaciones subterráneas de la L"MB ya que podría considerarse dentro del término general de edificaciones.

2. <u>Consultas de la FDN a la Comisión Asesora Permanente de la Norma NSR-10</u>

En octubre de 2019, como parte del proceso de estructuración de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB), ante la consulta formal que realizó la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) a la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, en adelante, la Comisión, sobre la pregunta "*¿El Título K de la NSR-10 fue concebido para edificios con algún uso específico de ocupación, como vivienda, comercio, industrial, institucional?"*, la Comisión respondió lo siguiente:

"*El Reglamento NSR-10 como se indica en el numeral A.1.1 está contemplado para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones en el territorio de la República de Colombia definiendo criterios y requisitos mínimos. Entendiendo una edificación según el Capítulo A.13 como una construcción cuyo uso primordial es la habitación u ocupación por seres humanos. Teniendo en cuenta además que el sistema de metro pesado incluye construcciones como edificaciones, puentes, túneles se deben coordinar las consideraciones técnicas para establecer no sólo aspectos de evacuación, protección contra incendios, sino también los criterios sísmicos de diseño de periodos de retorno y los niveles de amenaza sísmica para garantizar su funcionalidad continua.*"

Se preguntó, además, directamente por la aplicabilidad específica del Título K para el diseño de las estaciones de un sistema de transporte férreo de pasajeros tipo metro pesado, ante lo cual la Comisión manifestó:

"*Se considera que las estaciones en el "sistema de metro pesado"* ***incluyen una serie de construcciones como puentes, túneles y demás estructuras que se salen del alcance del Reglamento NSR-10 y estarían dentro de las excepciones del numeral A.1.2.4.***

Los Títulos J y K del Reglamento NSR-10 están orientados para la evacuación en caso de incendio; ***en el caso de un sistema de metro pesado se deben contemplar otros elementos de movilidad de personas que se salen del alcance de esta norma.***" (Negrita fuera de texto)

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

MOVIUS
U.T. MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

CARRERA 6 Nº 30A-30
PBX: +57 1 323 8050 - FAX: +57 1 288 4531
NIT. 900.206.480-2
info@ingetec.com.co
BOGOTA D.C. – COLOMBIA

Sobre esta afirmación de la Comisión, se indica específicamente que las estaciones en el sistema de metro pesado, al incluir túneles, se salen del alcance del Reglamento NSR-10. Adicionalmente la Comisión expresó que las estaciones de un sistema de metro pesado deben contemplar otros elementos de movilidad que no se enmarcan en el alcance del reglamento en lo referente a la evacuación en caso de incendio que cubren los Títulos J y K de este.

En último término, LA FDN en su consulta a la Comisión preguntó: "*En caso que el Título K de la NSR-10 no se aplique para estaciones de un metro pesado, ¿se considera que los diseños deben ajustarse a la norma internacional que se aplique en proyectos de este tipo a nivel mundial?*". ante lo cual la Comisión respondió:

"Es correcto que ***los diseños deben ajustarse a la norma internacional que aplique en proyectos de este tipo a nivel mundial,*** *que incluyan aspectos como manejo de gran cantidad de personas, tiempos de espera, manejo de humos, manejo de sustancias peligrosas entre otras y a su vez se debe garantizar su funcionalidad continua."*

Esta última respuesta permite establecer que, para el diseño de los aspectos de evacuación de las estaciones de sistemas de metros férreos, puedan utilizarse normas internacionales de aplicación en otros proyectos similares saliéndose del alcance del reglamento NSR-10. En este sentido, la norma a aplicar debe ser la NFPA 130 (Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems), norma de uso amplio y continuo en sistemas metroferroviarios alrededor del mundo.

3. **Conclusiones**

- La interpretación literal de las excepciones del numeral A.1.2.4 del Reglamento NSR-10 hace mención a construcciones diferentes a edificaciones y solo excluye directamente a estructuras especiales como puentes. Por tanto, de esta interpretación no se podría concluir que la NSR-10 no aplica a las estaciones de la L2MB. Incluso sobre la definición genérica de edificaciones, las estaciones podrían calificarse así debido a que son *construcciones cuyo uso primordial es la ocupación por seres humanos*".
- La respuesta de la Comisión indica que las estaciones de un sistema de metro pesado al incluir una serie de construcciones como puentes, **túneles** y demás estructuras que se salen del alcance del Reglamento NSR-10 y, por lo tanto, estarían dentro de las excepciones del numeral A.1.2.4."
  La Comisión, al extender la explicación del término "construcciones especiales" y considerar que las estaciones pueden incluir los túneles que conectan y atraviesan las estaciones de la L2MB, indica la excepción al Reglamento.
- La aplicabilidad directa de los Títulos J y K para estaciones tipo metro pesado se expresa por parte de la Comisión que no está dentro del alcance del Reglamento debido a la necesidad de incluir otros elementos de la movilidad de pasajeros que no atienden estos títulos. Adicionalmente la Comisión expresa directamente que

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

MOVIUS
U.T. MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

CARRERA 6 Nº 30A-30
PBX: +57 1 323 8050 - FAX: +57 1 288 4531
NIT. 900.206.480-2
info@ingetec.com.co
BOGOTA D.C. – COLOMBIA

los diseños "*deben ajustarse a la norma internacional que aplique en proyectos de este tipo a nivel mundial, que incluyan aspectos como manejo de gran cantidad de personas, tiempos de espera, manejo de humos….".* En este sentido, la norma a aplicar debe ser la NFPA 130 (Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems), norma de amplio uso en sistemas metroferroviarios alrededor del mundo.

- De nuevo debe señalarse que la infraestructura de transporte corresponde a la Nación y a las entidades territoriales, de acuerdo con el artículo 19 de la Ley 105 de 1993 y que las acciones urbanísticas le corresponden a las autoridades distritales para los casos de dirección y ejecución de obras de infraestructura públicas, según el artículo 8 de la Ley 388 de 1997. Así las cosas, el artículo **2.2.6.1.1.11.** del **Decreto 1077 de 2015** ha previsto que la ejecución de los propios proyectos de infraestructura de la red vial nacional, regional, departamental y/o municipal no requerirán licencias urbanísticas de construcción, pero deben observar las condiciones de diseño técnico que permitan dar cumplimiento a las obligaciones de seguridad en términos de su estructura (cimentaciones, comportamiento estructural, sistemas de evacuación de incendios)

Cordialmente,

Juan Manuel Martínez Paz
Director General de Estructuración

CC: Juan Camilo Pantoja – Gerente de Estructuración – jpantoja@fdn.com.co
Josué Castaño – Director de Estructuración - jcastano@fdn.com.co
correspondencia@fdn.com.co

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES
(Creada por la Ley 400 de 1997)

La vivienda y el agua son de todos | Minvivienda

CAP-1055-2019

Bogotá, octubre de 2019

SEÑOR
DIEGO SÁNCHEZ FONSECA
FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL - FDN
PROYECTO PRIMERA LINEA DEL METRO DE BOGOTÁ
Carrera 7 No. 71-52 Torre B – Piso 6
Bogotá D.C.

Referencia: Consulta Título K Metro de Bogotá
Rad: 20193100015131

Respetado Señor,

En respuesta a la consulta enviada por usted les informamos que ya se ha tenido respuesta oficial por parte de la Comisión.

Por ello, le informamos que la respuesta emitida, de igual forma la encontrará reflejada en el Acta No.157 de la Comisión, la cual podrá descargar directamente de la página web de la Asociación Colombiana de Ingeniería sísmica - AIS, en el siguiente enlace:

http://www.asosismica.org.co/comision-asesora-permanente/actas-de-la-comision/

Nos permitimos transcribir aparte del Acta No. 157 de la Comisión:

Se recibió consulta del Señor**, DIEGO SÁNCHEZ FONSECA.,** Gerente de estructuración del PROYECTO PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ, quien solicita aclaración respecto del título K, para estructuras de estaciones de metro.

Pregunta a la Comisión:

1. ¿El Título K de la NSR-10 fue concebido para edificios con algún uso específico de ocupación, como vivienda, comercio, industrial, institucional?

2. ¿se consideró que los diseños de las estaciones de un sistema de metro pesado, fuera cubierto por este Título de la Norma NSR-10?

3. En caso que el Título K de la NSR-10 no se aplique para estaciones de un metro pesado, ¿se considera que los diseños deben ajustarse a la norma internacional que se aplique en proyectos de este tipo a nivel mundial?

Respuesta de la Comisión:

1. El Reglamento NSR-10 como se indica en el numeral A.1.1 está contemplado para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones en el territorio de la República de Colombia

DocuSign Envelope ID: 700094F9-4ECD-4766-9B9F-FD8324D67D3D

definiendo criterios y requisitos mínimos. Entendiendo una edificación según el Capítulo A.13 como una construcción cuyo uso primordial es la habitación u ocupación por seres humanos. Teniendo en cuenta además que el sistema de metro pesado incluye construcciones como edificaciones, puentes, túneles se deben coordinar las consideraciones técnicas para establecer no sólo aspectos de evacuación, protección contra incendios, sino también los criterios sísmicos de diseño de periodos de retorno y los niveles de amenaza sísmica para garantizar su funcionalidad continua.

2. Se considera que las estaciones en el "sistema de metro pesado" incluyen una serie de construcciones como puentes, túneles y demás estructuras que se salen del alcance del Reglamento NSR-10 y estarían dentro de las excepciones del numeral A.1.2.4.

   Los Títulos J y K del Reglamento NSR-10 están orientados para la evacuación en caso de incendio; en el caso de un sistema de metro pesado se deben contemplar otros elementos de movilidad de personas que se salen del alcance de esta norma.

3. Es correcto que los diseños deben ajustarse a la norma internacional que aplique en proyectos de este tipo a nivel mundial, que incluyan aspectos como manejo de gran cantidad de personas, tiempos de espera, manejo de humos, manejo de sustancias peligrosas entre otras y a su vez se debe garantizar su funcionalidad continua.

Cordialmente,

Firmado digitalmente por Eduardo Castell Ruano
Nombre de reconocimiento (DN): cn=Eduardo Castell Ruano, o=AIS, ou, email=presidencia@asosismica.org.co, c=CO

EDUARDO CASTELL RUANO
Presidente AIS
Secretario de la Comisión