



ANEXO I - TÉCNICO

ETAPA DE FACTIBILIDAD EN PROYECTOS FERROVIARIOS

Contenido

ESTUDIOS Y DISEÑOS	6
BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	6
COEXISTENCIA CON CORREDOR DE CARGA	7
NORMATIVIDAD APLICABLE	9
1. DIAGNÓSTICO Y LÍNEA BASE DEL CORREDOR FÉRREO	10
1.1 TRÁNSITO, TRANSPORTE Y MOVILIDAD	11
1.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	16
1.3 HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA Y SOCAVACIÓN	18
1.4 TOPOGRAFÍA Y ALINEAMIENTO GEOMÉTRICO DE LA VÍA	21
1.5 INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA Y PLATAFORMA	25
CALIDAD DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA	25
DIAGNÓSTICO Y APROVECHAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y LA SUPERESTRUCTURA DE VÍA EXISTENTE	26
1.6 ESTUDIO AMBIENTAL	30
ÁREA AMBIENTAL - ALCANCE GENERAL.....	30
ÁREA AMBIENTAL - ALCANCE ESPECÍFICO.....	31
IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SENSIBLES	34
IMPACTOS SOBRE EL PATRIMONIO Y ARQUEOLOGÍA	34
OCUPACIÓN DE SUELO	34
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	34
1.7 ESTUDIO PREDIAL.....	36
REVISIÓN, ACTUALIZACIÓN Y RETROALIMENTACIÓN FÍSICA DE LA VÍA EXISTENTE.....	37
REVISIÓN, ACTUALIZACIÓN Y RETROALIMENTACIÓN JURÍDICA DE LA VÍA EXISTENTE.....	39



British Embassy
Colombia



1.8	PUENTES, PONTONES Y VIADUCTOS.....	41
1.9	INVENTARIO DE LA RELOCALIZACIÓN DE REDES DE SERVICIOS (INCLUYENDO OLEODUCTO Y POLIDUCTO)	42
	DIAGNÓSTICO DE INTERFERENCIA CON REDES	43
	PROCEDIMIENTO PARA EL ESTUDIO DE REDES DE SERVICIOS	44
1.10	ESTACIONES, EDIFICACIONES E INSERCIÓN URBANA.....	46
	ASPECTOS GENERALES, LOCALIZACIÓN TRAZADO E IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	47
	ANÁLISIS AFECTACIONES Y ESPACIO PÚBLICO	48
	DINÁMICAS INTERMUNICIPALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	49
	IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE NODOS URBANOS EXISTENTES O POTENCIALES POR LA IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO.....	49
	AMBIENTE Y ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL.....	52
2.	ESTRUCTURACION TÉCNICA.....	52
2.1	TRÁNSITO, TRANSPORTE Y MOVILIDAD	52
2.2	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	55
	ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN.	57
	OPERACIONES FERROVIARIAS	58
	MODELO OPERACIONAL.....	58
	GESTIÓN RAMS	59
2.3	MATERIAL RODANTE Y EQUIPOS DE VIA.....	61
	DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL VEHÍCULO	62
	DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES DE CARGA.....	63
	CONFORT Y COMPORTAMIENTO DINAMICO	63
	RUIDO Y VIBRACIONES	64
	FIABILIDAD, DISPONIBILIDAD, MANTENIBILIDAD Y SEGURIDAD	64
	IMAGEN EXTERIOR E INTERIOR DEL VEHÍCULO	64
	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO.....	65
	SELECCIÓN DE UNIDADES DE MATERIAL RODANTE	69



INTERRELACIÓN DEL MATERIAL RODANTE Y LA INFRAESTRUCTURA	69
2.4 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	70
PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.....	71
DISEÑO GEOTÉCNICO PARA OBRAS PUNTUALES O EDIFICACIONES	71
DISEÑO DE TALUDES, OBRAS DE ESTABILIZACIÓN Y CONTENCIÓN.....	71
DISEÑO GEOTÉCNICO PARA EL CORREDOR FÉRREO	72
FUENTES DE MATERIALES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES.....	72
2.5 HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA Y SOCAVACIÓN	73
2.6 INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA Y PLATAFORMA.	74
DISEÑO GEOMÉTRICO CONCEPTUAL.....	74
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA	75
DISEÑO DE LA VÍA FERREA	80
2.7 ESTUDIO AMBIENTAL	88
ELABORACIÓN DEL COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE UTILIZARÁ EN LA ESTRUCTURACION Y QUE PERMITA SELECCIONAR LA MEJOR ALTERNATIVA. ..	88
LINEAMIENTOS AMBIENTALES	89
ATENUACIÓN DE RUIDOS Y VIBRACIONES.....	89
IDENTIFICACIÓN DE OTROS ELEMENTOS CLAVES A SER CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) Y DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECOMENDACIONES:	90
ESTIMACIÓN Y PROGRAMACIÓN PARA LA REALIZACIÓN FUTURA DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA):	90
2.8 ESTUDIO PREDIAL.....	90
2.9 PUENTES, PONTONES Y VIADUCTOS.....	91
PUENTES NUEVOS	91
2.10 DISEÑO DE LA RELOCALIZACIÓN DE REDES DE SERVICIOS (INCLUYENDO OLEODUCTO Y POLIDUCTO).....	94
2.11 ESTACIONES, EDIFICACIONES E INSERCIÓN URBANA.....	95
ESTACIONES Y EDIFICACIONES - DISEÑO FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICO	95
INSERCIÓN URBANA.....	101



British Embassy
Colombia



DISEÑO URBANO DEL CORREDOR	102
DISEÑO DE PAISAJISMO DEL CORREDOR	103
2.12 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA – LÍNEA AÉREA DE CONTACTO (CATENARIA)	103
2.13 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN, SEGURIDAD, SEÑALIZACIÓN Y CONTROL DE TRENES.....	104
SISTEMAS DE COMUNICACIONES PARA EL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN	104
RED DE TRANSMISIÓN VOZ Y DATOS	106
SISTEMA DE TELEFONÍA	108
SISTEMA DE MEGAFONÍA	109
SISTEMA DE INFORMACIÓN AL VIAJERO	110
SISTEMA DE CRONOMETRÍA	114
HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO	115
PUESTO DE CONTROL CENTRAL OPERACIONAL - PCO	115
TALLERES, COCHERAS, CENTRO DE CONTROL DE TRAFICO, PATIOS.	124
2.14 SISTEMA DE RECAUDO	125
3. ACTIVIDADES DE LA FASE IV ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL.....	126
3.1 PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN (INTEGRAL)	126
3.2 DETERMINACIÓN DEL CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN (INTEGRAL)	129



British Embassy
Colombia



APÉNDICE TÉCNICO PARA LA ETAPA DE FACTIBILIDAD EN PROYECTOS FERROVIARIOS

El objetivo de la presente Consultoría es desarrollar los estudios de factibilidad (técnica, legal, financiero y social) para un tren de pasajeros y carga entre Bogotá – Zipaquirá. El inicio del corredor objeto del estudio se ubica en el Km 5 del actual corredor férreo en cercanías al Centro Comercial Gran Estación (Calle 26) de Bogotá y transcurre en el sentido norte por la Avenida Novena hasta llegar a la estación La Caro; en este lugar se desvía para continuar hacia Chía, Cajicá y Zipaquirá, en donde termina en el abscisado Km 53.

Por su parte, el presente Anexo Técnico está basado en los documentos preparados por la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) para desarrollar estudios de factibilidad de proyectos ferroviarios. Asimismo, contiene las exigencias generales que deben cumplir los estudios y diseños a ser desarrollados en la etapa de factibilidad, con el fin de generar la información suficiente para determinar la viabilidad técnica, legal y financiera de la implementación del proyecto férreo para el corredor Bogotá Km 05 - Zipaquirá, a través de uno de los mecanismos establecidos en la normatividad sobre la materia.

El proyecto pretende proporcionar los insumos suficientes para que el proyecto logre la fase de factibilidad del actual corredor ferroviario del Norte, con el objetivo de desarrollar un proyecto de transporte férreo en el corredor existente, que atienda la demanda de pasajeros y carga entre Bogotá y los municipios cercanos de Chía, Cajicá y Zipaquirá; se tendrá en cuenta las terminales en la capital y Zipaquirá y estaciones adicionales y que provisionalmente se han previsto en cuatro sitios de Bogotá (Calle 26, Calle 78, Calle 114 y Calle 184). En principio, únicamente la terminal de la calle 26, la estación de la NQS en la calle 78, tendrían conexión con TransMilenio directamente; en Chía, Cajicá y Zipaquirá, se implementará un sistema de alimentadores y conexiones sub-regionales (con autobuses), para atender la demanda local de los municipios del área de influencia. Sin embargo, el Proyecto deberá determinar las áreas seleccionadas para la implementación de futuras estaciones.

El proyecto férreo básico principal no contempla (en principio) la integración directa con el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) de Bogotá, ni se diseña como transporte urbano, pero las especificaciones de la red y del sistema propuesto permitirán que se pueda integrar en un futuro con el resto de la red del sistema de movilidad del área de estudio.

De manera informativa, la alternativa opcional (solo para evaluar en detalle en etapa de factibilidad), contempla la integración con el sistema urbano de Bogotá. Incluye tentativamente algunas intersecciones a desnivel sobre vías o avenidas principales y 15 estaciones en las calles: 26, 63, 68, 76, 92 (Virrey), 98 (o calle 100), 114, 127, 134 153, 170 y 184; más las estaciones suburbanas en Chía, Cajicá y Zipaquirá. También se incluye un esquema preliminar para la operación de un tren de carga desde La Caro hasta el Km 5, que solo se evaluaría en detalle en esta etapa de factibilidad.

Teniendo en cuenta que el tramo La Caro – Km 05 permite que los trenes de carga que circulan desde Belencito y Sogamoso ingresen al centro de Bogotá y que, precisamente, dicha condición es la que



British Embassy
Colombia



hace que la alternativa de transporte ferroviario sea atractiva para los generadores de carga de la región cundi-boyacense, el contratista deberá realizar los diseños del tren ligero conservando las condiciones actuales del corredor con el fin de que el nuevo sistema ferroviario propuesto permita conservar la posibilidad de que los trenes de carga puedan seguir circulando hasta el Km 05.

ESTUDIOS Y DISEÑOS

Son los estudios y diseños que deben contemplar: diseño constructivo de la infraestructura requerida para la operación ferroviaria incluyendo el material rodante, los análisis y descripción de las obras a ejecutar, materiales, cantidades de obras, especificaciones de materiales y de construcción, análisis de precios unitarios, presupuestos, identificación y programación de actividades principales y secundarias, definición de tiempos de construcción y de posibles riesgos durante las etapas subsiguientes. Este producto deberá materializarse en resultados tales como planos, documentos y memorias de cálculo, entre otros, que le garanticen a las entidades responsables del proyecto, información detallada y confiable para preparar los correspondientes procesos contractuales.

De conformidad con lo señalado en el Decreto 1082 de 2015, en la etapa de factibilidad se profundizan los análisis y la información básica con la que se contaba en etapa de prefactibilidad, mediante investigaciones de campo y levantamiento de información primaria, buscando reducir la incertidumbre asociada al proyecto, mejorando y profundizando en los estudios y ampliando la información de los aspectos técnicos, financieros, económicos, ambientales y legales del proyecto.

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

El *Prosperity Fund*, a través de su Programa Global de Infraestructura (GIP) busca fomentar la adaptación, adopción, capacitación e implementación de mejores prácticas internacionales para la planeación, estructuración y gestión de proyectos de infraestructura. Bajo este propósito, el GIP promueve el uso de 3 metodologías ampliamente usadas en el Reino Unido que pueden también ayudar a optimizar el desarrollo de la infraestructura pública colombiana.

Estas 3 metodologías son:

- *Modelo de los 5 casos – 5 case Model.*
- *Project Initiation Routemap*
- *Building Informaiton Modelling (BIM)*

El CONTRATISTA que desarrolle los estudios de Factibilidad del Tren Bogotá-Zipaquirá deberá usar la metodología *Building Information Modelling (BIM)* de acuerdo con lo establecido en el Anexo VI.



COEXISTENCIA CON CORREDOR DE CARGA

El tramo férreo comprendido entre el km 5 en Bogotá y la estación de La Caro está siendo utilizado para el transporte de carga, principalmente cemento, y, con el fin de reactivar las operaciones de carga. En ese sentido, la instrucción de parte de la ANI frente a los proyectos ferroviarios de pasajeros que se desarrollen en dicho corredor es que estos deben incluir en sus propuestas las intervenciones e inversiones necesarias en la vía para que la coexistencia del transporte de pasajeros y carga sea factible y, en consecuencia, se le solicita al Contratista que su propuesta involucre una solución técnica que le permita adaptarse a la situación actual y proyectada de carga.

Teniendo en cuenta lo anterior, se le solicita al Contratista que tenga en cuenta los siguientes aspectos en la solución que deberá proponer y que involucre un análisis de alternativas para que se logre la coexistencia del servicio de carga con el de pasajeros. En principio se identifican tres opciones pero corresponde al Consultor hacer los estudios necesarios para determinar la mejor opción:

1. *Tren ligero utilizando trocha angosta*
2. *Trocha dual con tres o cuatro rieles si el tren ligero se diseña para trocha standard*
3. *Si la franja de terreno lo permite, adaptar dos corredores paralelos, uno para carga y uno para pasajeros.*

Preliminarmente se propone lo siguiente:

A partir del estudio de demanda y del modelo operacional, el CONTRATISTA deberá identificar qué tipo de tren se requiere en el corredor para atraer la demanda suficiente que justifique el proyecto y lo haga factible desde el punto de vista técnico y financiero. Para ello, el CONTRATISTA deberá identificar los aspectos operacionales relevantes, tales como el tiempo de viaje tolerable por los usuarios, la velocidad de operación a lo largo de todo el trayecto, las frecuencias de servicio, el número de pasajeros a transportar en la hora pico del sistema y aquellos que permitan definir el tipo de tren ligero óptimo en el corredor bajo análisis.

Se deberán considerar todas las propiedades de los trenes que se clasifican como trenes ligeros, entre ellos los tranvías, los tren-tram, los trenes de cercanías y los denominados metros ligeros.

Seleccionado el tren óptimo, el CONTRATISTA deberá realizar un análisis multicriterio que permita identificar la solución óptima en términos técnicos, financieros, sociales, ambientales y legales para lograr la coexistencia del servicio de pasajeros y el servicio de carga en el mismo corredor ferroviario. A continuación, se relacionan los criterios técnicos y financieros que se deberán considerar:



Criterios técnicos:

- *Compatibilidad;*
- *Capacidad de transporte presente y futura tanto en el servicio de carga como en el de pasajeros;*
- *Complejidad en la construcción;*
- *Complejidad del mantenimiento;*
- *Disponibilidad en el mercado de equipos, elementos, sistemas y otros, necesarios en la solución;*
- *Conflictos operacionales;*
- *Aprovechamiento de infraestructura existente;*
- *Interoperabilidad con otras redes de tren ligero (Regiotram de occidente);*
- *Todos aquellos que el contratista considere relevantes.*

Criterios financieros:

- *Costos de la construcción*
- *Costos de operación y mantenimiento*

Para definir la solución óptima de coexistencia de servicios de carga y pasajeros, el CONTRATISTA deberá considerar como mínimo, las siguientes tres alternativas que se presentaran dentro de la Estructuración Técnica del proyecto:

Alternativa No. 1:

Implantar un tren ligero con trocha yárdica con el propósito de que tanto el servicio de carga como el de pasajeros utilicen la misma superestructura.

Preliminarmente, la alternativa No. 1 podría resultar siendo la solución más sencilla y económica. No obstante, los sistemas ferroviarios de pasajeros de trocha angosta ofrecen una menor capacidad de transporte y operan a velocidades muy inferiores en comparación con los sistemas ferroviarios de trocha estándar. Adicionalmente, la interoperabilidad de una futura red tranviaria en Bogotá no podría materializarse por cuanto el Regiotram de Occidente está por iniciar el proceso de contratación y su diseño es en trocha estándar.

Alternativa No. 2:

A través de la implementación de un ancho de vía dual se compatibilizaría la infraestructura con trenes de trocha estándar para el servicio de pasajeros y trenes de trocha yárdica para el servicio de carga.



British Embassy
Colombia



En términos financieros esta alternativa va a resultar siendo la menos atractiva por cuanto se requerirá una inversión adicional en el tercer riel o cuarto riel, así como en las sujeciones y en las traviesas polivalentes que se compatibilicen con la trocha dual, sin embargo, desde el punto de vista técnico es destacable que implantar el sistema ferroviario para el servicio de pasajeros en trocha estándar ofrece una mayor capacidad de transporte, disponibilidad inmediata de subsistemas ferroviarios, así como de material rodante y se podría garantizar la interoperabilidad con el sistema Regiotram de Occidente para conformar la red tranviaria de Bogotá.

En el análisis de un tercer riel, será necesario hacer el análisis de riesgos y responsabilidades de mantenimientos e intervenciones considerando que las entidades gestoras para carga y pasajeros son de diferente nivel de gobierno, por lo que para cualquier interferencia, desgaste, daño, mantenimiento, etc, sería necesario determinar la responsabilidad de cada una de las entidades, lo que puede dificultar la gestión de la infraestructura e incluso la operación.

Alternativa No. 3.

En caso tal que la trocha estándar resulte siendo una propiedad técnica indispensable para el servicio de pasajeros y se quiera evitar los problemas técnicos que pueden surgir en un ferrocarril con trocha dual (desgastes diferenciales, complejos aparatos de vía de difícil mantenimiento, entre otros), se plantea que el contratista analice la viabilidad técnica y financiera de reconfigurar el corredor existente para que el ferrocarril existente se aproveche y conserve su uso para la carga y paralelamente se construya la infraestructura cuyo uso se destinará para el servicio de pasajeros.

NORMATIVIDAD APLICABLE

De manera transversal a la consultoría, el CONTRATISTA deberá considerar la normatividad aplicable para la preparación tanto de su trabajo de estructuración como para las labores que espera lleve a cabo el futuro concesionario y/o contratista de los diferentes Proyectos.

El siguiente es un listado no exhaustivo de la normatividad que podría ser aplicable, entre otras:

- a. *Resolución 4577 del 23 de septiembre de 2009, adición al Manual de Señalización de señales turísticas.*
- b. *Resolución 24 del 7 de enero de 2011, Manual de Drenaje para Carreteras (2009).*
- c. *Resolución 3290 del 15 de agosto de 2007, Normas de Ensayo de Materiales.*
- d. *Resolución 3288 del 15 de agosto de 2007, Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.*
- e. *Resolución 7106 del 2 de diciembre de 2009, Guía de Manejo Ambiental.*
- f. *Resolución 3600 de 1996 del INVIAS. CÓDIGO COLOMBIANO DE DISEÑO SÍSMICO DE PUENTES de 1995 (CCP-200-94) y el Adenda No. 1 de 1996*



British Embassy
Colombia



- g. *Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR10.*
- h. *Resolución No. 1050 del 5 de mayo de 2004 del Ministerio de Transporte. Manual de señalización vial y reglamento.*
- i. *Manual for Railway Engineering de la American Railway Engineering and Maintenance of way Association – AREMA.*
- j. *Manual of Standards and recommended practices de la Association of American Railroads – AAR.*
- k. *Regulación de la Union Internationale des Chemins de Fer – UIC (Leaflets).*
- l. *BSI 1192 Series Standards y/o equivalentes ISO*
- m. *AAR S-623 para Perfiles y Diámetros de Rodadura (material rodante)*
- n. *AAR M-208 para Material de Ruedas de Fundición (material rodante)*
- o. *AAR – Standards and Recommended Practices Secciones C, D, E, H, I. (material rodante)*
- p. *Manual férreo utilizado por el Ministerio de Transporte, ANI y el INVIAS*

Los criterios de diseño a adoptar en los estudios especificados serán propuestos por el CONTRATISTA y verificados por la entidad contratante o a quién esta delegue.

1. DIAGNÓSTICO Y LÍNEA BASE DEL CORREDOR FÉRREO

En primera medida, y como parte del diagnóstico para cada una de las actividades que serán explicadas a continuación, el Contratista deberá revisar como mínimo la información que tiene disponible la Nación, la Gobernación de Cundinamarca, los municipios de Chía, Cajicá, Zipaquirá y el Distrito Capital, en cabeza de la Secretaría Distrital de Movilidad, Secretaría Distrital de Planeación, el Instituto de Desarrollo Urbano y demás entidades referente a los planes, programas, políticas, normas, códigos que permitan estructurar el Proyecto a nivel factibilidad para la Región Capital como son:

- *Plan Nacional de Desarrollo*
- *Planes de Desarrollo*
- *Plan Maestro de Movilidad de Bogotá y estudios afines*
- *Encuesta de Movilidad 2011 y 2015*
- *Planes de Ordenamiento Territorial de Bogotá y los municipios que se encuentren en el área de influencia*
- *Medio ambiente físico (topografía, suelos, cursos de agua, condiciones geológicas, etc)*
- *Medio ambiente biótico (flora, fauna, humedales, zonas de reserva)*
- *Patrimonio cultural, arqueológico, histórico y arquitectónico*
- *Socioculturales (presencia de etnias o comunidades)*
- *Instrumentos de planificación territorial (usos del suelo y tratamientos)*
- *Proyecciones de crecimiento de población (plan centro, plan norte, plan nuevo Usme, planes de renovación urbana y otras zonas para asentamiento nuevo de población en residencia, industria y comercio principalmente)*



- *Planes y programas viales y de transporte*
- *Normas (nacionales e internacionales) para gestión de tráfico en vías férreas*
- *Cartilla de espacio público y amueblamiento urbano.*
- *Manual Férreo de especificaciones técnicas utilizado por el Ministerio de Transporte, ANI e INVIAS.*

Igualmente deberá revisar y estudiar los documentos y proyectos que se hayan desarrollado a nivel internacional en el diseño, construcción e implementación de trenes en proyectos urbanos e interurbanos que tengan características similares.

1.1 TRÁNSITO, TRANSPORTE Y MOVILIDAD

El Contratista deberá desarrollar los estudios que comprendan cada uno de los aspectos que intervengan en el área, dentro de los que se encuentran el levantamiento de información primaria, recolección y análisis de información secundaria de los estudios de tránsito, transporte y movilidad. Para esto, se sugiere que el Contratista identifique tramos o zonas homogéneas del Proyecto para así realizar un análisis de la vocación del corredor y la interacción de este como corredor de transporte de alta capacidad con la estructura vial arterial de la ciudad y los municipios, identificando nodos de conexión con los demás componentes del SITP y otros medios de transporte (transporte público intermunicipal, automóvil particular, bicicleta, caminata).

Cabe resaltar que la metodología empleada para la totalidad de la toma de información, procesamiento y generación de resultados, estará acorde con la establecida en el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte de Bogotá de la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM) que deberá estar explicada dentro del entregable del Plan de Trabajo, Metodología y Cronograma.

Esta actividad deberá propender por realizar una evaluación integral desde el punto de vista de tránsito, transporte y movilidad, que permita identificar las condiciones actuales de movilidad y su relación con el corredor férreo, por el cual se pueda identificar la problemática de movilidad, accesibilidad y conectividad de las diferentes zonas que conforman el área de influencia del corredor. Como parte de la evaluación a realizar por el CONTRATISTA, se deberá analizar el comportamiento de la red vial en el área de influencia del proyecto, sujeta a las condiciones particulares de operación, describiendo sus características en distintos indicadores de movilidad.

A continuación se relacionan de manera general los alcances del diagnóstico para esta actividad:

Oferta de transporte:

- a) Caracterización e identificación de la infraestructura física del corredor en estudio y la red vial asociada que contemple la identificación de las vías arterias principales y secundarias existentes que cruzan el corredor y las que son alternas al mismo; proyectos en las vías de la malla vial



existentes y que son relevantes para el óptimo desempeño del proyecto; como también las vías locales que tienen función colectora en el área de influencia para garantizar su adecuada articulación con el corredor en estudio. Este levantamiento de información deberá ser para modos motorizados y no motorizados.

b) Caracterización operacional de la malla vial en su área de influencia teniendo en cuenta como mínimo los siguientes aspectos:

- *Plan de circulación de la zona de influencia.*
- *Sistemas de transporte (pasajeros y carga).*
- *Configuración geométrica del corredor.*
- *Identificación de sitios críticos (siniestralidad).*
- *Definición de tramos homogéneos.*
- *Intersecciones semaforizadas, movimientos que se permiten y que se realizan.*

Demanda de transporte:

a) Volúmenes vehiculares

El Contratista deberá realizar la toma de información como mínimo en todas las intersecciones semaforizadas sobre el corredor, y todos y cada uno de los sitios que presentan conflicto. Se deberá tomar todos los movimientos y modos de transporte.

En la definición de los puntos de aforo, se solicita tener en cuenta los puntos donde se realizan maniobras operativas especiales (de convergencia y divergencia desde y hacia el corredor: intercambiadores entre otros).

La toma de información debe cubrir los puntos requeridos fuera del corredor, sobre cada uno de los corredores de la malla vial arterial, intermedia y local del área de influencia donde se hayan detectado movimientos vehiculares importantes que puedan ser atraídos al proyecto o que puedan albergar el tránsito de vehículos de deberán ser trasladados a vías alternas.

Asimismo, el Contratista deberá establecer con las entidades correspondientes, los sitios de toma de información sobre las vías y lugares estratégicos que se encuentren dentro del área de influencia del proyecto, para así comprender la dinámica de movilidad entorno al corredor.

b) Estudio de volúmenes peatonales

Como parte fundamental del estudio, se requiere entender los flujos peatonales que se presentan entorno al corredor, que tendrá dentro de sus objetivos poder ser insumo para la definición y el



dimensionamiento de la infraestructura para la circulación peatonal en las estaciones, terminales y áreas de influencia, por lo que el Contratista deberá:

- *Identificación y cuantificación de los principales pasos peatonales a nivel y desnivel (regulados y no regulados).*
- *Identificar los sitios críticos de flujos peatonales y aglomeración al interior de la estructura urbana en un área aferente.*

La toma de información debe cubrir como mínimo todas las intersecciones semafóricas, pasos peatonales a nivel y cruces peatonales a riesgo señalizados con sendero o regulados con paleteros ó donde se detecten cruces importantes sobre el corredor (no regulados).

c) Estudio de velocidades

El objetivo de este estudio es determinar la velocidad de operación, en los diferentes tramos homogéneos del corredor y sobre las vías alternas del mismo, para los modos de transporte privado y público, teniendo como objetivo comprender la problemática de circulación en los diferentes tramos y/o corredores que afectan al Proyecto.

d) Estudios de transporte público

Tiene como objetivo la realización de la toma de información para evaluar la situación actual en cuanto a oferta y demanda del transporte público y su operación en el área de influencia.

El Contratista deberá tener en cuenta la operación de rutas de transporte público, tanto urbana como intermunicipal que se encuentren en el área de influencia del Proyecto. Se debe tener como objetivo que para la estructuración técnica, este podrá o no generar la necesidad de la reestructuración de rutas, por lo que el Contratista deberá recomendar los posibles cambios que se requiere dentro de cada uno de los sistemas.

Por lo anterior, el Contratista deberá realizar como mínimo los siguientes trabajos de campo que permitan generar un análisis de la condición actual de la prestación del servicio del Transporte Público Colectivo TPC e intermunicipal del municipio, en donde se integre la oferta¹, demanda, esquema organizacional e institucional y demás elementos que reúna el servicio actual. Incluir un análisis de la situación actual de las empresas de transporte colectivo (operación, esquemas organizacionales, andamiaje y estructura financiera y jurídica, etc.).

¹ Se deberán estudiar como mínimo los siguientes elementos: caracterización de la operación, rutas, planes de servicio, flota, herramientas tecnológicas, infraestructura vial y de soporte: puntos de despacho, paraderos, terminales, talleres, patios, entre otros.



Otros estudios:

Adicional a los estudios anteriormente mencionados, el Contratista deberá desarrollar el levantamiento de información de encuestas de preferencias reveladas y declaradas (para usuarios y no usuarios de transporte público y privado) que permita obtener las particularidades de la demanda futura para el proyecto.

Asimismo se deberá realizar un estudio sobre el transporte de carga que permita conocer la operación logística de este modo de transporte teniendo en cuenta el levantamiento de los centros y/o plataformas logísticas que se encuentren en el área de estudio; dentro de este estudio se deberán realizar encuestas a actores involucrados. De igual manera, se deberán identificar los puntos o zonas de interés logístico que podrán o no servir al tren de carga entre Bogotá - Belencito.

Si el Contratista requiere desarrollar estudios adicionales, deberá especificar su objetivo y metodología dentro del Plan de Trabajo, Metodología y Cronograma.

Recolección de información secundaria:

Para el desarrollo del proyecto se deberá revisar como mínimo información sobre:

- Información del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) de Bogotá.
- Información sobre el transporte público de los municipios.
- Información sobre el transporte público intermunicipal.
- Censo de vehículos en los peajes del área de influencia.
- Información relacionada de aforos y conteos de estaciones maestras y específicas de la SDM..
- Información sobre centros de carga, plataformas logísticas, zonas de distribución urbana de mercancías e infraestructura de soporte para el transporte de carga y su operación.
- Planes maestro de movilidad de Bogotá y los municipios.

Análisis de la información primaria y secundaria:

Mediante el levantamiento, procesamiento y análisis de la información primaria y secundaria, se procederá a caracterizar los aspectos relacionados con el tránsito, transporte y movilidad actual, para pasajeros y carga, sobre el funcionamiento operacional, problemática del corredor y el análisis del comportamiento de la malla vial conexas que se encuentra dentro del área de influencia del Proyecto.



British Embassy
Colombia



Modelación de la situación actual:

El CONTRATISTA deberá estimar, ya sea por medio de información primaria o secundaria, los parámetros necesarios para la modelación a nivel macro y micro² a lo largo del corredor. Dicha modelación deberá representar de manera confiable la situación actual del área de influencia en términos de transporte y tránsito, por lo que la magnitud y tipo de información requerida para la elaboración, calibración y presentación de resultados, deberá hacer parte de la metodología puesta a consideración a la Interventoría.

Los modelos que se generen en la etapa de Diagnóstico, permitirán al Contratista generar los escenarios de prospectiva que serán parte de la etapa de Estructuración Técnica.

(i) Definición del modelo a aplicar para el estudio de demanda:

- *En esta fase se debe recolectar y revisar la información y herramientas disponibles para el proceso de validación y calibración del modelo de transporte.*
- *Describir detalladamente los modelos desarrollados, las formulaciones contenidas, los supuestos de partida y el nivel de calibración alcanzado. Asimismo, debe documentar toda aquella información que estime pertinente para una mejor comprensión del modelo y sus estimaciones.*

(ii) Calibración y validación de modelo.

- *El Contratista debe preparar el modelo de forma tal que proporcione los indicadores necesarios para una correcta evaluación y valoración de impactos.*
- *El Contratista debe revisar las proyecciones de las variables explicativas y establecer escenarios de crecimiento bajo, medio y alto en función de las políticas públicas de desarrollo en la región capital. Lo anterior, teniendo en cuenta variables como proyección de población, empleos y los resultados de la Encuesta de Movilidad, bases de datos fundamentales para la construcción del modelo en su componente de demanda (matrices O-D).*

ENTREGABLES

- Diagnóstico de tránsito, transporte y movilidad de las condiciones de operación del área de influencia. Dentro de este documento se deberán detallar aspectos relevantes para cada uno de los modos de transporte (motorizado y no motorizado), como también la identificación de los conflictos o problemas que se presentan en la condición actual, tanto

² Se deberá analizar que tramos y/o intersecciones serán modeladas a nivel micro para representar la situación actual y su posterior solución en la Fase de Estructuración Técnica.



British Embassy
Colombia



para pasajeros como para carga. Asimismo, se deberán presentar indicadores que permitan comprender la dinámica de movilidad del área de estudio.

- Base de datos de la toma de información primaria, soportada con archivos geográficos.
- Archivos que conforman la modelación a nivel macro y micro con sus respectivos anexos, y manual explicativo para su uso.

1.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

El contratista deberá realizar los estudios geológicos y geotécnicos de la franja y el área de influencia, con el objeto de identificar las condiciones geotécnicas del corredor férreo. Para ello deberá determinar las necesidades y las posibles soluciones para garantizar condiciones de operación férrea de manera segura y confortable.

La exploración geotécnica debe cubrir toda la plataforma de vía y aparatos de vía, estaciones y terminales u otros edificios o instalaciones. Para posteriormente en la siguiente fase de estructuración, realizar los análisis y diseños de obras de estabilidad de taludes y apoyo, cimentaciones para estructuras y puentes, muros, filtros, entre otras. Adicionalmente, se deberán realizar los estudios pertinentes para la identificación y caracterización de fuentes de materiales, zonas de préstamo, zonas de depósito de residuos y para las demás actividades necesarias para el funcionamiento del corredor.

Partiendo del corredor existente y la consideración de posibles variantes, se debe realizar un informe que contenga el análisis de información existente geológica y geotécnica de la zona de estudio.

En adición a lo anterior, se debe diseñar por un geólogo o un geotecnista el plan de inspección de campo de todas las muestras del suelo que se requerirán para los posteriores estudios y diseños, así como también del tipo y número de ensayos de laboratorio a realizar a las muestras seleccionadas. Este plan debe incluir un plano con la ubicación de perforaciones, apiques, sondeos, pruebas geofísicas y demás tomas en campo. Las muestras tomadas deben ser representativas de las características existentes a lo largo del corredor en estudio, cumplir con los estándares de las normas vigentes, y para las pruebas no contempladas por ellas se aplicarán los estándares de ICONTEC y ASTM, en este orden.

Con base en el plan de inspección aprobado por FINDETER y la Gobernación de Cundinamarca, se deberá presentar un informe detallado de las exploraciones realizadas: perforaciones, apiques, pruebas geofísicas y demás ensayos de campo. Se debe anexar también en este informe los resultados de laboratorio, análisis de resultados y recomendaciones. Todos los ensayos de laboratorio se consignarán en cuadros resúmenes, para cada uno de los tramos estudiados, ordenados en forma consecutiva de tal manera que permitan su clasificación.



Luego de la exploración y de analizar detalladamente las características geotécnicas, geológicas, de vegetación, clima, uso del suelo y riesgo sísmico de la zona del proyecto, se deberá realizar una zonificación geotécnica del corredor. Identificando principalmente zonas inestables y zonas de mediano y alto riesgo, junto a las recomendaciones para la intervención de cada sector.

Sobre los sitios críticos y zonas inestables como fallas geológicas, arcillas expansivas, arenas licuables y demás condiciones del suelo encontradas, se deberán realizar los ensayos de campo y laboratorio, además de los análisis y recomendaciones pertinentes para su manejo durante la ejecución del proyecto.

Para las zonas donde se construirán edificaciones para la operación férrea, principalmente de los bienes inmuebles del corredor, áreas para bodegas y demás, se deben realizar la propuesta del plan de inspección para aprobación de FINDETER y de la gobernación.

Se deberá realizar por parte del contratista un informe donde se presente un inventario de los taludes y obras de estabilización más favorables para garantizar condiciones adecuadas de las explanaciones, rellenos y terraplenes. De acuerdo con lo encontrado en la etapa de exploración y según los requerimientos técnicos de cada zona intervenir.

Finalmente, se debe presentar un informe donde se indiquen las fuentes de materiales, zonas de préstamo y disposición de residuos. Especialmente para los materiales de construcción y terraplenes con materiales reutilizables y de préstamo.

- Planos de la zona en estudio
- Información geológica regional de la zona donde se localiza la vía férrea.
- Información geológica y geotécnica tomada directamente sobre la vía férrea en estudio.
- Informe sobre antecedentes de sucesos geotécnicos o geológicos sobre la vía férrea.
- Exploración, análisis y evaluación de la información de suelos, por medio de apiques, perforaciones, geofísica y demás procedimientos normalizados que permitan obtener las principales variables geotécnicas y geológicas para el diseño de la plataforma de vía, la estabilidad de taludes, las explanaciones, las fundaciones de puentes, muros, entre otros. Los estudios de campo se presentarán de acuerdo con los alcances señalados, con reconocimiento geológico y geotécnico de superficie, exploración del subsuelo, ensayos "in situ" o en el laboratorio de tal manera que se tenga la caracterización geológica del corredor, zonificada geotécnica identificando las principales fuentes generadoras de inestabilidad, identificación de las fuentes de materiales, los sitios de disposición de sobrantes y las condiciones geológicas particulares de los sitios de puentes.
- Para determinar las características del subsuelo se deberá tener en cuenta la descripción geológica a lo largo del corredor, indicando los tipos de rocas predominantes y su disposición estructural, acompañados de los ensayos de laboratorio para clasificación, como son granulometría y límites de Atterberg, humedad natural y de resistencia y deformación a



British Embassy
Colombia



lo largo del perfil del suelo. Igualmente, de requerirse, se realizarán los ensayos necesarios para conocer la resistencia y deformación o compresibilidad del suelo de fundación, anexando los resultados.

- Se debe presentar un mapa de caracterización de zonas inestables y de zonas de riesgos a lo largo del corredor, identificando históricamente y en el presente los posibles riesgos geotécnicos y geológicos sobre el proyecto. Además, se debe establecer las posibles causas de los fenómenos de inestabilidad e identificar el problema de tal forma que se pueda conocer su mecanismo de falla, los factores detonantes y contribuyentes a la inestabilidad.
- Con base en el estudio geológico y teniendo en cuenta aspectos como pendientes del terreno, hidrología, cobertura vegetal, uso del suelo, se determinarán zonas homogéneas que permitan definir modelos geológicos - geotécnicos preliminares a lo largo de los corredores y las condiciones generales de las zonas de disposición de sobrantes. Para el caso de sitios críticos y como resultado del reconocimiento de la zona, se podrán establecer las posibles causas de los fenómenos de inestabilidad y se identificará el problema de tal forma que se pueda establecer su mecanismo de falla y los factores detonantes y contribuyentes a la inestabilidad.
- En caso de que se detecten situaciones especiales del suelo, como la presencia de suelos orgánicos, expansivos, suelos susceptibles que licuefacción o cualquier otro estado que implique inestabilidad de la estructura, se indicará su ubicación y se darán recomendaciones específicas sobre el tratamiento que debe recibir este suelo en particular, con el objetivo de mitigar riesgos y evitar futuros colapsos.
- Inventario de taludes, y de las obras de estabilización y estabilidad, protección y contención en el cual se especifique su estado actual.
- Informe sobre antecedentes de sucesos geotécnicos o geológicos sobre la vía. Propuestas de actividades de mantenimiento, repotenciación, rehabilitación, cambios o construcción para garantizar la correcta operación de lo identificado en el inventario.
- Mapa de caracterización de zonas inestables y de zonas de riesgos.
- Identificación de sitios críticos y necesidades respecto a obras de estabilización, protección y contención.
- Estudio de fuente de materiales y botaderos.

1.3 HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA Y SOCAVACIÓN

Partiendo del corredor existente, se debe realizar el análisis de las obras de drenaje superficial y sub-superficial, de las estructuras como puentes y muros de contención, de la plataforma de vía, entre otros. Además, se debe determinar cualitativa y cuantitativamente la cantidad de agua superficial y sub-superficial del área de influencia directa e indirecta del proyecto para realizar los respectivos análisis y diseños.



British Embassy
Colombia



Como referencia, se presenta la información base que puede llegar a recopilar el contratista:

- Identificación de cuencas de las corrientes de tipo perenne (y/o identificables en los planos a escala 1:25.000 o a mayor escala si los hubiere) que sean atravesadas por el corredor férreo.
- Identificación de estaciones climatológicas e hidrométricas del área aferente al corredor férreo, operadas por el IDEAM o por entidades gubernamentales o privadas.
- Fotografías aéreas de los sitios de cruces más relevantes de las corrientes de tipo perenne, a escala 1:50.000 o mayor.
- Información de utilidad para los análisis de estabilidad de canales y de socavación: clasificación de la corriente, transporte de sedimentos, potencial de socavación, estabilidad del curso, materiales existentes en el lecho y las orillas.

Para este capítulo, el contratista debe desarrollar un análisis de las condiciones hidrológicas e hidráulicas para un periodo de retorno de por lo menos 100 años para las obras requeridas en el corredor férreo y su área de influencia.

Se deben identificar zonas de inundación: cotas, precipitaciones máximas y demás información relevante para identificar las obras necesarias que garanticen la seguridad en la operación del corredor férreo.

El contratista deberá elaborar un inventario de las obras hidráulicas existentes tales como puentes, pontones, box culvert, alcantarillas, filtros, etc. Como producto de este inventario, se debe entregar un informe con la ubicación, el estado, los materiales, las dimensiones y la demás información que el contratista determine pertinente. La ubicación se deberá anexar en un plano. Al final, se deben indicar las recomendaciones y posibles intervenciones requeridas para cada obra.

Se debe calcular el caudal máximo para los cauces de agua dentro del área de influencia, con el fin de determinar si es necesario o no la intervención de las estructuras existentes o la construcción de nuevas obras. Este análisis se debe consignar en un informe donde se establezca la localización, el tipo de obras y el pre dimensionamiento de las obras hidráulicas en caso de requerirse nuevas estructuras.

En caso de requerirse cambios en el trazado por causas hidráulicas, el contratista debe presentar los análisis correspondientes tanto en el componente hidráulico, como en el geotécnico, geométrico, de infraestructura, superestructura ferroviaria, y los demás.

ENTREGABLES

Para las áreas del proyecto donde se propongan obras puntuales como puentes, terminales, estaciones y demás edificaciones o instalaciones, se deben realizar los análisis correspondientes. En el caso de



los puentes y pontones se debe realizar el análisis de socavación. Dichos análisis se deben presentar en un informe donde se consignen las recomendaciones pertinentes junto a los planos pertinentes.

De la misma manera, el contratista deberá entregar un informe y planos donde se consigne el diagnóstico hidráulico e hidrológico de todo el corredor. Se deben presentar los análisis y resultados, además de las recomendaciones pertinentes.

Como contenido mínimo del entregable se recomienda lo siguiente, sin limitar lo que requiera el contratista para cumplir lo anteriormente establecido:

- Inventario de las cuencas y fuentes hidráulicas existentes a lo largo del corredor, análisis de su estado actual y registro histórico de su comportamiento.
- Inventario de las obras hidráulicas, hidrológicas y de socavación existente en el cual se especifique su estado actual.
- Informe sobre antecedentes de sucesos hidrológicos y/o hidráulicos sobre el corredor.
- Propuestas de actividades de mantenimiento, repotenciación, rehabilitación, cambios o construcción para garantizar la correcta operación de lo identificado en el inventario.
- Identificación de sitios críticos y necesidades respecto a obras nuevas.
- Análisis de patrones de drenaje, cantidad de cauces mayores y ponteaderos.
- Reconocimiento aéreo o terrestre que permita corroborar para cada corredor el patrón de drenaje, las condiciones reales de los ponteaderos definidos como puntos secundarios de control, y todos los demás aspectos que considere necesario valorar, como: el clima, suelos, vegetación, comportamiento de obras, estudios anteriores, etc.
- Definición de las características de las cuencas, estableciendo con precisión los límites y el tamaño del área aferente de cada una, las áreas de drenaje, la pendiente del curso de agua más importante y la pendiente media de cada cuenca y demás características geométricas de las mismas, el uso actual y previsto de la tierra, y se identificarán, entre otros, los tipos de suelos y su clasificación.
- Registro y evaluación de cualquier trabajo que se esté realizando en el lugar o que se tenga previsto y que cambie las características hidráulicas de una corriente de agua, con el fin de determinar su efecto sobre ella. En particular, se debe allegar información sobre: alineamiento y sección transversal del ferrocarril, coeficientes de rugosidad de la corriente, planos de inundación, estructuras que generen obstrucciones, áreas de almacenamiento potencial de agua, etc.
- Levantamiento topográfico de los cauces cruzados por ponteaderos.
- Caracterización hidroclimatológica general y de detalle de la zona en relación con el drenaje.
- Inventario de las corrientes identificables en restituciones fotogramétricas en escala 1:25,000 o mayor, que crucen el corredor estudiado.
- Plano general a escala 1:100,000 y/o 1:25,000 de localización del corredor analizado; delimitación de las cuencas, y localización de las estaciones climatológicas e hidrométricas aferentes al proyecto.



British Embassy
Colombia



- Estudio hidrológico, a nivel de estimación de caudales de crecientes e hidráulico, con alcance de pre-dimensionamiento de las estructuras del sistema de drenaje.
- Análisis de lluvias y climatológico. Con base en la información de precipitación y los registros climatológicos obtenidos en el IDEAM o en otra entidad certificada, el documento incluirá un análisis de los registros precipitación de cantidad e intensidad que permita dar valores de tipo local y regional, para conocer el comportamiento espacial y temporal del fenómeno. Así mismo, deberá presentar los análisis y la caracterización de los principales parámetros climatológicos, como temperatura, humedad relativa, número de días con lluvia, etc. La cuantificación se aplicará en la determinación de un fenómeno evidente en la superficie como es el caudal de drenaje para un periodo de retorno específico y definido según el proyecto. También, se deberán informar los datos necesarios sobre intensidades de lluvia para los ajustes geométricos.
- Análisis de caudales. Los caudales de drenaje de diseño para los diferentes periodos de retorno se analizarán, en lo posible, a partir de información hidrométrica disponible en el IDEAM o en otra entidad. En caso de que no se disponga de registros de caudales, se aplicarán métodos indirectos convencionales, como modelos lluvia - escorrentía o estudios regionales de crecientes, entre otros.
- Justificación de las fórmulas empleadas. Debido a la diversidad de fórmulas con que cuenta la hidrología para el cálculo de caudales, cuya aplicación depende en gran parte del criterio del proyectista, el estudio presentará la debida justificación del empleo de cada una de ellas.
- Aplicación de las teorías y métodos de predicción. Se presentarán las distribuciones de frecuencia más adecuadas para los análisis de los fenómenos de lluvia, caudal, temperatura, etc., indicando el método de predicción finalmente adoptado. Esta labor es de gran importancia, puesto que cuantifica un fenómeno que incide directamente en el dimensionamiento de las obras.
- Se deberá presentar un resumen sucinto de todos los resultados encontrados a través del estudio, principalmente aquellos que requieran de su utilización en otras especialidades o que generen conclusiones inmediatas; por ejemplo, milímetros promedio de precipitación multi-anual de la zona, caudal y niveles de diseño de alguna corriente, temperatura promedio multi-anual, zonas críticas para el drenaje, etc.

1.4 TOPOGRAFÍA Y ALINEAMIENTO GEOMÉTRICO DE LA VÍA

La experiencia en proyectos de trenes en entorno urbano orienta a pensar que es indispensable un levantamiento actualizado del corredor sobre el cual se hace actualmente operación férrea, que permita identificar los elementos que componen la sección transversal del todo el corredor. La ubicación en alzado de la plataforma está íntimamente ligada a detalles de la urbanización actual: entradas o salidas a predios, composición vehicular de los carriles de tráfico mixto, andenes, quebradas, urbanismo, separadores, trazado urbano y pendientes transversales, entre otros.



British Embassy
Colombia



Para el desarrollo del estudio se propone al Contratista en lo concerniente a la zona urbana de Bogotá, consultar y utilizar la topografía de los estudios que el Distrito haya adelantado para proyectos previos, y otros que considere relevantes en los puntos o zonas que requieran para desarrollar los estudios de ingeniería básica y conceptual. El modelo en tres dimensiones, se llevará a cabo mediante radiación con ET (Estación total), GPS (sistema de posicionamiento global) o LIDAR (Light Detection And Ranging) o equipos similares (siempre y cuando su precisión sea la suficiente para justificar su uso en lugar de equipos convencionales).

Según el tipo de intervención para los sectores de cada corredor, se definirá una franja de vía a detallar topográficamente, la cual, se plantea de la siguiente manera:

- *Duplicación o desdoblamiento a vía doble, partiendo de una vía existente: El trabajo de topografía, se desarrollará sobre una franja de mínimo 400 metros, es decir, mínimo 200 metros a cada lado del eje de la vía.*
- *Construcción de nuevo trazado de vía de una calzada o doble calzada (variante, o vía nueva): El trabajo de topografía, se desarrollará sobre una franja de mínimo 1000 metros.*

Estas dimensiones podrán ser reducidas en casos puntuales, en aquellos sitios donde sea pertinente siempre y cuando el CONTRATISTA proponga de manera argumentada dicha reducción.

En el tramo del corredor férreo localizado en la ciudad de Bogotá, se debe tener en cuenta que en estos trabajos se deberán cumplir con las precisiones mínimas para los errores de cierre de poligonales y nivelación exigidos por el INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO – IDU.

Las poligonales de control deben ser cerradas en las placas de partida, y su aproximación no deberá ser menor de 1:10000.

El Contratista realizará los estudios topográficos que requiera (para los cuales deberá presentar antes de iniciar los trabajos el Certificado de Calibración de los equipos), apoyándose en una poligonal de control debidamente abscisada y ligada a las coordenadas establecidas por Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. Se tomará información topográfica en el ancho del corredor definido para los proyectos de acuerdo al POT y su área de influencia.

El levantamiento topográfico deberá contener todos y cada uno de los detalles existentes en la zona tales como: postes, hidrantes, cajas, válvulas, redes matrices de acueducto y alcantarillado, de alta y media tensión, gas y comunicaciones con las características que se puedan apreciar.

El CONTRATISTA incluirá en la información a entregar el levantamiento topográfico detallado, donde incluye la planimetría y altimetría de la franja de estudio determinada para cada sector de cada corredor, en el cual, debe quedar plasmada la información necesaria de tipo de terreno, niveles y alineamientos viales, contornos de predios, inventario y ubicación de redes de servicios públicos existentes, construcciones, taludes, ríos, sitios críticos, obras de drenajes, estructuras, muros de



contención, ancho de calzadas, zonas verdes, andenes, separadores, arborización, señalización y demás elementos que marquen discontinuidades en el terreno.

Partiendo de la poligonal ajustada y verificada, el CONTRATISTA deberá elaborar un modelo tridimensional digitalizado con la topografía detallada del área del proyecto, en donde se ubique en 3 dimensiones, los volúmenes de los elementos existentes, para identificar los cortes, llenos, traslados y los impactos que se generan por la implantación de las nuevas infraestructuras en el área del corredor. Es importante que se presente en los registros la poligonal de amarre que sea fácilmente verificable en campo y en oficina.

Los trabajos topográficos que se deben realizar son:

- *Levantamiento topográfico planimétrico detallado, en el ancho del corredor y área de influencia del proyecto de acuerdo con lo que se especifique en las condiciones particulares.*
- *Nivelaciones topográficas de todo tipo.*
- *Investigaciones de redes de acueducto, alcantarillado, energía, teléfono, semaforización y gas natural.*
- *Localización de ejes para proyectos viales urbanos.*

Una vez terminado el trabajo de orientación de la nivelación y la contra nivelación se realizará la toma de secciones transversales, cada 50 m (cuando el Contratista considere necesario realizar mediciones de sección a una menor distancia que la establecida anteriormente, está en plena libertad de realizarlo como su responsabilidad que tiene de producir unos estudios y diseños de detalle con calidad que garanticen el nivel de detalle requerido), de tal manera que puedan ser representativas

CONTENIDO MÍNIMO DE LOS ENTREGABLES

Los planos en planta se presentarán a escala 1:10.000 y los planos de perfil se presentarán a escala H: 1:5.000 y V: 1:500 o menor, definiendo en ellos puntos de control topográfico de seguimiento del fenómeno, debidamente referenciados con mojoneros de concreto. Es importante que se presente en los registros la poligonal de amarre que sea fácilmente verificable en campo y en oficina.

Para los sitios críticos se realizará el levantamiento topográfico, que abarque la zona afectada y se presentarán planos con curvas de nivel entre 0,5 y 1 metros, según sea el caso. Los planos de puntos críticos se harán a escala 1:200 a 1:500.

Se debe entregar la información digitalizada en un modelo donde las coordenadas de la vía existente deben pertenecer al nuevo Marco Geocéntrico Nacional de referencia MAGNA- SIRGAS del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), y en un sistema de información de última tecnología que permita la administración y propiedad de la información por parte del Beneficiario Final.



British Embassy
Colombia



Dentro de la información entregada el CONTRATISTA deberá identificar los puntos de interés que sean representativos y generen algún impacto sobre el corredor.

Los entregables deberán incluir como mínimo:

- a) Metodología y Actividades Realizadas
- b) Levantamiento altiplanimétrico de la franja de vía estudiada
- c) Mapas topográficos, geológicos e hidrológicos en escalas reducidas
- d) Fotografías aéreas a escala 1:50.000 o menor
- e) Restituciones Aero fotogramétricas a escala 1:10.000 con curvas de nivel cada veinticinco metros (25 m) ó menos
- f) Imágenes de satélite u otro sistema de información geográfica
- g) Trabajo de Campo: En la información de campo levantada y en el modelo del terreno digitalizado con una distancia entre puntos no superior a 10 metros, se deben encontrar como mínimo:

- Identificación de placas IGAC para coordenadas.
- Identificación de placas de nivelación.
- Ubicación de puntos de estación o bases de topografía.
- Referenciación y nivelación de la línea de base.
- Criterios para la determinación de la franja del corredor a detallar.
- Localización del eje del corredor.
- Referencias para replanteo del eje con su registro fotográfico.
- Topografía adicional para completar el modelo topográfico en los sitios de interés especial.
- La información para la localización del eje definitivo en planta
- Listado de las bases de topografía utilizadas para el levantamiento topográfico del corredor de ruta, con su correspondiente referenciación e información:
 - Identificación de la base de topografía.
 - Coordenadas X, Y, Z.
 - Cartera de localización del eje en planta con las coordenadas de cada abscisa del eje del Proyecto, para tramos rectos y en curva.
 - Cartera de coordenadas de las bases topográficas.
 - Carteras de localización para el eje definitivo en planta.
 - Plano de ubicación de la vía localizada, que contenga la siguiente información:
 - Mapa del departamento o zona administrativa del país, con la ubicación de la capital, de la vía localizada y de los principales municipios cercanos a la misma.
 - Vías de acceso a la vía localizada.
 - Poblaciones o sitios que une la vía localizada.
 - Ríos principales que atraviesa la vía localizada.



British Embassy
Colombia



- Sitios de interés especial (críticos, taludes, ríos, etc)
- Plano reducido con el índice de planos a escala 1:10.000, donde se localicen los planos que contiene el estudio.
- Planos Planta-Perfil, preferiblemente en escala horizontal 1:2.000 y vertical 1:200.
- Plano con el dibujo de las secciones transversales en escala 1:100 tanto horizontal como vertical.

Considerando la definición realizada en los anexos para los sitios críticos, además se realizará el levantamiento topográfico que abarque la zona afectada y se presentarán planos con curvas de nivel entre uno y cinco metros, según sea el caso. Dichos planos se harán a escala 1:500, definiendo en ellos puntos de control topográfico de seguimiento del fenómeno, debidamente referenciados con mojones de concreto. Igualmente, se deberá indicar todo tipo de corrientes de agua existentes en la zona y la posición de la corona, sus flancos, pata y los escarpes principales y secundarios.

La entrega del trabajo de campo se realizará en libretas de topografía (tránsito y nivel), y digitalizadas donde las coordenadas deben pertenecer al nuevo Marco Geocéntrico Nacional de referencia MAGNA-SIRGAS del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), y modelado digitalmente en sistema de información de última tecnología, que permita la administración y propiedad de la información por parte del Beneficiario Final.

1.5 INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA Y PLATAFORMA

CALIDAD DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA

A continuación se enmarcan los requerimientos para elaborar el alineamiento geométrico de la vía. El alineamiento geométrico del trazado deberá ser realizado de acuerdo al tipo de servicio y a los estándares de la vía planificados para el proyecto, para lo cual, el CONTRATISTA deberá relacionar en este capítulo un diagnóstico de los siguientes componentes geométricos, así como la corrección geométrica de los mismos:

- *Derecho de Vía necesario*
- *Curvas en planta;*
- *Curvas verticales;*
- *Longitud y parámetros de curvas de transición;*
- *Perfil longitudinal;*
- *Acuerdos en planta;*
- *Peraltes de la vía;*
- *Geometría de los aparatos de vía;*
- *Alabeo;*
- *Trocha de la vía férrea en caso de optarse por diferentes trochas para carga y pasajeros;*



- *Alineación y Nivelación de la vía;*
- *Velocidad de diseño en cada curva y en los tramos rectos.*

Es importante aclarar que el CONTRATISTA hará el diagnóstico de la vía férrea en su condición actual y luego deberá presentar los parámetros geométricos del nuevo proyecto utilizando herramientas computacionales para generar los planos descritos a continuación, utilizando las siguientes escalas:

- *Plano reducido a escala 1:10.000, donde se localicen los planos que contiene el estudio.*
- *Planos Planta-Perfil, preferiblemente en escala horizontal 1:1.000 y vertical 1:100.*
- *Plano con el dibujo preliminar de las secciones transversales en escala 1:500.*

DIAGNÓSTICO Y APROVECHAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y LA SUPERESTRUCTURA DE VÍA EXISTENTE

En este capítulo, el Contratista analizará mediante un diagnóstico detallado todos los componentes de la infraestructura y de la superestructura de vía existente, con el fin de determinar cuáles pueden ser aprovechados de acuerdo al tipo de servicio planificado para el proyecto propuesto, ó para que sean entregados al INVIAS para ser usados en otros corredores férreos, así como los estándares que el Contratista planea establecer (la carga por eje, la velocidad de circulación, la densidad del tráfico, etc.). Es importante considerar las acciones necesarias para aprovechar los componentes existentes, así como el costo que representan dichas actuaciones con el fin de determinar si al final el aprovechamiento resulta conveniente.

Los componentes a analizar se describen a continuación

A) CALIDAD DE LA PLATAFORMA DE VÍA:

Para determinar la calidad de la plataforma de vía el Contratista deberá elaborar una clasificación de los suelos a partir de muestras tomadas en el corredor con base en el plan de inspección de campo concertado con la interventoría.

La naturaleza del suelo se puede establecer con ayuda de los siguientes factores: identificación visual, granulometría, sedimentación, límites de Atterberg, Proctor-CBR, equivalente de arena, contenido de CO₃, Ca y materia orgánica. Conocidos estos factores, es posible situar el suelo considerado dentro de la clasificación que la experiencia ha permitido efectuar para deducir algunas propiedades referentes a su comportamiento como elemento soporte.



British Embassy
Colombia



Con base en la clasificación de suelos y en la calidad de la capa de forma (teniendo en cuenta su espesor) se elaborará la clasificación de las plataformas de acuerdo a su capacidad portante de la siguiente manera:

- Plataforma de mala capacidad portante: $CBR \leq 5$
- Plataforma de capacidad portante media: $5 < CBR \leq 20$
- Plataforma de buena capacidad portante: $CBR > 20$

En caso de identificar sectores de plataforma de capacidades portantes bajas, el CONTRATISTA deberá proponer actuaciones que permitan el mejoramiento de la capacidad a través de soluciones como la instalación de capas de arena, filtros anticontaminantes, tratamientos con capas impermeabilizantes, tratamiento con cal, riego asfáltico, etc., o efectuar una intervención total de la plataforma de acuerdo con las normas vigentes.

B) CALIDAD DE LA CAPA DE SUBBALASTO:

Aunque la capa de balasto hace parte de la superestructura de vía, la calidad de la capa de subbalasto se analiza con la capa de balasto, de acuerdo a las recomendaciones de AREMA en los capítulos 2.11.2.2 y 2.11.2.3.

La capa de subbalasto será completamente nueva y se debe prever el reemplazo por materiales nuevos.

C) DRENAJE DE LA PLATAFORMA:

El CONTRATISTA hará una revisión de todos los componentes de la vía que intervienen en el drenaje del corredor férreo teniendo en cuenta:

- *Cunetas (Sección y estado de las mismas)*
- *Terminación de la plataforma de vía (Pendiente que generalmente usa valores entre 3% y 4% para guiar las aguas filtrantes de la capa de balasto)*
- *Pendientes longitudinales de la cunetas*
- *Puntos de desagüe*
- *Drenes*
- *Alcantarillas*
- *Materiales filtrantes*

Con base en el diagnóstico y el resultado del mismo, el Contratista evaluará las actuaciones necesarias para garantizar un adecuado drenaje en el corredor férreo, que es de vital importancia, para evitar problemas futuros por erosión de materiales, pérdida de capacidad portante, derrumbes, etc.



D) CALIDAD DE LA CAPA DE BALASTO:

El estado de la capa de balasto actual no sirve para conformar la nueva superestructura

Se deberá colocar una capa de balasto completamente nueva y el Contratista verificará el estado de las partículas (rocas) que componen el balasto considerando los requisitos de calidad relacionados en la Norma AREMA – Capitulo 1, Parte 2

E) CALIDAD DE LOS RIELES:

Los rieles a colocar serán completamente nuevos y se colocarán en largas barras soldadas en su totalidad.

El Contratista deberá tener en cuenta dentro de su propuesta toda la inversión de los rieles nuevos que deberán tener pesos por longitud superiores a (115 lb/yd) o su equivalente en el sistema AREMA, así como su compatibilidad con los asientos de las traviesas a utilizar en el corredor. No obstante, la selección del peso por longitud de los rieles la sustentará el Contratista de acuerdo al tipo de servicio, la velocidad de circulación, la frecuencia de trenes y la carga por eje estimada en el proyecto presentado.

F) CALIDAD DE LAS TRAVIESAS:

El CONTRATISTA tendrá la responsabilidad de elaborar un diagnóstico integral que evalúe la función que ejercen las traviesas en un ferrocarril, entre otras las de:

- *Soporte de los rieles, fijando y asegurando su posición en lo referente a cota, separación e inclinación.*
- *Recibir las cargas verticales y horizontales transmitidas por los rieles y repartirlas sobre el balasto mediante su superficie de apoyo*
- *Conseguir y mantener la estabilidad de la vía en el plano horizontal (longitudinal y transversalmente) y en el vertical frente a los esfuerzos estáticos procedentes del peso propio y las variaciones de temperatura y a los esfuerzos dinámicos debidos al peso de los trenes. Mantener, siempre que sea posible, por sí mismo y sin ayuda de elementos específicos incorporados a la sujeción, el aislamiento eléctrico entre los dos hilos de rieles cuando la línea esté dotada de circuitos de señalización.*

Para garantizar que las funciones descritas anteriormente funcionen adecuadamente se debe prever que todas las traviesas serán nuevas.



➤ **Material (Concreto o madera)**

Para las traviesas fabricadas en madera, el Contratista deberá identificar el tipo de madera o árbol utilizado para su fabricación, así como describir si las traviesas son aserradas y si fueron tratadas. En el caso de las traviesas de concreto se relacionará la resistencia del concreto utilizado y se identificará si el elemento es post-tensado o pre-tensado.

➤ **Espaciamiento**

El espaciamiento de las traviesas afecta directamente la distribución de la presión que es generada por las cargas producidas por el tráfico ferroviario sobre la capa de balasto y la infraestructura del corredor férreo, así como la estabilidad lateral de la superestructura de vía. Por tal razón, se le requiere al Contratista que verifique el espaciamiento de las traviesas que de acuerdo a las recomendaciones de AREMA en la sección 1.3, este debe estar comprendido entre 45.7 cm y 76.2 cm.

G) CALIDAD DE OTROS ELEMENTOS DE LA SUPERESTRUCTURA DE VÍA

Todos los elementos de la superestructura: Sujeciones de vía, Almohadillas, Pernos, Aparatos de vía, Cambiavías deberán ser nuevos para el proyecto.

H) CALIFICACIÓN GENERAL DE LA CALIDAD DE LA VÍA

Finalmente y con el fin de evaluar el estado de la vía en general, el Contratista deberá seguir algún procedimiento que permita establecer la calidad de la vía existente con base en la metodología AAR (Track Quality Index – TQI), ADIF (Calificación de la vía) o algún equivalente.

I) OTRAS CONSIDERACIONES

En este anexo, no se exigirá el diagnóstico de subsistemas ferroviarios que sí se deben analizar a nivel de factibilidad. Dichos subsistemas deben ser diseñados para el proyecto propuesto y por tal razón no se requiere un diagnóstico de las condiciones iniciales o existentes.

Subsistemas Férreos:

- *Material Rodante*
- *Señalización*
- *Comunicaciones*
- *Operaciones y Control de Tráfico*



1.6 ESTUDIO AMBIENTAL

ÁREA AMBIENTAL - ALCANCE GENERAL

Para el área ambiental, el contratista preparará, entregará y radicará ante las autoridades respectivas (de ser el caso), los documentos necesarios sobre los posibles impactos de las intervenciones propuestas del proyecto, así como sus formas de mitigación y los costos asociados.

Revisará el estado y las necesidades de los permisos para uso y aprovechamiento de recursos naturales, levantamiento de veda y sustracciones forestales (privadas, regionales y nacionales) y licencias ambientales requeridas para el proyecto e incluirá dentro de la evaluación los aspectos ambientales que afecten el análisis de costos (incluyendo medidas de compensación) del proyecto y su ejecución.

Deberá identificar la presencia a lo largo del corredor de zonas de sensibilidad ambiental como son, parques naturales, áreas de reserva forestal, áreas protegidas, corredores biológicos, páramos, Distritos de Manejo Integral (DMI), distritos de riego, senderos ecológicos, humedales, ciénagas, zonas de recarga hídrica, santuarios de flora y fauna, vías de parques naturales, distritos de conservación de suelos, entre otras.

También, revisará y evaluará la situación de licencias ambientales preexistentes, o que deban ser solicitadas, así como de los pasivos e incumplimientos ambientales de dichas licencias preexistentes y requeridas. Describirá y propondrá las medidas de manejo, mitigación, prevención, compensación y seguimiento de los impactos ambientales durante las fases de diseño, construcción, operación, mantenimiento y abandono del Proyecto, así como sus costos y programación según se requiera.

El CONTRATISTA, luego del análisis legal, deberá definir los requerimientos ambientales que se deben cumplir para la ejecución del proyecto y preparar los documentos pertinentes, ya sea el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA), el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o el Programa de Adaptación de Guías Ambientales (PAGA) y dejar radicado el documento ante la autoridad adecuada los documentos para el cumplimiento del requisito.

El CONTRATISTA definirá los requerimientos para la eventual preparación, elaboración, radicación y aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) por parte del constructor y/o concesionario del proyecto. Adicionalmente, el CONTRATISTA preparará un Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) de los tramos nuevos (si existen) que así lo requieran. En tal sentido es necesario que los estudios técnicos elaborados se desarrollen siguiendo los lineamientos estipulados en los términos de referencia expedidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) para DAA y EIA según sea el caso.

El CONTRATISTA deberá recopilar las normas y documentos jurídicos o de acciones de las administraciones de las ciudades y la región (acuerdos, decretos, ordenanzas, resoluciones, etc.) en torno a los Planes de Ordenamiento Territorial de la ciudad y los municipios del área de influencia



del corredor, planes de desarrollo vigentes y demás normas ambientales que tengan relación con el Proyecto.

El CONTRATISTA podrá consultar con la Empresa Férrea Regional S.A.S., los estudios realizados a la fecha por el Departamento de Cundinamarca, especialmente el realizado por la Universidad Nacional de Colombia, el cual es un avance del estudio de impacto ambiental, los cuales tienen como fundamento el pronunciamiento realizado por el Ministerio de Ambiente señalando el requerimiento de licencia ambiental para el Proyecto.

El CONTRATISTA debe revisar los aspectos ambientales, así como establecer la demanda de uso y aprovechamiento de recursos naturales, identificando las medidas para compensar, y mitigar, prevenir y corregir impactos ambientales por cada corredor e identificando aquellos que sean posibles obstáculos y formular las soluciones para el adecuado desarrollo de los Proyectos.

Producto: De acuerdo con las necesidades legales ambientales del proyecto, deberá realizar la construcción y elaboración del PAGA, además de garantizar el cumplimiento de los requerimientos, presentando especial interés en la estimación del presupuesto (incluyendo costos por medidas de compensación) y programación para la implementación y el modelo financiero. El contratista debe radicar el PAGA ante la Subdirección encargada del INVIAS y realizar el seguimiento adecuado hasta lograr su aprobación.

De acuerdo con las necesidades legales ambientales del proyecto, deberá realizar la construcción y elaboración del DAA o EIA, además de garantizar el cumplimiento de los requerimientos, presentando especial interés en la estimación del presupuesto (incluyendo costos por medidas de compensación) y programación para la implementación y el modelo financiero. El contratista debe radicar el DAA o EIA ante la autoridad ambiental respectiva, así como realizar el seguimiento adecuado hasta lograr su aprobación.

En caso de no requerirse PAGA, DAA, EIA o un nuevo licenciamiento ambiental, el contratista deberá entregar los soportes ambientales que sustenten las razones adecuadas; los soportes deberán incluir conceptos técnicos claros de las entidades ambientales correspondientes.

ÁREA AMBIENTAL - ALCANCE ESPECÍFICO

El CONTRATISTA revisará toda la información y estadísticas disponibles y llevará a cabo visitas de campo para realizar los estudios pertinentes según los requerimientos del Programa de Adaptación de Guías Ambientales (PAGA) así como deberá definir las actividades (obras de control y mitigación, compensación, corrección y monitoreo ambiental, entre otras), para prevenir afectaciones tales como, aumentos de contaminación sónica en áreas residenciales, al igual que el impacto sobre la seguridad de la ciudadanía que habita o circula en inmediaciones de la vía férrea o que la utilizará. Dentro de estas actividades podrá definir la necesidad de ejecutar programas de educación ambiental, entre otras, así como el siguiente análisis según las necesidades del proyecto:



PAGA (Programa de Adaptación de Guías Ambientales)

Con la información preparada para el análisis de los corredores el CONTRATISTA preparará un PAGA para ser sometido ante la Subdirección encargada del INVIAS. El documento incluirá recomendaciones sobre el plan de manejo ambiental que a su vez servirán como referencia al concesionario en la preparación de su plan de manejo. El PAGA será también preparado para los corredores férreos de la vía existente que por sus características (i.e. Cambios sustanciales del eje base del ferrocarril) no requieran de aprobaciones adicionales por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales o requiera la construcción de variantes.

El CONTRATISTA deberá garantizar la aprobación por parte del INVIAS del PAGA. Así mismo, el CONTRATISTA deberá garantizar que la información entregada en este anexo sea de la más alta calidad, ya que, antes de hacer la entrega al INVIAS para su respectiva aprobación, deberá hacer entregar al CONTRATANTE toda la información recolectada en los tiempos establecidos (independiente de si se tiene o no la aprobación de la autoridad ambiental) y de manera paralela al trámite de presentación y aprobación del PAGA que realizará ante el INVIAS.

De acuerdo con lo anterior, la calidad en la presentación del PAGA será plena responsabilidad del CONTRATISTA, toda vez que esta debería ser base para la elaboración del DAA. Así mismo, el CONTRATISTA deberá seguir tanto con los trámites establecidos para la obtención de la aprobación del PAGA como con los estudios y diseños establecidos.

El CONTRATISTA tendrá la responsabilidad de realizar el trámite completo ante el INVIAS y llegará hasta la obtención de la aprobación del PAGA, pero teniendo en cuenta que lo anterior indica que una vez se tenga los programas seleccionados, de manera inmediata comenzará a realizar los proyectos que el CONTRATISTA aprobó bajo su cuenta y riesgo, sin tener que esperar la aprobación del trámite por parte del INVIAS, ya que esta aprobación se realizará de manera paralela a las demás actividades que deberán realizarse como obligación del presente contrato.

Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA):

Con la información preparada para el análisis de los corredores el CONTRATISTA preparará un DAA para ser sometido a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (de acuerdo con los términos de referencia expedidos por la misma). El documento incluirá recomendaciones sobre el plan de manejo ambiental que a su vez servirán como referencia al concesionario en la preparación de su plan de manejo. El DAA será también preparado para los corredores férreos de la vía existente que por sus características (i.e. Cambios sustanciales del eje base del ferrocarril) requieran de aprobaciones adicionales por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales o requiera la construcción de variantes.



British Embassy
Colombia



El CONTRATISTA deberá garantizar la aprobación por parte de la autoridad ambiental del DAA de la alternativa seleccionada. Así mismo, el CONTRATISTA deberá garantizar que la información entregada en este anexo sea de la más alta calidad, ya que una vez seleccionada la Alternativa antes de hacer la entrega a la Autoridad Ambiental para su respectiva aprobación, deberá hacer entrega en los tiempos establecidos (independiente de si se tiene o no la aprobación de la autoridad ambiental) y de manera paralela al trámite de presentación y aprobación del DAA que realizará ante la autoridad ambiental.

De acuerdo con lo anterior, la calidad en la presentación del DAA ante la autoridad ambiental competente será plena responsabilidad del CONTRATISTA, toda vez que estará por su cuenta y riesgo la escogencia de la alternativa ambientalmente más favorable que deberá ser aprobada por la autoridad ambiental. Así mismo, el CONTRATISTA deberá seguir tanto con los trámites establecidos para la obtención de la aprobación del DAA como con los estudios y diseños establecidos.

El CONTRATISTA tendrá la responsabilidad de realizar el trámite completo ante el ente ambiental y llegará hasta la obtención de la aprobación del DAA, pero teniendo en cuenta que lo anterior indica que una vez se tenga el informe de la alternativa seleccionada, de manera inmediata comenzará a realizar los estudios y diseños para concesión de la alternativa que el CONTRATISTA aprobó bajo su cuenta y riesgo, sin tener que esperar la aprobación del trámite por parte de la Autoridad Ambiental, ya que esta aprobación se realizará de manera paralela a las demás actividades que deberán realizarse como obligación del presente contrato.

Análisis del Corredor Férreo:

El CONTRATISTA realizará un análisis de los elementos claves asociados con estos corredores desde el punto de vista ambiental. Con esto se entiende que se deben identificar aspectos sociales a tener en cuenta en la toma de decisiones del corredor, como lo es la existencia de comunidades étnicas susceptibles de ser afectadas por el desarrollo del proyecto, el requerimiento de áreas con ocupaciones irregulares que ameritaran que en la licencia ambiental se determine el desarrollo de planes de reasentamiento poblacional y/o el desplazamiento de población con la implementación de Planes de compensaciones socioeconómicas.

Este análisis considerará la caracterización general de los corredores y su sectorización ambiental preliminar (áreas de exclusión, áreas de intervención con restricciones y áreas de intervención) así como una revisión del estado y factibilidad de obtención de licencias, permisos, autorizaciones y concesiones ambientales, así como sus plazos estimados de obtención. Para ello, el CONTRATISTA deberá revisar las normas, y establecer una mesa de trabajo con la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, para entender los requerimientos, limitaciones o condicionamientos que serían solicitados si así lo requieren.



IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SENSIBLES

El Contratista debe revisar los instrumentos de ordenamiento territorial de los municipios del área de influencia del corredor y realizar la superposición de mapas del área de influencia del corredor de tren con la estructura ecológica principal y las áreas ambientalmente sensibles establecidas en los instrumentos analizados, así como las áreas que las autoridades ambientales competentes hayan dispuesto como zonas de reserva o protección.

IMPACTOS SOBRE EL PATRIMONIO Y ARQUEOLOGÍA

El estudio del substrato arqueológico será un requisito previo para el trazado del futuro tren. Para ello, un equipo específico realizará un análisis preliminar de carácter histórico, revisando las excavaciones convencionales y de urgencia que pudieran existir en el entorno del trazado. Se delimitará un área de afección y se recomendará, la realización de actas previas en el eje del tren.

OCUPACIÓN DE SUELO

Es uno de los impactos más relevantes. Como se ha indicado en el apartado dedicado a la urbanización, se realizará todo un análisis de la sección, de fachada a fachada, para establecer las nuevas bandas de uso por vehículos, transporte público y peatonal.

Asimismo, se establecerán espacios estanciales y se tratará de manera individualizada los tramos viarios en los que el tren tenga una sección estricta que impida la libre circulación de personas o vehículos.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Los estudios desarrollados deberán cobijar las fases de diseño, construcción, montaje, operación, mantenimiento, desmantelamiento, restauración final, abandono y/o terminación de ser necesarias. Los términos descritos a continuación cuentan como fuente los establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para el sector de Infraestructura:

- 0 Resumen Ejecutivo
- 1 Generalidades
 - 1.1 Introducción
 - 1.2 Objetivos
 - 1.3 Antecedentes
 - 1.4 Marco normativo
 - 1.5 Alcances
 - 1.6 Metodología



British Embassy
Colombia



- 2 Descripción del Proyecto
 - 2.1 Localización
 - 2.2 Características
- 3 Caracterización Área de Influencia del Proyecto
 - 3.1 Área de Influencia Directa
 - 3.2 Área de Influencia Indirecta
- 4 Condiciones territoriales y ambientales para el trazado de nueva infraestructura
 - 4.1 Medio abiótico
 - 4.1.1 Geología
 - 4.1.2 Geomorfología
 - 4.1.3 Suelos
 - 4.1.4 Materiales de construcción
 - 4.1.5 Escombros
 - 4.1.6 Residuos Sólidos
 - 4.1.7 Hidrología
 - 4.1.8 Calidad del agua
 - 4.1.9 Usos del agua
 - 4.1.10 Hidrogeología
 - 4.1.11 Aguas superficiales
 - 4.1.12 Aguas subterráneas
 - 4.1.13 Vertimientos
 - 4.1.14 Ocupación de cauces
 - 4.1.15 Geotecnia
 - 4.1.16 Atmósfera
 - 4.1.17 Emisiones móviles
 - 4.1.18 Emisiones Fijas
 - 4.1.19 Ruido
 - 4.1.20 Vibraciones
 - 4.1.21 Paisaje
 - 4.1.22 Espacio Público: Incluye el balance de zonas verdes y las alternativas de protección, generación o compensación.
 - 4.1.23 Ecurbanismo
 - 4.1.24 Diseños paisajísticos
 - 4.1.25 Nodos ambientales



4.2 Medio biótico

4.2.1 Estructura Ecológica Principal

4.2.2 Sistema de Áreas Protegidas

4.2.3 Otras áreas de interés ambiental

4.2.4 Manejo de Arbolado Urbano. Censo de arbolado urbano en espacio público de uso público. Censo de arbolado urbano en espacio privado e institucional. Identificación de árboles patrimoniales.

4.2.5 Manejo de Avifauna

5 Evaluación de Impactos Ambientales

6 Diagnóstico Ambiental de Alternativas

Evaluar las externalidades y la relación costo beneficio que presenten las diferentes alternativas del proyecto e identificar la opción que presente los mayores beneficios ambientales, sociales y económicos.

7 Zonificación de manejo ambiental

8 Plan de Manejo Ambiental

9 Programa de seguimiento y monitoreo

10 Plan de contingencia

11 Plan de restauración final

Complementando lo puntos antes indicados, a continuación, se relacionan los lineamientos y guías que han desarrollado la Secretaría Distrital de Ambiente y el Instituto de Desarrollo Urbano, los cuales deberán tenerse en cuenta en desarrollo del estudio de factibilidad:

- Lineamientos generales obras de infraestructura alianzas público-privadas.
- Resolución 7142 de 2011, determinantes ambientales.
- Guía Construcción.

1.7 ESTUDIO PREDIAL

Teniendo en cuenta que la meta es usar el derecho de vía existente y necesaria para la operación férrea, el CONTRATISTA, deberá realizar un estudio para revisar, actualizar y retroalimentar la situación física, jurídica, y catastral de la tenencia del uso del suelo del corredor férreo.

Para la ejecución del estudio, se han definido 2 etapas teniendo como referente los lineamientos establecidos en el marco conceptual del CONPES 3958 de 2019:

REVISIÓN, ACTUALIZACIÓN Y RETROALIMENTACIÓN FÍSICA DE LA VÍA EXISTENTE

- a. Se tendrá que determinar los predios por medio de un código universal, que contenga su descripción físico-geométrica de localización, forma, construcciones, linderos y cabida que se consigna en el mapa predial.
- b. Descripción físico-geométrica de localización de zonas de ocupación ilegal.
- c. Caracterización de los predios de la zona: identificar de manera preliminar y con base en la información que la parte técnica presente, el número de predios comerciales, residenciales o de uso mixto que se encontrarían afectados por las intervenciones que requiera el proyecto.
- d. Caracterización del grado de consolidación de áreas construidas en el área objeto de estudio (es decir desde existencia de lotes vacíos, construcciones informales precarias, construcciones informales consolidadas hasta construcciones formales existentes y recientes, entre otras)
- e. Identificación y caracterización de zonas con dinámicas de subdivisión o englobe de predios. De requerirse terrenos según el diseño geométrico, será necesario verificar las situaciones de ocupación del corredor férreo, la necesidad de predios para intersecciones, y de áreas complementarias o de desarrollo conexo, en inmediaciones de las construcciones de edificios.

En los casos de adquisición de nuevos predios, será necesario realizar la evaluación del impacto social definido en el Anexo de Gestión Social y Equidad de Género, a través del componente de lectura territorial. Entre sus elementos más característicos son: una caracterización social preliminar del área de influencia directa e indirecta; la identificación y valoración de los impactos sociales —tanto negativos como positivos— que incluirá aspectos económicos, sociales, culturales, estimación preliminar de los predios requeridos por la compra de predios para el proyecto, entre otros.

El proceso de adquisición deberá incluir los siguientes requerimientos:

1. Elaboración de insumos prediales: ficha social, ficha y plano predial.
2. Validar y/o actualizar la franja de afectación predial, con la respectiva ubicación de los predios. Debe tenerse en cuenta que el ancho de la franja de afectación predial dependerá de la definición de la franja operacional y de aquellas áreas que dentro de la faja de retiro tengan potencial para ser usadas en la construcción de infraestructura complementaria del corredor férreo.
3. Identificación del área ocupada y del área construida en cada uno de los predios a adquirir.
4. Identificar los usos del suelo del área objeto de estudio, a la luz de los POT o norma vigente.
5. Identificar el área potencial construible según POT o norma vigente



British Embassy
Colombia



6. Elaborar el inventario predial de los predios requeridos según la franja operacional, para lo cual también deberá hacer uso de toda la información disponible en las bases de datos del IGAC, Catastros, Oficinas de Registro de Instrumentos Públicos y demás fuentes de información existentes.
7. Elaborar los estudios de zonas homogéneas físicas y geoeconómicas: estos se realizarán de acuerdo con los procedimientos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. Para la elaboración de las zonas homogéneas físicas se tendrán en cuenta como principales, las siguientes variables: normatividad, topografía, servicios públicos y usos o actividades económicas. Para la determinación de las zonas geoeconómicas se aplicarán las metodologías valuatorias de la resolución IGAC No. 620 de 2008. La elaboración de estudios de zonas homogéneas físicas y geoeconómicas, deberá estar avalada por un evaluador acreditado.
8. Adelantar un análisis predial partiendo de información primaria y secundaria, el cual permitirá tener una visión de la gestión predial que requiere el proyecto y el alcance de los estudios prediales, en concordancia al trazado y la franja de afectación predial, la realidad socio predial de los predios requeridos y las obras a desarrollar.
9. Determinar el costo de la gestión predial a cargo del Contratista de la rehabilitación, es decir el costo relacionado con la elaboración de los insumos prediales y el desarrollo de la gestión para la enajenación voluntaria directa y la expropiación.
10. Identificar las áreas de mayor complejidad para la adquisición predial, con el fin de determinar de forma preliminar el alcance real de la gestión predial en el contexto de la realidad normativa, socioeconómica y ambiental y ofrecer pautas que se debe tener en cuenta en el desarrollo de los diseños y estudios prediales posteriores. Para esta identificación se deberá tener en cuenta mínimo los siguientes criterios:
 - Clasificación del suelo
 - Destinación de los inmuebles
 - Restricciones urbanísticas
 - Existencia de instrumentos de planificación territorial
 - Ocupación por asentamientos
 - Centros poblados o grupos poblacionales existentes (resguardo indígena, consejos comunitarios, etc.)
 - Predios con restricciones ambientales
 - Infraestructura de servicios públicos
 - Grado de consolidación de usos existentes
 - Grado de consolidación de áreas ocupadas y construidas
 - Existencia de títulos mineros
 - Presencia de elementos ambientales estructurales

REVISIÓN, ACTUALIZACIÓN Y RETROALIMENTACIÓN JURÍDICA DE LA VÍA EXISTENTE

- a. Identificar en los documentos catastrales la relación entre el sujeto activo del derecho y el objeto predial o bien inmueble. Cuando se presenten casos en que se refiera a un propietario, el componente jurídico integra el registro de la propiedad, el cual es el servicio público prestado por el Estado, con funcionarios denominados Registradores de Instrumentos Públicos, que tiene como objetivo básico servir de medio de tradición del dominio de los bienes raíces y de los otros derechos reales constituidos en ellos, de conformidad con el artículo 756 del Código Civil.
- b. Revisar, actualizar y realimentar la estimación preliminar de los predios requeridos para el proyecto.
- c. Elaborar un inventario de querellas interpuestas por el concesionario o contratista de obra y determinar el estado actual de éstas.
- d. En caso de requerirse predios para la ampliación de la operación férrea, y basándose en los estudios técnicos, se deberá identificar las comunidades y territorios étnicos formalmente constituidos o territorios adjudicados colectivamente a minorías, certificados por Ministerio del Interior o Incoder, que habitan esos predios.
- e. Recopilar todos los documentos relativos a cada predio: registro 1 y 2, folios de matrícula inmobiliaria, escrituras públicas, certificados de cabida y linderos, ficha predial IGAC, estudios de zonas homogéneas físicas y geoeconómicas existentes, planes de ordenamiento territorial, entre otros.
- f. Identificación y sistematización de la información catastral de los predios, incluyendo, entre otros:
 - o Departamento, municipio, número de predio, tipo de registro, total de registros.
 - o Folio de matrícula inmobiliaria y número de identificación catastral o Nombre del propietario, dirección. Área del terreno, área construida, características, uso. Otros criterios relevantes como el análisis de la relación catastro-registro y la eventual discrepancia de la información de las áreas.
- g. Identificar medidas para evitar y minimizar impactos (realineación de trazados, etc.).
- h. Analizar el cambio en la dinámica, productiva, comercial, social que podría ser generada en las zonas que se identifiquen como de mayor complejidad, pues dependiendo de esa dinámica serán los impactos indirectos que el Proyecto pueda causar. Desarrollar una matriz de riesgos y un plan de manejo de riesgos.
- i. Estimar un plan de mitigación de los impactos, además de una estimación y evaluación de sus costos y posibles compensaciones. Especialmente para la estimación de costos del Plan de Compensaciones.
- j. Identificar posibles riesgos sociales no relacionados con los Proyectos pero que podrían generar conflictos durante la implantación del mismo (por ejemplo, demandas no atendidas de comunidades por mejoras en servicios públicos, salud y/o educación, especulación de tierras).



British Embassy
Colombia



ELEMENTOS DEL DIAGNOSTICO PREDIAL	DESCRIPCIÓN	ACCIONES A IMPLEMENTAR
Predios con información de Títulos en catastro.	Corresponde a los predios que contiene datos de matrícula inmobiliaria en la base de datos catastral	Verificar que la información en catastro sea verídica, lo que permitirá iniciar el proceso de negociación voluntaria de manera inmediata.
Predios sin información de títulos en catastro.	Corresponde a los predios que NO contienen datos de matrícula inmobiliaria en la base de datos catastral.	Realizar convenio con el IGAC, a fin de obtener y o actualizar la información faltante.
Predios aparentemente baldíos.	Predios que según la base de datos catastral no tienen propietario. Y que a la fecha en las oficinas de la secretaría de hacienda municipal no han reportado pago de impuesto predial.	Realizar convenio con el INCODER, a fin de obtener la titularidad de esos predios a favor de la Agencia nacional de Infraestructura
Mejoras o invasiones sobre derechos de vía.	Ocupaciones indebidas del espacio público.	Adelantar ante la administración municipal correspondiente la solicitud de restitución de bienes de uso público
Predios con mejoras que ameritan saneamiento previo	Predios que según la base de datos catastral son mejoras, en terrenos ajenos.	Adelantar y asesor a poseedores en Procesos de saneamiento de inmuebles, a través de procesos de pertenecía.

ENTREGABLES

El contratista debe entregar los informes, planos y demás documentos requeridos y detallados en este capítulo.

Igualmente como parte de los Estudios Prediales se entregará, entre otros, lo siguiente: (i) una base de datos con la información relativa a los predios requeridos con su información técnica, legal y social, y a las zonas homogéneas específicas (ii) un diagnóstico técnico, social y legal de los predios, (iii) las acciones a implementar para subsanar las limitaciones prediales, especialmente en lo legal (iv) las estrategias para desarrollar la gestión predial, (v) Una base de datos con la estimación y



proyección de los costos de la adquisición de los predios, incluyendo infraestructura, mejoras, cultivos y compensaciones socioeconómicas.

1.8 PUENTES, PONTONES Y VIADUCTOS

El CONTRATISTA deberá realizar una inspección y diagnóstico del estado actual de todos los viaductos, puentes y pontones existentes en el corredor, para identificar la capacidad técnica y operativa y los problemas funcionales y estructurales. El CONTRATISTA deberá realizar los respectivos análisis para determinar su capacidad portante.

Para los puentes del corredor, superiores a 20 metros de longitud, se deberá realizar un análisis de capacidad estructural sísmica, hidráulica, hidrológica y de socavación, análisis de apoyos estructurales y demás elementos que generen riesgos a la operación.

Deberá proponer las actividades de rehabilitación, mantenimiento, cambios o construcción para garantizar la correcta operación de lo identificado en el inventario.

Se busca con el estudio, definir en diseño las actividades propuestas de mantenimiento, rehabilitación, cambios o construcción, con la finalidad de conocer una aproximación de los costos de construcción, de mantenimiento y operación, programación y tiempos de ejecución, especificaciones y requerimientos técnicos para el mantenimiento y operación y demás elementos necesarios del proyecto. Además, se deben definir los posibles riesgos.

El CONTRATISTA deberá ejecutar el estudio de Puentes y Viaductos para los corredores que por sus condiciones morfológicas y técnicas así lo requieran, basado en el contenido específico que se presenta aquí y considerando la normatividad AASHTO. 7. Deben contener como mínimo los siguientes estudios: trazado geométrico, geología y geotecnia, hidrológicos, hidráulicos y socavación, diseño de la superestructura.

La principal finalidad del Estudio de Puentes, Pontones y Viaductos es analizar las características geométricas y pre dimensionamientos con base en la información geotécnica, hidrológica y la pre modelación estructural. Esto con la finalidad de obtener la mayor información posible en los anteriores aspectos, para que durante la estructuración del contrato, se logre administrar y asignar de la mejor manera los riesgos técnicos y constructivos asociados al proyecto, para los sectores que requieren nuevos puentes.

Además se busca con el estudio, identificar los principales elementos técnicos que garantizan la correcta operación cada puente y de la vía, con la finalidad de conocer una aproximación de los costos de construcción, de operación, programación y tiempos de ejecución, especificaciones y requerimientos técnicos para la operación y demás elementos necesarios de los Proyectos.



Las características técnicas que se definan para los puentes, se elaborarán de acuerdo con lo establecido en este documento y con las últimas versiones de las normas publicadas por el Mintransporte, el INVIAS y AASHTO que sean aplicables para el diseño y la construcción de puentes, las cuales deberán ser aplicadas de forma integral, es decir, sin mezclar especificaciones de diferentes instituciones. Para efectos de análisis, diseño y construcción, los puentes nuevos deben garantizar que los materiales poseen una durabilidad de al menos 50 años.

ENTREGABLE CORRESPONDIENTE AL DIAGNOSTICO DE PUENTES Y VIADUCTOS

- Inventario de los puentes, pontones y viaductos en el cual se especifique su estado actual.
- Informe sobre antecedentes de operación y comportamiento estructural de cada puente.
- Propuestas y descripción de actividades de mantenimiento, rehabilitación, cambios o construcción para garantizar la correcta operación de lo identificado en el inventario
- Diseño para concesión de obras.
- Estudios y análisis de los puentes superiores a 20 metros de longitud, en los que se analice la capacidad estructural, hidráulica, hidrológica, socavación, análisis de apoyos estructurales y demás elementos que generen riesgos a la operación
- Informe de descripción de alcances, especificaciones, presupuesto y programación.

1.9 INVENTARIO DE LA RELOCALIZACIÓN DE REDES DE SERVICIOS (INCLUYENDO OLEODUCTO Y POLIDUCTO)

En este capítulo se deben estudiar las redes de servicios públicos, oleoductos y demás redes con el fin de detallar el grado de interferencia, las dificultades de posibles traslados, e identificar proyectos futuros, que permitan evaluar la incidencia de estas obras en la ejecución del proyecto. El contratista adelantará un trabajo de campo de levantamiento topográfico y la identificación de las redes e instalaciones de servicios públicos en el área de influencia del corredor férreo, a partir de la información de las empresas de servicios. De acuerdo con las especificaciones técnicas utilizando como referencia los levantamientos topográficos, planimétricos y altimétricos, en donde se incluirán las siguientes redes e instalaciones de servicios públicos domiciliarios:

- a. Acueducto
- b. Alcantarillado pluvial, sanitario y/o combinado
- c. Energía eléctrica
- d. Telefonía y telecomunicaciones
- e. Semaforización
- f. Gas domiciliario
- g. Televisión y datos por cable
- h. Oleoductos y/o poliductos
- i. Otras redes relevantes



British Embassy
Colombia



El contratista realizará la consolidación de los datos en un sistema de información geográfico.

El contratista, deberá solicitar los datos técnicos a la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, y demás empresas prestadoras de servicios públicos, los cuales deberán ser tenidos en cuenta para la elaboración de los diseños y presupuesto de las obras a ejecutar en la fase de estructuración.

El proyecto debe tener una propuesta general de renovación de redes de alcantarillado sanitario y acueducto, eléctricas, telecomunicaciones, gas y demás redes, unido a las alternativas que se deben explorar con la posibilidad de desarrollo de proyectos urbanos integrales a lo largo del corredor, actividades que deben desarrollarse en este tipo de proyectos, tal como lo define el POT.

DIAGNÓSTICO DE INTERFERENCIA CON REDES

El diagnóstico de interferencia con redes de servicios públicos deberá contener:

- Diseño e implementación del sistema de información geográfico (SIG) de las redes de servicios públicos, especificando:
 - La plataforma tecnológica utilizada
 - El diseño de las bases de datos
 - El diseño de alternativas de ingreso de la información obtenida al SIG (según sean planos físicos o diferentes formatos de medios digitales)
 - La integración y procesamiento de la misma
 - Las interfaces de salida y consulta correspondientes.
- Recolección y procesamiento de información secundaria de las redes existentes: el contratista adelantará el proceso de recolección de información secundaria consistente en la recopilación de los planos en planta y en perfil de las redes existentes de servicios públicos localizadas en un corredor de 40 metros de ancho a lo largo de la línea del corredor. Lo mismo hará para los casos especiales de áreas de análisis mayores a dicho corredor que requieran un estudio más amplio como en el caso de las estaciones, talleres, patios y cocheras.
- Será responsable de coordinar la gestión a través de las entidades departamentales, distritales y municipales (dentro del área de influencia), con el objeto de recopilar la información más actualizada disponible y en las escalas apropiadas ante las empresas y entidades a cargo de las redes de servicios públicos. La información recopilada en medio físico y digital se incorporará al SIG de las redes de servicios públicos que permita su procesamiento y análisis integrado.
- Recolección y procesamiento de información secundaria de los planes de expansión de las empresas de servicios públicos.
- De manera similar al punto anterior, el contratista gestionará la consecución y procesamiento de los planos en planta y en perfil de las redes de servicios públicos que no se encuentran aún construidas pero que están incluidas dentro de los proyectos de corto y mediano plazo de las entidades a cargo de las mismas, para ser reemplazadas, relocalizadas, ampliadas, rehabilitadas y/o modificadas. Será necesario efectuar reuniones técnicas con las entidades propietarias o administradoras de las redes, para sustentar y verificar la información a analizar.



British Embassy
Colombia



- Recolección y procesamiento de información en campo:
 - El contratista conformará comisiones de inspección en campo para tomar datos de las redes localizadas dentro del mismo corredor de 40 metros a lo largo del trazado de la línea propuesta o en las áreas de análisis definidas. Para tal efecto debe coordinar esta actividad con las labores de topografía en planimetría y altimetría que adelante el contratista dentro de los estudios de topografía y que permitan la localización y toma de niveles (cotas) de tuberías, accesorios, estructuras, cables, postes, semáforos, pozos de inspección, cajas, tableros y demás elementos relevantes constitutivos de los diferentes tipos de redes. El contratista deberá emplear los mejores métodos disponibles para asegurar la adecuada localización de las redes que incluye la utilización de equipos de medición de alta precisión, equipos de sondeo, cámaras de circuito cerrado de televisión (CCTV) y otras tecnologías apropiadas, según cada caso, de acuerdo con los requerimientos de la normatividad establecidas por las empresas de servicios públicos.
 - También conformará un banco de fotografías y medios audiovisuales que documente la localización en el terreno de las redes de servicios públicos. El contratista adelantará apiques y actividades de apertura de elementos de inspección cuando sea necesario, pero sólo con la autorización y acompañamiento de las entidades o empresas administradoras de las redes y será responsable de restituir la integridad de las superficies y componentes de los elementos intervenidos, así como de la limpieza de las áreas inspeccionadas. Igualmente será responsable de los planes de seguridad y manejo de tráfico que impliquen dichas inspecciones.
- Integración y procesamiento de la información primaria y secundaria en el SIG: el contratista integrará toda la información secundaria y primaria obtenida en el SIG, conforme a los puntos anteriores, para que pueda ser procesada y analizada con las herramientas del mismo.
- Diagnóstico integrado: el contratista realizará el análisis de interferencias mediante la utilización de matrices detalladas, el estudio de casos especiales elaborará los esquemas descriptivos y adelantará un proceso de confirmación y retroalimentación con todas las empresas de servicios públicos que tengan redes con afectación significativa.
- Propuesta de soluciones a las interferencias identificadas.
- Protocolos de gestión ante las entidades de servicios públicos.
- Se elaborará la descripción de las hojas de ruta con los trámites y gestiones que debe adelantar el diseñador y constructor final ante las entidades de servicios públicos para ejecutar los trabajos de solución a las interferencias de redes identificadas.

PROCEDIMIENTO PARA EL ESTUDIO DE REDES DE SERVICIOS

A continuación se describen los procedimientos a seguir para llevar a cabo la investigación de redes de servicios públicos con el objetivo principal de evitar daños en las redes construidas e



interferencias entre redes proyectadas y construidas; dichos inconvenientes generarían no solo problemas con las diferentes empresas de servicios públicos sino también la ejecución de trabajos adicionales, acarreando sobrecostos que pueden ser evitados desde el diseño mismo de los proyectos, mediante una buena investigación de redes de servicios públicos.

El trabajo de investigación de redes es un proceso que consta de tres etapas básicas:

1. Se inicia con la búsqueda de información secundaria en las diferentes empresas de servicios públicos; continúa con la investigación complementaria necesaria y confrontación en campo y finaliza con la generación de los planos que contengan la información de las redes existentes en terreno.
Para desarrollar la primera etapa, cada empresa de servicios públicos cuenta con una dependencia encargada del registro aproximado de todas las obras ejecutadas o en proyecto, ya sean: planos de redes existentes, récord de obra ejecutada y recibida, planos de proyecto, esquinas o cualquier otro tipo de información que facilite la localización en terreno de los diferentes elementos que conforman las redes de servicios públicos como válvulas, pozos, cajas, cámaras, etc.; es importante verificar todas las obras ejecutadas no incorporadas en las planchas generales de construcción y de los proyectos de implementación y/o renovación a ser ejecutados a futuro y que se encuentren dentro del área de influencia del estudio. Esta información debe ser adquirida por el contratista, directamente en las empresas de servicios públicos.
2. La segunda etapa consiste en la confrontación en terreno de toda la información cartográfica recopilada, complementándola con la observación en campo y apoyados con las labores de levantamiento topográfico, efectuadas simultáneamente en el desarrollo del estudio.
3. Finalmente, toda la información recolectada debe ser procesada, ajustada y consignada en planos de redes existentes, para cada tipo de servicio público, que garantice determinar las condiciones reales de la infraestructura existente en terreno.

Los distintos operadores de servicios serán consultados por correo y posterior visita, así como los servicios técnicos de la ciudad con el fin de sintetizar, en un fichero único, y posteriores planos de color, los diferentes servicios afectados. Las soluciones superficiales para un tren suponen también el desvío de todos aquellos servicios que se encuentren a menos de 80 cm bajo la plataforma a menos que el contratista presente un estudio que soporte que esto no se requiera. La aprobación de esta condición deberá ser aprobada por las entidades competentes.

Por otra parte, es necesario evitar que pozos, registros diversos se puedan encontrar bajo la plataforma. Tras definir los principios de desvío de servicios se podrá estimar y valorar los desvíos necesarios. Se establecerá una clasificación de estos servicios en función del nivel afección al trazado.



Generalmente los servicios afectados no condicionarán el trazado, sin embargo, en algunos casos para terminales, estaciones, u otras edificaciones, podrá ser económicamente interesante que el trazado tome en cuenta algún servicio, (alta tensión, gas, fibra óptica, colectores importantes) con el fin de evitar su reposición. Esta valoración tendrá que ser realizada en breve plazo al inicio de los trabajos.

El reconocimiento de los servicios afectados podrá dar lugar a levantamientos topográficos locales. En cuanto al reconocimiento de los servicios afectados de primera magnitud (aquellos que puedan motivar una variación de trazado) serán tomados en cuenta desde el estudio funcional.

Una de las labores fundamentales del trabajo en este campo será la coordinación de diferentes servicios y la gestión de estos con los titulares de los mismos.

ENTREGABLES

El contratista debe entregar los informes, planos y demás documentos requeridos y detallados en este capítulo.

1.10 ESTACIONES, EDIFICACIONES E INSERCIÓN URBANA

La inserción urbana de un tren se presenta como una oportunidad para a través de este sistema de transporte masivo, ofrecer soluciones que potencien el desarrollo de un municipio; para tal fin, un proyecto férreo de esta magnitud requiere un análisis integral del trazado y su articulación con la trama urbana, de manera que se identifiquen los requerimientos mínimos, y a su vez las oportunidades tanto para el desarrollo del sistema, como para dicha área urbana.

Por tanto, el análisis y prospectiva de la inserción urbana debe ser abordada en diferentes escalas, desde una escala macro (escala regional) a una micro (área de intervención), y un aparte intermedio (área de influencia del trazado) que reconozca dinámicas, potenciales y dificultades que se deberán abordar para ofrecer una óptima solución en términos urbanos.

De igual manera, para elaborar el diagnóstico de las características urbanas propias de este proyecto, se propone realizar aproximación a este diagnóstico desde las siguientes cinco dimensiones:

- Aspectos generales, localización trazado e identificación del área de influencia
- Análisis afectaciones y espacio público.
- Dinámicas urbanas (edificatorias, económicas y sociales) en el área de influencia
- Identificación y reconocimiento de nodos urbanos existentes y potenciales
- Medio ambiente y espacio publico



En términos urbanos, se debe establecer un diagnóstico claro y conciso de las condiciones del territorio en la escala regional, municipal y local que permita la identificación de deficiencias y potenciales que puedan ser solucionados a través de la identificación de sectores estratégicos. En el anterior orden de ideas se debe realizar un diagnóstico urbano en tres escalas: Escala regional, escala municipal y escala local, de manera que se permita tener entendimiento de las dinámicas que afectan el trazado y los sectores aledaños. Al hacer referencia a dinámicas

ASPECTOS GENERALES, LOCALIZACIÓN TRAZADO E IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Como se estableció anteriormente, para entender la dinámica entre las urbes afectadas por el trazado del tren, se debe realizar la caracterización de los municipios en las diferentes escalas anteriormente descritas (Regional – Municipal – Local). Por lo tanto, se debe establecer la siguiente información global:

- Información de Población, actual y proyectada
- Área de cada municipio
- Desagregación área rural y urbana
- Vocaciones de los municipios afectados

Para completar el diagnóstico, es necesario realizar un análisis general de cada uno de los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios afectados por cuenta del trazado del tren. Una vez establecido este análisis se debe profundizar en los siguientes aspectos desde las escalas establecidas anteriormente:

- Identificación de áreas urbanas y de expansión urbana
 - Áreas de actividad
 - Tratamientos urbanísticos existentes
 - Potencial edificatorio
 - Identificación de localización de grandes proyectos de infraestructura
- Identificación de área rural
 - Categorías del suelo
 - Centros poblados
 - Suelos suburbanos
 - Zonas de producción agrícola
 - Actividades
 - Posibles áreas de concentración de población.



Por último, se debe establecer las zonas críticas de intervención identificando los siguientes aspectos:

- Invasiones
- Asentamientos Humanos de Desarrollo Incompleto
- Zonas de riesgo
- Bienes Patrimoniales
- Zonas arqueológicas

De acuerdo a la escala de servicio del tren se debe establecer el área de influencia sobre la cual se realizará el diagnóstico a nivel local, para lo anterior, en un primer paso se debe establecer la distancia de referencia de accesibilidad (distancia dispuesta a caminar un usuario del sistema) hacia las estaciones del sistema (la distancia establecida de referencia para un sistema tipo metro se estima entre 400 – 500 m). Para un tren de alcance regional se estima en 800 m; no obstante con base en información secundaria esta distancia debe ser acotada a las condiciones urbanas y de servicio del tren.

Una vez establecida la distancia de referencia, el área de influencia se demarcará en conjunto con la consideración de los siguientes aspectos:

- Condiciones físico – geográficas
- Límites administrativos.
- Malla vial arterial
- Condiciones ambientales
- Condiciones económicas
- Condiciones sociales

ANÁLISIS AFECTACIONES Y ESPACIO PÚBLICO

Se debe realizar una identificación de las afectaciones prediales sobre el espacio público y equipamientos que alteren las dinámicas urbanas del territorio; para tal fin el Contratista deberá realizar un planteamiento general de espacio público dentro del área de influencia del trazado, con el fin de poder determinar su incidencia y posible afectación por cuenta de la implantación del sistema. Los diseños de detalle se realizarán en una fase posterior.

Adicional a lo anterior el Contratista deberá realizar un estudio urbanístico donde identifique los proyectos existentes y proyectos potenciales a desarrollar (públicos y/o privados) a lo largo del corredor, enlazándolos con la estructura urbana y espacio público existente y propuesto, teniendo en cuenta la potencial ubicación de las estaciones. Este estudio debe incluir un análisis preliminar de alturas y usos del suelo, vías con potencial peatonal, identificación de zonas verdes, espacios públicos adicionales y potenciales proyectos. Como resultado de este estudio se deben recomendar



lineamientos para proyectos que generen nuevos espacios públicos y/o proyectos inmobiliarios, ya sea mediante renovación urbana o lotes en desarrollo.

DINÁMICAS INTERMUNICIPALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

Las relaciones intermunicipales propias de la región que será servida por el tren deben ser revisados no solo desde las dinámicas de transporte sino también debe incorporar análisis de jerarquía, servicios, infraestructura, economía y conurbación del territorio.

Para concretar el análisis descrito las dinámicas del territorio y determinar la situación de cada uno de los municipios con respecto a los demás se debe analizar los siguientes aspectos en la escala regional:

- Subsistema ambiental
- Análisis de la conurbación intermunicipal
- Subsistema de transporte, correspondiente a vías y servicios de transporte
- Subsistema de servicios públicos
- Análisis de los crecimientos poblaciones (dinámicas entre los municipios)

Se debe evaluar/definir el trazado (tener en cuenta que se trata de una línea férrea existen y una franja de influencia, de manera que se permita identificar y diagnosticar los siguientes aspectos:

- Características normativas de los sectores afectados, permitiendo establecer el contexto.
- Cobertura del sistema
- Interacción con los subsistemas urbanos, parques, dotacionales, entre otros.
- Interacción con el sistema de transporte
- Identificación de nodos urbanos dentro del área de influencia.

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE NODOS URBANOS EXISTENTES O POTENCIALES POR LA IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO

El Contratista debe reconocer puntos en los cuales haya confluencia de actividades económicas, sociales y culturales que configuran actualmente nodos urbanos consolidados en los corredores. De igual manera, es conveniente que se realice una identificación de otros puntos o zonas que tengan potencial de consolidación, fortaleciendo la estructura funcional y de servicios de la ciudad con la operación del nuevo sistema de transporte, sistema vial, espacio público, redes de servicios públicos y estructura ecológica del área de influencia del Proyecto.

Dentro de los aspectos puntuales a revisar sobre posibles nodos de concentración de población se cuentan:



British Embassy
Colombia



- Centralidades
- Grandes superficies comerciales y de servicios
- Grandes Equipamientos o concentración de equipamientos
- Altas densidades poblacionales
- Espacios públicos de escala urbana / Regional

En este aparte, es necesario que en los documentos técnicos, el Contratista identifique y defina cuáles serían las actuaciones en estos puntos de dinámica económica social y cultural del corredor, dentro de los cuales deben estar considerados además de los terminales del sistema, las zonas de intersección con los otros sistemas de transporte masivo y los nodos identificados como potenciales.

Identificación de oportunidades de revitalización acorde con lo consignado en cada Plan de Desarrollo (Generación de demanda de transporte para el sistema y relocalización de población dentro del centro ampliado), y financiación del proyecto de transporte mediante gestión y desarrollo de proyectos urbanos integrales.

El Proyecto debe involucrar la identificación de áreas para la renovación-revitalización urbana en zonas de baja demanda de transporte, baja densidad urbana, deterioro urbanístico y áreas de oportunidad sobre las cuales se proponga realizar desarrollos inmobiliarios gestionados por el proponente, que tengan la posibilidad de financiar las obras del sistema de transporte masivo, en concordancia con la norma urbanística aplicable.

Por lo anterior es necesario que el Contratista estudie el área de influencia, explorando posibilidades de tratamiento de renovación urbana, en las modalidades de reactivación y redesarrollo o cualquier otro instrumento existente en la normatividad vigente sobre las cuales debe haber una consideración de obligaciones urbanísticas asociadas al sistema de espacio público, equipamientos y al subsistema vial.

La posibilidad de incluir instrumentos de gestión y financiación adicionales a la gestión y desarrollo de proyectos inmobiliarios debe tenerse en cuenta como alternativa de fuentes de financiación para sistemas de transporte masivo en cada uno de los municipios afectados por el trazado del sistema de tren.

Adicionalmente, es necesario explorar mecanismos de financiación para la operación del sistema transporte masivo mediante la implantación de comercio en espacios análogos al espacio público y prestación de otros servicios sobre la zona de influencia del corredor, complementando los servicios propios del sistema.

En este sentido alternativas como peajes urbanos sobre las calzadas mixtas del corredor, que financien la construcción y el mantenimiento de la infraestructura vial vehicular y del sistema férreo



British Embassy
Colombia



que operaría sobre la vía, tienen que ser evaluadas e incorporadas como eventuales alternativas dentro de las propuestas.

El Contratista deberá entregar los lineamientos y fundamentos para cada uno de los tramos identificados de acuerdo a las condiciones antes citadas, que a partir de la experiencia internacional en proyectos similares requieran este tipo de implantaciones, y presentar un informe al segundo mes que contenga:

- Identificación (caracterización) y propuesta de implantación del sistema en los diferentes tramos del corredor.
- Tipología de las vías y estándares de diseño:
 - Características de las secciones transversales para cada tipo de vía, incluyendo intersecciones a nivel (semafóricas) o a desnivel.
 - Clasificación de las secciones transversales.
 - Condiciones de la vía (nivel, viaductos, túneles, pasos a desnivel).
 - Integración y articulación con los sistemas de transporte de la ciudad. y demás equipamientos (estacionamientos, plazas, centralidades).
 - Definición y dimensión de las reservas viales.
 - Manejo de redes de servicios públicos (alumbrado, drenajes, comunicaciones).
 - Vías que cruzan el corredor.
 - Pendientes mínimas y máximas del corredor.
 - Anchos de carriles, bermas, separadores, accesos a predios.
 - Distancia a obstáculos y condiciones de visibilidad.
 - Caracterización de las áreas de espacio público y mobiliario urbano.
 - Usos del suelo en torno al área de influencia del corredor.
 - Identificación de impactos urbanísticos en la implantación, basados en experiencias en otros proyectos.
 - Recomendaciones de cómo integrar volumétricamente y relación de la edificabilidad de la ciudad con el corredor férreo.
 - Dimensiones recomendadas para áreas de aislamiento ambiental y de ruido.
 - Estrategias de potencialización de zonas aledañas al corredor para que asuman un nuevo rol en la dinámica de la ciudad.
 - Estrategias de gestión de suelo en sectores consolidados.
 - Parámetros operacionales del sistema a lo largo del corredor.



AMBIENTE Y ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL

Desde la perspectiva urbana, las propuestas que se presenten para estructurar sistemas de transporte masivo en la ciudad deben articularse con un planteamiento que tenga en cuenta además de las características propias del sistema, intervenciones que estructuren un “corredor verde” de transporte, evaluando opciones que trasciendan el tratamiento paisajístico del entorno urbano, integrándose al sistema de espacio público, al sistema hídrico y a la estructura ecológica de la ciudad, en donde haya lugar.

Para tal fin las propuestas deben incorporar el componente de gestión del riesgo, análisis de permeabilidad del suelo, propuestas de gestión de residuos de demolición y construcción, análisis de conectividad ecológica y las demás recomendaciones definidas en los proyectos que están alineadas con el capítulo ambiental de diagnóstico.

ENTREGABLE

El contratista debe entregar los informes, planos y demás documentos requeridos y detallados en este capítulo. Como parte de los Estudios de Inserción Urbana se entregará, entre otros, lo siguiente: (i) una base de datos con la información geográfica del componente urbano. (II) Fichas resumen con la caracterización urbana del área de influencia de cada una de las estaciones potenciales. (III) Documento diagnóstico de la inserción urbana.

2. ESTRUCTURACION TÉCNICA

En esta fase, el CONTRATISTA deberá realizar los estudios y diseños a nivel de factibilidad que serán sujetos de cambios conforme a los resultados de las estructuraciones legal, financiera y social.

2.1 TRÁNSITO, TRANSPORTE Y MOVILIDAD

El CONTRATISTA deberá considerar como mínimo los siguientes aspectos:

- a) Planteamiento, construcción y definición de los escenarios futuros³ para la selección de la alternativa operacional a implementar, sumado al estudio de demanda, de acuerdo con la información primaria y secundaria anteriormente analizada y los modelos base realizados en la etapa anterior. Estos escenarios se deberán desarrollar y evaluar con base en aspectos como: informalidad, aumento o disminución de la demanda, cobertura, nivel de servicio,

³ Se debe tener en cuenta la entrada en operación de los proyectos de transporte y urbanos a nivel regional que tengan influencia sobre el Proyecto. Asimismo, el Contratista deberá evaluar alternativas de integración física, tarifaria y/o operacional con los otros modos de transporte (motorizados y no motorizados).



British Embassy
Colombia



Producto Interno Bruto (nacional, regional y local), comportamiento del parque automotor, elasticidad de la tarifa, estructuración tarifaria (deberá estar articulado con la Estructuración Financiera), análisis de sensibilidad de la tarifa, modelo de crecimiento de Bogotá y los municipios, sensibilidad a la equidad de género e inclusión social, entre otros, y de igual manera deberá tener en cuenta lo especificado en el título de COEXISTENCIA CON CORREDOR DE CARGA.

- b)** Validar y o establecer con base en el análisis de la oferta y la demanda de los escenarios futuros, los impactos y beneficios debido a la entrada en operación del proyecto. Lo anterior deberá ser presentado mediante indicadores, análisis y demás aspectos que el Contratista considere necesario.
- c)** La selección del escenario óptimo deberá estar basado en una metodología que el Contratista considere correcta, la cual deberá ser aprobada por la Interventoría.
- d)** Los escenarios futuros deberán estimar la demanda en el horizonte de análisis de 5, 10, 15 y 20 años.
- e)** Para la interpretación de los resultados de la modelación se deberá hacer una presentación comparativa de los parámetros operacionales referidos de las redes involucradas y para diferentes propuestas de diseño. Entre los parámetros a considerar se encuentran como mínimo son:
 - *Tiempos de viaje*
 - *Velocidad del sistema*
 - *Costos de operación*
 - *Consumo de combustibles*
 - *Índices de saturación de intersecciones y accesos vehiculares.*
 - *Eficiencia de la red*
 - *Capacidad del sistema*
- f)** Diseño operacional de los escenarios, presentando su respectivo análisis y evaluación de las características, parámetros y batería de indicadores del sistema a partir de los resultados de la modelación⁴ de transporte y tránsito. Los cambios que se identifiquen sobre los otros modos de transporte debido a la implementación del Proyecto, deberán ser definidos y detallados por el Contratista.
- g)** Se deberá generar una batería de indicadores de seguimiento que le permita a la entidad encarga, realizar el debido control a la implementación y operación del sistema. Esta batería deberá contener como mínimo indicadores relacionados con el control técnico a la operación y el monitoreo a la calidad del servicio.

⁴ El Contratista deberá entregar todos los archivos de modelación y la explicación correspondiente, mediante un manual detallado de dicha actividad.



British Embassy
Colombia



- h) A partir de los resultados de la modelación de la red evaluada se deberán presentar los análisis operacionales de cada una de las intersecciones de la red estudiada, en función de las características particulares previstas para la intersección, como son: volúmenes y movimientos direccionales por acceso, diseño geométrico, tipo de regulación y su integración con los diferentes componentes del sistema de transporte.
- i) Plantear alternativas de solución, según sea la condición de la problemática para las intersecciones o cruces identificados con los documentos y especificaciones técnicas que sean necesarios.
- j) Estimar los beneficios obtenidos con la implementación de intersecciones a desnivel, orejas y conectantes o con el cambio o implementación de intersecciones semafóricas, intercambiadores, cruces en canales, con el ahorro en los tiempos de desplazamiento de los usuarios, y estudiar su relación con el costo de la obra.
- k) Determinación de puntos de transferencia intermodal entre los distintos sistemas de transporte.
- l) Presentar las recomendaciones sobre el diseño físico y operacional del corredor y su área de influencia teniendo en cuenta aspectos como accesibilidad, movilidad, conectividad y seguridad vial; este último aspecto deberá ser fundamental para los casos en que se plantean intersecciones a desnivel.
- m) Recomendar las alternativas que desde los puntos de vista técnico, económico y urbanístico sean las más favorables para el paso de modos motorizados y no motorizados acordes con las actividades de inserción urbana y diseño de la infraestructura y superestructura del Proyecto. La comparación de las alternativas de solución propuestas, debe realizarse tomando como escenario base la situación actual, a partir de parámetros técnicos y económicos (relaciones B/C, VPN, TIR).
- n) El Contratista debe entregar en representación esquemática, en planos a escala conveniente todo aquello que ayude a interpretar fácilmente lo descrito en el informe de demanda y modelación, en donde como mínimo se deberá incluir: volúmenes de pasajeros y/o carga por cada uno de los corredores de transporte (vial y férreo) y en cada una de las estaciones, número de trasbordos por cada uno de los modos de transporte, ordenamiento vial, inventarios de infraestructura vial, de transporte, puntos críticos y propuestas de soluciones, cambios en la operación de los sistemas de transporte público, entre otros.
- o) El Contratista deberá programar capacitaciones dirigidas al personal dispuesto por las entidades en la construcción y sensibilización del modelo.
- p) Las recomendaciones y conclusiones deberán estar ampliamente desarrolladas dentro del documento final, de manera que se constituyan en una herramienta básica para la toma de decisiones relacionadas con el proyecto.

Aspectos específicos de la modelación de transporte:

El Contratista debe como mínimo, realizar o tener en cuenta los siguientes aspectos:



Construcción y evaluación de escenarios de modelación:

- En esta fase el Contratista, de común acuerdo con el Comité Técnico, debe construir los escenarios de evaluación de los proyectos de interés. El Contratista debe construir y estimar la información de entrada del modelo para los años y escenarios a evaluar.
- El modelo recalibrado y validado, debe tener la capacidad de representar, estimar y evaluar los proyectos factibles de ser valorados que se encuentren o afecten en algún grado al Proyecto.

ENTREGABLES

- Documento que presente la estructuración en términos de tránsito, transporte y movilidad debido a la implementación del Proyecto. Dicho documento deberá plasmar la metodología de escogencia de los escenarios planteados, y los respectivos resultados para cada uno. De igual manera, deberá contener cada una de las intervenciones que se deberán realizar, tanto en términos de transporte y tránsito, para la operación del corredor férreo.
- Anexos que contengan los planos a escala conveniente, de todo aquello que ayude a interpretar fácilmente lo descrito en el informe como son: asignaciones del tránsito sobre la red vial, ordenamiento vial, inventarios de infraestructura vial, de transporte y de señalización, puntos críticos y propuestas de soluciones.
- El CONTRATISTA deberá entregar la base de datos, macros o *scripts* de asignación, matrices y cualquier otro archivo necesario para replicar los procesos de calibración y análisis de escenarios. Para los modelos micro, se deberá entregar los planes semaforicos, archivos de iteraciones de rutas y costos de las mismas, en caso de que sea dinámica. Adicionalmente, se entregará un manual detallado de los modelos en donde se explique la conformación, parámetros, uso y resultados.

2.2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

El Contratista deberá definir y presentar con análisis justificado las hipótesis fundamentales y los cálculos realizados para determinar el Plan de Operación y Explotación Comercial del sistema del Tren a implementar. Partiendo de sus análisis y justificación de la demanda, entre otros aspectos, deberá incluir.

- Simulación de las marchas de los vehículos de pasajeros, con base a los parámetros del trazado y características técnicas de los vehículos de pasajeros, en la hora pico y horas valle.
- Cálculo de tiempos de recorrido
- Cálculo de los tiempos de parada con base en la demanda por estaciones
- Cálculos de la flota de trenes requerida para las horas pico y valle.



- Cálculos de los intervalos y/o frecuencias de operación en las diferentes horas del día.
- Determinar las necesidades de personal de conducción.
- Cálculo, definición y caracterización del personal requerido para las labores de dirección, gestión, operación, mantenimiento y limpieza tanto de las instalaciones físicas como del material rodante principal y auxiliar
- Cálculo y definición de los procesos de mantenimiento de las instalaciones fijas y del material rodante.
- Descripción de cada uno de las fases de mantenimiento.

Para la presentación de los costos de explotación de la línea, el Contratista agrupará los mismos en los siguientes conceptos que serán parte de la Estructuración Financiera del proyecto:

- Costes de Personal de Dirección/Gestión.
- Costes de Mantenimiento de la Infraestructura de las obras civiles, instalaciones físicas y estaciones.
- Costos de mantenimiento del material rodante principal y auxiliar.
- Costes de operación del servicio.
- Cálculo con indicación y justificación de las hipótesis de los costos de operación y explotación comercial del sistema.
- Cálculo de los costos de energía y combustibles para el sistema

El Contratista deberá presentar, para calcular los costos de mantenimiento del sistema, el Plan de Mantenimiento de las instalaciones fijas y del material rodante principal y auxiliar; los servicios de Mantenimiento incluirán todas las actividades asociadas al Mantenimiento Predictivo, Preventivo y en su caso al Mantenimiento Correctivo, y las limpiezas técnicas asociadas a las instalaciones y al material rodante.

El alcance de las actividades asociadas al Mantenimiento incluirá tanto la aportación de la mano de obra como la de los materiales, repuestos, insumos y consumibles necesarios para los siguientes trabajos:

- Las actividades de Mantenimiento Predictivo, conforme a las consistencias y frecuencias determinadas.
- Las actividades de Mantenimiento Correctivo, derivadas del deterioro normal provocado por la explotación, tras concluir los periodos de garantía e incluyendo la asistencia en línea cuando sea necesaria.
- La eventual asistencia en línea necesaria para la completa cooperación en la resolución de incidencias de explotación (accidentes, descarrilamientos, enganches de pantógrafo, etc.) que se presenten. Servicio de Asistencia en vía consiste fundamentalmente en la presencia de personal de mantenimiento en puntos estratégicos de la línea durante las horas críticas de servicio.



El Contratista presentará el análisis de los ingresos por concepto de la explotación comercial del sistema agrupados en los siguientes conceptos:

- a. Ingresos por tarifa
- b. Ingresos por concepto de publicidad y mercadeo del sistema
- c. Otros posibles ingresos, desagregándolos por los diferentes conceptos propuestos, tal como se establecerá en la estructuración financiera.

ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN.

A partir del estado en que deben quedar los Proyectos o del diagnóstico inicial en caso de existir, el CONTRATISTA debe proponer parámetros de servicios funcionales, estructurales y operacionales y metas asociadas con cada uno de ellos.

Se debe definir requerimientos para la operación de la vía férrea, incluyendo costos de construcción y gestión de estaciones, patios de maniobra, puestos de control, casetas de pasos a nivel y otros relevantes. Presentar un estimado de los costos de operación.

El CONTRATISTA, deberá inicialmente identificar, evaluar y utilizar los índices empleados por el Gobierno de Colombia en el transporte ferroviario. Al mismo tiempo, si amerita, el CONTRATISTA deberá proponer, justificar y utilizar índices alternativos o complementarios que considere adecuados.

Los parámetros deben estar asociados con el servicio y confort de los usuarios y con la durabilidad de largo plazo de la obra teniendo en cuenta los índices de calificación de la vía tales como la metodología AAR (Track Quality Index–TQI), la metodología ADIF (Calificación de la vía) o algún equivalente.

Parámetros operacionales que incluyan velocidad de operación, ton-km transportada, capacidad de la vía, número de incidentes, número de accidentes, índices de mortalidad, estado de los equipos de control y monitoreo, entre otros.

Realizar análisis de sensibilidad sobre los costos de rehabilitación, mantenimiento y operación. Dentro de estos costos se tendrán en cuenta aquellos relacionados con la infraestructura y equipos para la operación.

Proponer una estrategia para el mantenimiento y operación de los Proyectos, que involucre estándares en descripción de actividades, metodologías, presupuestos, programaciones, sistema de seguimiento, formas de pago, entre otras.



British Embassy
Colombia



Definir los componentes de mantenimiento y operación, determinando las actividades, cantidades de obra, especificaciones, características técnicas, costos, programación, requerimientos técnicos y demás elementos necesarios para la ejecución de dichas actividades en el Proyecto teniendo en consideración las metodologías utilizadas por las normas AREMA.

OPERACIONES FERROVIARIAS

La adecuada planificación de las operaciones ferroviarias y sus subsistemas garantizarán la seguridad en la circulación de trenes mediante el uso apropiado de un sistema confiable de señalización, un sistema eficiente de comunicaciones y la capacitación del personal ferroviario a cargo de las operaciones.

En consecuencia a lo anterior, el Contratista deberá hacer entrega de un Informe que en primera instancia indique el modelo operacional con base en la demanda a movilizar y el material rodante a utilizar y, a partir de dicho modelo, deberá indicar todos los componentes que se deben tener en cuenta para que los sistemas que garantizan la seguridad en las operaciones ferroviarias sean satisfactorios.

MODELO OPERACIONAL

Para elaborar el modelo operacional, el Contratista deberá utilizar los resultados del alineamiento óptimo calculado en el diseño geométrico y la demanda estimada en todas las etapas del proyecto. Las variables que deberá seleccionar e indicar en este modelo se relacionan a continuación:

- Longitud total del trazado.
- Diagrama de pendientes.
- Longitud de los apartaderos. Los sistemas suburbanos son por lo general en vía doble, por razones de frecuencia. Los apartaderos servirían para establecer bucles o para la movilización de trenes de carga en períodos valle.
- Localización (indicando la abscisa de inicio y terminación) de cada apartadero.
- Velocidad de diseño sectorizada en el corredor teniendo en cuenta sectores de la vía en los cuales la velocidad puede ser restringida como puede ser el caso en los pasos a nivel, pasos por estaciones, cruces por áreas pobladas, circulación a través de curvas excepcionales, puentes, etc.
- Localización de estaciones (indicando la abscisa de inicio y terminación).
- Demanda proyectada en todas las etapas del proyecto.
- Desintegración de la demanda por productos.
- Identificación de origen y destino indicando las abscisas correspondientes en el corredor.
- Tiempos de duración de cargue y descargue de pasajeros y de las mercancías a transportar en el tren según su configuración (Análisis que se requiere en el capítulo de Material Rodante).
- La capacidad de arrastre del material tractivo a utilizar en el proyecto (Análisis que se requiere en el capítulo de Material Rodante).



Con base en la recopilación de las variables, el Contratista elaborará el modelo operacional que a su vez deberá indicar los el tiempo total del ciclo de operación y con base en los ciclos de operación se deberán calcular las frecuencias de paso en el corredor.

El modelo operacional deberá considerar los inconvenientes reales que se generan en la operación de una red ferroviaria, por lo cual la disponibilidad de tiempo real se debe reducir con el fin de considerar en el modelo un factor de seguridad que se tiene en cuenta por interrupciones en el servicio causados por huelgas, accidentes, condiciones climáticas desfavorables, periodos dedicados al mantenimiento, entre otros.

Según los resultados del modelo operacional, el Contratista deberá indicar las necesidades del material rodante para satisfacer la demanda identificada e indicar la configuración del tren tipo.

El modelo operacional deberá incluir la entrega de las mallas de circulación preliminares (Graficas espacio – temporales) de la operación de los trenes y un horario estimado de la hora de llegada y de salida de los trenes en cada estación del proyecto.

Por otro lado, el Contratista deberá hacer entrega de la lista del personal necesario para ejecutar las actividades relacionadas con la operación ferroviaria, así como las funciones que son ejecutadas a través del funcionamiento de los subsistemas de enclavamientos, comunicaciones y señalización.

GESTIÓN RAMS

El Contratista en cualquier fase del ciclo de vida del proyecto deberá realizar todas las actividades de gestión de proceso RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety) según las siguientes normas:

- Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Requisitos básicos y procesos genéricos
- Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección de ferrocarril.
- Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.

Los documentos de seguridad se tendrán que presentar organizados en un Dossier de Seguridad según lo especificado en la norma de seguridad EN 50129.



British Embassy
Colombia



ENTREGABLES RAMS

El Contratista presentará la siguiente Información:

- a. Análisis de Seguridad Preliminar**

El Análisis de Seguridad Preliminar tendrá como mínimo los siguientes apartados:

 - (i)** Análisis preliminar de peligros.
 - (ii)** Listado de peligros asociados al sistema/subsistema.
- b. Programa RAM**

El Programa RAM tendrá como mínimo lo siguientes apartados:

 - (i)** Definición de la Política RAM adoptada.
 - (ii)** Definición clara del alcance del Programa.
 - (iii)** Descripción del Sistema/Subsistema y descomposición preliminar del sistema/subsistema a nivel componente.
 - (iv)** La definición de paquetes de trabajo RAM asociados a cada fase del ciclo de vida aplicable.
 - (v)** Definición de roles, responsabilidades, competencias y relaciones de las organizaciones responsables de realizar los paquetes de trabajo RAM a lo largo del ciclo de vida.
 - (vi)** Definición del modelo FRACAS (Informe de Fallos, Sistema de Análisis y Acciones Correctivas) aplicado desde la fase de producción hasta la aceptación. En esta primera versión del Programa será necesario como mínimo definir la organización que se entiende concretar para llevar a cabo las tareas asociadas a las actividades del FRACAS.
 - (vii)** Definición de los medios empleados para asegurar la coordinación de los distintos elementos RAM.
 - (viii)** Definición del listado de entregables.
 - (ix)** Definición de tareas de seguimiento de los parámetros RAM que se realizarán desde la fase de Instalación hasta el conseguimiento de la Aceptación.
 - (x)** Definición de interfaces con otros Planes o Programas relacionados.
 - (xi)** Definición de hipótesis y limitaciones utilizadas en la definición del Programa RAM.
 - (xii)** Definición de los medios a emplear en la gestión de subcontratos.
- c. Plan de Seguridad**

El Plan de Seguridad tendrá como mínimo los siguientes apartados:

 - (i)** Definición de la política de Seguridad adoptada.
 - (ii)** Definición clara del alcance del Programa.
 - (iii)** Descripción del Sistema/Subsistemas y descomposición preliminar del sistema/subsistema a nivel componente.
 - (iv)** Definición de roles, responsabilidades, competencias y relaciones de las organizaciones responsables de realizar los paquetes de trabajo de Seguridad a lo largo del ciclo de vida.
 - (v)** Descripción del ciclo de vida aplicado y de las tareas de los paquetes de trabajo asociados a cada fase del ciclo de vida.
 - (vi)** Descripción de las técnicas y metodologías empleadas para identificar riesgos, realizar la gestión de riesgos en tiempo real, redactar las especificaciones de requerimientos,



British Embassy
Colombia



verificar el diseño, proporcionar la cobertura de los requerimientos y realizar auditorías de Seguridad tanto internas como a subcontratistas.

- (vii) Definición del proceso/procedimiento de gestión de la configuración empleado.
- (viii) Definición de un listado de entregables.
- (ix) Definición de la estructura del caso de Seguridad.
- (x) Definición de interfaces con otros Planes o Programas relacionados.
- (xi) Definición de hipótesis y limitaciones utilizadas en la definición del Plan de Seguridad.
- (xii) Definición de los medios a emplear en la gestión de subcontratas.

d. Informe Preliminar de RAM

El Informe RAM tendrá como mínimo los siguientes apartados:

- (i) Tabla de datos RAM (como mínimo MTTF o MTBF, tasa de fallo, MTTR), con relativas fuentes.
- (ii) Análisis por diagrama de bloques de fiabilidad
- (iii) Especificación de todas las redundancias empleadas en el sistema/subsistemas

Objetivos RAM

El Contratista deberá garantizar, tanto para la arquitectura propuesta como para las arquitecturas resultado de futuros cambios una disponibilidad Inherente del 99.99%.

La Disponibilidad Inherente se define como: La definición de requerimientos más detallados y de definición de condiciones de fallo RAM será parte de la prestación a proveer.

Objetivos de Seguridad

El Contratista en su análisis de riesgos deberá tener en cuenta los objetivos de seguridad (tabla de aceptabilidad de riesgos, lista de eventos potencialmente peligrosos) que definirá la autoridad ferroviaria competente.

2.3 MATERIAL RODANTE Y EQUIPOS DE VIA

El Contratista deberá definir todos los parámetros, requerimientos, especificaciones, datos y normatividad aplicable, necesarios para el diseño y construcción del material rodante para el sistema del tren propuesto.

Se deberá determinar el galibo máximo necesario en recta y en las distintas curvas del recorrido de la línea. Se tendrán especialmente en cuenta las siguientes consideraciones:

- Mínimo coeficiente de adherencia.
- Que ningún elemento, a excepción de la pestaña de las ruedas, descienda por debajo del plano de rodadura, al pasar por un radio vertical de un valor a determinar cuando se tengan más datos de la línea del tren.



- Los desplazamientos dinámicos hacia arriba ocasionados por el máximo recorrido ascendente de las suspensiones.
- El balanceo debido a una insuficiencia o exceso de peralte.
- El desgaste radial de las ruedas.
- Dureza de las ruedas propuesta con relación al tipo de riel propuesto. La relación de dureza rueda/riel está cubierta por las normas AREMA/AAR.

La aptitud del material para circular en curvas de pequeño radio con el menor gálibo dinámico posible se debe tener en cuenta, concretamente optimizando la arquitectura del vehículo en lo referente a la posición de los conjuntos de rodadura, el número y la posición de las articulaciones entre cajas, así como la forma de las mismas, especialmente en sus extremos.

El equipo embarcado de señalización y comunicaciones deberá ser compatible con los equipos de tierra. En el interior de los trenes deberán estar implementadas las funciones de radiocomunicaciones de voz y datos, de información al viajero, de la megafonía y el Contratista analizará de ser posible la posibilidad de implementar el sistema de videovigilancia a bordo.

Los vehículos, así como sus diferentes elementos y componentes, estarán proyectados para soportar temperaturas extremas de + 60°C a -15°C, pero deberán tenerse en cuenta temperaturas más altas que puedan alcanzarse en interiores de cajas y aparatos para las que deberán estar preparados los equipos, una humedad relativa que puede llegar al 95% y debe diseñarse el vehículo para poder circular a velocidades máximas con vientos laterales de hasta aproximadamente 100 km/h.

Los componentes del material rodante estarán diseñados de acuerdo a la categoría T3 de la norma EN 50125 con excepción del rodado, que deberá estar a las normas AAR.

La composición de los trenes deberá adaptarse al modelo de operación de la línea y a la demanda en hora pico por sentido.

En la elección de la tecnología se deberá considerar tomar todo tipo de precauciones con el fin de preservar el vehículo de toda perturbación de funcionamiento o desgaste prematuro, en especial debido a la corrosión, por la presencia de dicha polución y polvo en el ambiente.

DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL VEHÍCULO

El Contratista indicará las siguientes especificaciones del material rodante propuesto:

- Tensión de tracción
- Ancho total teniendo en cuenta las condiciones del gálibo.
- Longitud total
- Altura vehículo



British Embassy
Colombia



- Para pasajeros: Capacidad unitaria del vehículo con plazas sentadas y de pie, para una densidad de ocupación de 6 pasajeros de pie/m².
- Para carga: Capacidad del material tractivo.
- Velocidad máxima de servicio en la parte interurbana y en la parte urbana
- Capacidad de aceleración y deceleración.
- Niveles de redundancia, para asegurar altos niveles de fiabilidad y disponibilidad.
- Aceptabilidad de composición doble (conducción múltiple con dos unidades acopladas).
- Indicar áreas de piso bajo
- Nivel de acceso (Lo más bajo posible para reducir al máximo la altura de los andenes).
- Vida útil del equipo.
- El coeficiente de motorización y los esfuerzos de frenado
- Consumo de energía

DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES DE CARGA

La capacidad del material rodante quedará especificada de acuerdo a las siguientes definiciones sobre las condiciones de carga y características sobresalientes:

Para pasajeros:

- Carga en vacío.
- Carga de “confort”: plazas sentadas ocupadas al 100% + 2 pasajeros a pie por metro cuadrado.
- Carga “media”: plazas sentadas ocupadas al 100% + 4 pasajeros a pie por metro cuadrado.
- Carga “normal hora pico”: plazas sentadas ocupadas al 100% + 6 pasajeros a pie por metro cuadrado.
- Carga “excepcional”: plazas sentadas ocupadas al 100% + 8 pasajeros a pie por metro cuadrado. Este estado de carga se utilizaría a efectos del cálculo estructural.

Para carga:

- Evaluar tipos de carga y posibles vehículos remolcados conforme a ésta. El análisis de la carga debe tratarse por separado. Las especificaciones de la infraestructura en relación con la carga debe referirse a las vigentes (actual o en proyecto) en el tramo La Caro-Belencito.

CONFORT Y COMPORTAMIENTO DINAMICO

El comportamiento dinámico deberá estar conforme a la filosofía y forma de validación de la norma EN 14363. El confort dinámico cumplirá las especificaciones de la ficha UIC 513 a la velocidad máxima de explotación.



RUIDO Y VIBRACIONES

Tanto el ruido como las vibraciones tanto en estático como en dinámico se minimizarán cumpliendo con las normas internacionales aplicables.

Las interacciones de las unidades con las vías y las superficies habrán de reducir al máximo la transmisión de vibraciones a través de la plataforma a los edificios circundantes durante el paso de vehículo. Las vibraciones inducidas por el sistema deberán de ser imperceptibles en la proximidad o en el interior de los edificios circundantes y minimizados a través de un diseño apropiado de la infraestructura y superestructura de vía.

Las condiciones de medida de las presiones sonoras se definirán teniendo como referencia las normas ISO 3095 tanto para el exterior del vehículo ISO 3381 como para el interior del vehículo. Los valores a obtener serán acordes al estado de la tecnología.

FIABILIDAD, DISPONIBILIDAD, MANTENIBILIDAD Y SEGURIDAD

El vehículo estará concebido para durar 40 años a razón de aprox. 120.000 km/año.

El Contratista calculará y definirá el recorrido medio entre incidencias expresadas en kilómetros (MKBF), que será un requisito contractual.

La disponibilidad del material móvil deberá ser compatible con los objetivos globales de disponibilidad global del sistema. Los vehículos deberán diseñarse en base a tecnologías fiables y contrastadas y con soluciones constructivas (subconjuntos independientes, redundancia, etc.) que permitan reducir, e incluso eliminar, el impacto de las averías en la operación.

El Contratista realizará y entregará los estudios pertinentes RAMS (Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad) siguiendo los criterios de la norma EN 50126, EN 50128 y EN 50129, cuyos resultados serán sometidos a la administración para su aprobación antes de definir completamente el diseño de los vehículos de pasajeros o carga.

IMAGEN EXTERIOR E INTERIOR DEL VEHÍCULO

La imagen interior y exterior del material móvil deberá mostrar su integración en la región. Deberá mostrar imagen de modernidad y alta tecnología.

Debe transmitir imagen confortable, ofreciendo una impresión de tranquilidad a sus pasajeros, con una insonorización muy cuidada y una luminosidad relajante, así como una elección de tonos interiores apropiados. Deberá ser reconocible y legible a primer golpe de vista por el viajero, transeúnte, ciudadano, etc.



British Embassy
Colombia



Además de sus características en cuanto a fuego y humo, especificadas más adelante, los materiales de interiorismo estarán realizados en materiales con un buen comportamiento ante posibles acciones de vandalismo, como por ejemplo aluminio o acero inoxidable, así como resina reforzada con fibra de vidrio. Las piezas pintadas, se protegerán contra grafitis.

Por otra parte los pisos estarán dimensionados para soportar las cargas derivadas de una ocupación en configuración AW4. Los revestimientos de los pisos serán resistentes a la abrasión y acordes al diseño interior definido.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO

A) Normativa aplicable

Las unidades se ajustarán a las leyes y normas obligatorias que les sean aplicables. Las unidades tendrán que cumplir las Normas Europeas (EN) ya existentes, así como los proyectos de Normas Europeas en la última versión disponible en el momento de desarrollar el proyecto. Así mismo, las unidades tendrán que cumplir las normas UIC con excepción del rodado, que deberá regirse por las normas AAR.

Además de todos los documentos o normas anteriormente citados, en el proyecto y construcción de las unidades se aplicarán también todas las normas correspondientes, ISO, CEI, así como las correspondientes a la legislación colombiana.

B) Resistencia estructural

La estructura de las cajas deberá estar dimensionada según los requerimientos de la categoría P-IV de la norma EN 12663, para la condición de carga AW4. Así mismo, se realizará un ensayo extensométrico.

C) Resistencia al choque

El vehículo estará dimensionado para cumplir con los escenarios de colisión definidos para la categoría C-III de la norma EN 15227.

Ruedas y ejes - La anchura de llanta y el diámetro de rueda serán compatibles con los aparatos de vía. La vida de la rueda debe ser la mayor posible. La rueda podrá ser entera o elástica, teniendo siempre en cuenta que deberán cumplirse las exigencias en cuanto a ruido y vibraciones que se estipulen.



D) Sistemas de suspensión

La suspensión del vehículo estará formada por dos etapas, primaria y secundaria, garantizando entre ambas un adecuado grado de confort en el departamento de viajeros y correcta circulación del bogie tanto en curva como en recta, salvaguardando al vehículo de las posibles irregularidades de la vía, conjugando el confort con el comportamiento vertical y transversal, teniendo en cuenta el galibo máximo admisible del corredor y las aceleraciones verticales máximas permitidas por la normativa.

E) Sistema de freno

El sistema de freno estará dimensionado siguiendo los principios de la norma EN 13452. El material estará equipado con al menos los siguientes tipos de freno:

- Un freno eléctrico que se puede regular, permitiendo su ejecución mediante freno regenerativo, o freno reostático. Este freno funciona normalmente como freno de recuperación y, cuando la red no puede absorber toda la energía de frenado recuperada, se utiliza el freno reostático con apoyo del freno mecánico cuando se requiera.
- Un freno mecánico ajustable será dimensionado con el fin de respetar el rendimiento óptimo sin calentamiento anormal. En sus funciones de socorro y de estacionamiento, el freno mecánico será el de seguridad.
- Un freno por patín electromagnético, alimentado por la fuente autónoma del vehículo.
- Freno de Estacionamiento.

F) Sistema de antipatinaje y antideslizamiento

Los dispositivos de antipatinaje y antibloqueo optimizarán los rendimientos de tracción y de frenado en todas las condiciones de adherencias.

En particular, en frenado el sistema deberá permitir que no haya deslizamiento ni bloqueo de rueda

G) Bucles de seguridad

Los bucles de seguridad estarán constituidos por un cableado que enlace en serie todos los contactos.

La detección de averías que ponen en peligro la seguridad de un vehículo se realizará mediante el corte inmediato de los diferentes lazos de seguridad.



Estas provocarán, por su inhibición, la activación del frenado de emergencia o de socorro. Las funciones o equipos vigilados por estos lazos y las acciones resultantes se definirán en los estudios de seguridad del funcionamiento.

En especial, y al menos, las funciones de frenado, puertas, hombre muerto serán vigiladas mediante bucles de seguridad.

La aparición del frenado de emergencia o socorro debido al corte de un bucle de seguridad deberá traducirse igualmente a través de una información proporcionada al agente de conducción sobre el origen de la solicitud de frenado.

H) Hombre muerto

Esta función permite a los transportes guiados, la conducción con un solo conductor. El funcionamiento del dispositivo que asegurará el control de vigilancia del conductor, deberá autorizar el desplazamiento del vehículo, solamente si el agente mantiene pulsado intermitentemente el dispositivo instalado sobre el panel de conducción.

Este sistema será de doble seguridad, de acuerdo con las prescripciones de la ficha UIC 641-2-0.

I) Registrador de eventos

Este dispositivo permite registrar los diferentes parámetros característicos de la marcha en operación, tales como la velocidad, el sentido de la marcha, las acciones del conductor o los viajeros que concierne a la seguridad, la hora exacta, etc.

Los datos se graban permanentemente en un aparato con memoria estática compatible con una computadora tipo PC. El tamaño de la memoria (que deberá ser ampliable) permitirá registrar los parámetros durante un cierto tiempo.

Estará protegido contra golpes y aceleraciones, de forma que no se dañe en potenciales accidentes.

J) Estanqueidad al agua

No deberán producirse penetraciones de agua (rastros de humedad) en los espacios para viajeros y las cabinas de conducción cuando el elemento está en parada o en circulación.

K) Protección contra la corrosión

Se evitará la formación de corrosión en los elementos, mediante pintura y otras protecciones.

La pintura y los revestimientos exteriores serán capaces de resistir sin alteración alguna los lavados repetidos.



L) Protección contra incendios

La concepción del vehículo en lo que respecta a la protección contra incendios se realizará siguiendo la especificación técnica TS 45545 u otra norma similar, clasificando el vehículo en función de la explotación del Corredor.

El conductor poseerá en cabina los medios de intervención para tratar de apagar cualquier incendio en el vehículo cualquiera que sea la causa. Tendrá a su disposición un extintor de polvo. Existirán también extintores en el compartimento de pasajeros.

El conjunto de los materiales que componen el vehículo estarán concebidos según la norma NF F 16-101, en lo que respecta a su reacción contra el fuego, la opacidad del humo y el nivel tóxico de los gases emitidos.

Los equipos eléctricos responderán a las especificaciones de la norma NF F 16-102.

La descripción del Material Rodante deberá contener entre otros elementos técnicos los siguientes:

- Características de funcionamiento
- Características Físicas
- Diseño Interior
- Confort, control del clima, ruido y aislamiento de vibraciones
- Sistema de Puertas para acelerar el embarque
- Acceso de pasajeros con discapacidad o movilidad reducida
- Indicadores de Velocidad
- Indicadores de Confiabilidad
- Indicadores de nivel de rendimiento
- Sistemas de Seguridad
- Sistemas de evacuación rápida
- Características de Seguridad Operacional
- Otros datos relevantes.
- Niveles de iluminación normal y en emergencia

Además, el Contratista debe describir las características técnicas del material rodante y las relaciones con el sistema propuesto desde un punto de vista estratégico, soportado en los análisis estadísticos y comparaciones, considerando las variables individuales de la ciudad capital y los aspectos relevantes de seguridad operacional y protección a los ocupantes.



British Embassy
Colombia



SELECCIÓN DE UNIDADES DE MATERIAL RODANTE

A partir del modelo operacional, que tiene en cuenta las especificaciones de trazado identificadas en el diseño geométrico y la demanda estimada calculada, el Contratista podrá identificar el material rodante tractivo y remolcado necesario para llevar a cabo el proyecto.

Para la selección de los diferentes clases y tipos de material rodante que requiere la naturaleza del proyecto, el Contratista debe considerar en sus requisitos básicos los siguientes factores:

- La clase y tipo de vehículo en función de su objetivo inmediato dentro del proyecto, definiendo parámetros tales como modo de tracción, trocha, capacidad, velocidad de operación, etc.
- La interrelación del vehículo con los otros subsistemas de la red ferroviaria a la que se va a incorporar, ya sea nueva, rehabilitada o existente, estableciendo su relación con la superestructura de la vía, la alimentación eléctrica, las señales y comunicaciones y las modalidades de la operación ferroviaria.
- La evolución esperada en la tecnología ferroviaria en el ámbito espacial y temporal del proyecto, para evitar la obsolescencia prematura de los equipos.
- La relación del proyecto con los sistemas ferroviarios conectados o afines y las características actuales y previstas a futuro de éstos.
- La tecnología de tracción. -Sean los equipos alimentados por CA o CC, deben corresponder al estado del arte en tecnología de tracción (IGBT, IGCT).
- Los equipos deben tener aire acondicionado que garanticen temperaturas máximas y mínima con la carga máxima de pasajeros (C3)
- ¿Uno o dos pantógrafos?
- Conexión abierta entre coches
- Comunicación con el conductor en caso de emergencia
- Apertura de puertas sólo con el vehículo detenido

INTERRELACIÓN DEL MATERIAL RODANTE Y LA INFRAESTRUCTURA

Adicionalmente, se requerirá que el Contratista indique los componentes del material rodante, que se relacionan a continuación, y analice cada uno de ellos para determinar su incidencia en el diseño de otros subsistemas ferroviarios tales como la infraestructura, la superestructura, el alineamiento geométrico, el gálibo estructural, el diseño de estaciones, puentes, obras de arte, etc.

- Definición de Parámetros Básicos del material rodante
- Gálibo
- Gálibo en Recta
- Gálibo en Curvas
- Conicidad de la Superficie de Rodado de Llantas o Ruedas (Normas AAR)
- Peso de los Equipos Rodantes



- Potencia
- Resistencia al Rodado
- Capacidad del Material Tractivo
- Velocidad de Circulación
- Características del Rodado
- Capacidad de Frenado
- Solicitaciones de la Vía Sobre el Equipo Rodante
- Solicitaciones del Equipo Rodante Sobre la Vía
- Circulación de los Vehículos en las Curvas
- Sistemas de Alimentación para la Tracción
- Altura del Piso
- Enganches
- Otras especificaciones que el Contratista considere analizar

En términos generales, los componentes que más inciden, de todos los relacionados en el listado, en el diseño de la infraestructura de un proyecto ferroviario se indican a continuación:

- Gálibo, o sección transversal, que determina el contorno de las obras de arte, entrevías y elementos accesorios de la vía, tales como instalaciones de electrificación y señalización.
- Peso, que determina la sección de los rieles y el dimensionamiento de puentes y otras obras de arte.
- Potencia, que determina las gradientes máximas en que podrán operar los vehículos en condiciones de eficiencia razonable, así como algunas características geométricas de la vía.
- Velocidad de circulación, que determina la morfología de las curvas.
- Características del rodado, que determina elementos como la forma del perfil de los rieles, el tipo de sujeciones y otros factores.
- Sistema de alimentación eléctrica de tracción, que determina el diseño de catenarias y subestaciones eléctricas.

Asimismo, el CONTRATISTA deberá realizar un análisis comparativo de los costos del material rodante y equipos de vía de acuerdo con las opciones de mercado existentes, como también se deberá presentar un programa de inversión de adquisición con su respectivo tiempo y alistamiento; estas actividades deberán integrarse en la Estructuración Financiera del Proyecto.

2.4 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En esta etapa el contratista deberá realizar los estudios y diseños geotécnicos a nivel de factibilidad, con base en lo determinado en la etapa del diagnóstico. Se deberán presentar los informes, memorias de cálculo, planos y demás documentos pertinentes en formatos editables.



De otra parte, se debe proponer la estrategia de mantenimiento que garantice una operación confiable del corredor.

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y el criterio de la AASHTO, se determinarán los perfiles estratigráficos basándose en los resultados obtenidos en apiques, sondeos o perforaciones y ensayos de laboratorio o geofísica, debidamente referenciados con la correspondiente localización dentro del proyecto e indicando claramente la delimitación de cada estrato con sus respectivas cotas. De este análisis se debe entregar un informe y los planos correspondientes, donde se indiquen la metodología, correlaciones y bibliografía en general donde se especifiquen las consideraciones y cálculos realizados.

DISEÑO GEOTÉCNICO PARA OBRAS PUNTUALES O EDIFICACIONES

De acuerdo con las necesidades identificadas en la etapa del diagnóstico, el contratista deberá desarrollar los diseños geotécnicos necesarios para los terminales, estaciones, edificaciones y demás instalaciones.

Con la información obtenida, se deben realizar los análisis geotécnicos, evaluando el tipo, profundidad y las características geométricas de las cimentaciones y de la capacidad portante del suelo. Además, en caso de requerirse por su impacto en el proyecto, se debe realizar el análisis de estabilidad de las estructuras de contención, así como el análisis sísmico sobre las estructuras.

Para los sitios críticos y en las obras representativas del proyecto cerca de cauces de agua, se debe realizar el análisis de socavación local del cauce, presentando los resultados obtenidos, los cuales se tendrán en cuenta para definir el sistema de cimentación de dichas obras.

De la misma manera, se deberán presentar los análisis geotécnicos requeridos para zonas inestables, tales como arenas licuables, arcillas expansivas, fallas geológicas, entre otras. Junto a las conclusiones y recomendaciones para la ejecución de las obras.

DISEÑO DE TALUDES, OBRAS DE ESTABILIZACIÓN Y CONTENCIÓN

Para cada sitio crítico se deben desarrollar los diseños a nivel de detalle y recomendar las obras de estabilización y contención necesarias para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad y operación durante el periodo de diseño de la vía férrea.

De este diseño se deben entregar los análisis realizados en software especializado, la metodología seleccionada para realizar dicho análisis, los supuestos consignados, así como los resultados, recomendaciones, conclusiones, especificaciones y planos.

Este análisis se debe realizar para terraplenes, excavaciones, taludes de corte, rellenos y demás zonas donde el diagnóstico realizado por el contratista previamente lo haya determinado.



DISEÑO GEOTÉCNICO PARA EL CORREDOR FÉRREO

Con la caracterización geotécnica y perfil estratigráfico de la subrasante, se debe determinar su resistencia con base en los ensayos realizados en campo tales como el CBR o similares y demás ensayos de laboratorio definidos por el contratista en la etapa del diagnóstico. A partir de dicho análisis, se debe realizar el diseño de la estructura de la plataforma: el dimensionamiento de cada una de sus capas y definiendo las características técnicas principales de materiales, procesos constructivos, cálculo de cantidades, especificaciones, entre otras.

Deberán incluirse también los planos de las secciones típicas, de las diferentes secciones transversales de la plataforma de vía, a saber: corte en cajón, corte a media ladera y terraplén, indicándose las características más importantes, así como situaciones particulares. Todos los dibujos (de todos los componentes del presente estudio) deben hacerse a escala o indicando claramente las dimensiones, de todos los elementos de cada sección transversal.

Así mismo se debe determinar el tipo de balasto que se dispondrá sobre la plataforma, junto a sus recomendaciones para su instalación en obra conforme a los materiales identificados en las fuentes cercanas al proyecto.

FUENTES DE MATERIALES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBANTES

Con base en información secundaria, recolección de información de campo de tipo técnica, ambiental y geotécnica, el contratista debe realizar el análisis sobre las posibles alternativas, localización, georreferenciación, selección, cubicación y clasificación de fuentes de materiales para la construcción de la vía férrea, zonas de préstamos, así como zonas para la disposición de material sobrante.

Para las zonas de préstamo y disposición de sobrantes se deben realizar los diseños geotécnicos pertinentes: capacidad portante, estabilidad de taludes, estabilización de zonas geotécnicas donde se requieran, y las demás que se determine en la etapa del diagnóstico.

En adición a lo anterior, se deberá realizar un análisis sobre los permisos ante las autoridades ambientales, mineras y territoriales necesarios para la aprobación de las zonas, identificando los criterios y requisitos de dichas autoridades.

Cada fuente de materiales y zona de disposición de sobrantes debe tener los siguientes datos básicos:

- Nombre del predio.
- Datos del propietario.
- Área del predio.
- Localización en un mapa a escala 1: 25.000.
- Municipio, y concesión minera si se tiene.



British Embassy
Colombia



- Si está o no en explotación.
- Maquinaria y equipos.
- Productos y precios.
- Caracterización de los materiales disponibles para la construcción del proyecto.
- Acceso a la fuente, estado y características del mismo, y la distancia por carretera o ferrocarril al proyecto.

ENTREGABLES

Se debe presentar un informe donde se consoliden los análisis geológicos y geotécnicos realizados, las metodologías, los resultados, las recomendaciones, las conclusiones, las memorias de cálculo, los planos, especificaciones técnicas, cantidades de obra y demás documentos para las obras geotécnicas necesarias para el correcto funcionamiento del corredor férreo.

2.5 HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA Y SOCAVACIÓN

En esta etapa el contratista deberá realizar los estudios y diseños hidráulicos a nivel de factibilidad, con base en lo determinado en la etapa del diagnóstico. Se deberán presentar los informes, memorias de cálculo, planos y demás documentos pertinentes en formatos editables. De otra parte, se debe proponer la estrategia de mantenimiento que garantice una operación confiable del corredor.

El contratista deberá realizar los estudios hidrológicos e hidráulicos, incluyendo los de socavación, con el objeto de diseñar las obras de drenaje mayores y menores (puentes, pontones, box culvert, alcantarillas, cunetas, etc.) y las obras de protección necesarias para el proyecto.

Además, se busca con el estudio, definir a nivel de diseño, sus principales elementos técnicos que garanticen la correcta operación de la vía férrea por aspectos hidrológicos e hidráulicos, con la finalidad de conocer una aproximación de los costos de construcción, de operación, programación y tiempos de ejecución, especificaciones y requerimientos técnicos para la operación y demás elementos necesarios de cada proyecto.

La finalidad de este capítulo es el diseño de estructuras de capacidad apropiada para los caudales generados en el estudio hidrológico. Las estructuras pueden ser de desvío, control, protección, remoción o de cruce bajo la vía férrea.

Para los casos donde se requieran análisis de geomorfología y dinámica fluvial el informe incluirá un análisis del drenaje subterráneo, primordialmente en todos los sitios donde haya evidencia de agua subterránea excesiva. Se presentarán las soluciones concretas respecto al tipo de obra que se deba utilizar. Igualmente, presentará propuestas concretas para el manejo de las aguas que se infiltren en la plataforma de vía a través de la capa de balasto.



Los estudios de socavación deben determinar las profundidades críticas de tipo erosivo inducidas por las corrientes alrededor de pilas, estribos, etc. para las obras más representativas y aspectos más críticos del corredor. Los análisis que se requieran, deben garantizar la obtención de los valores adecuados de socavación que aseguren la estabilidad de las estructuras proyectadas, sin redundar en cimentaciones extremadamente costosas.

También se deben proponer mecanismos de intervención que minimicen la afectación en la operación ferroviaria.

ENTREGABLES

Se debe presentar un informe donde se consoliden los análisis hidrológicos e hidráulicos realizados, las metodologías, los resultados, las recomendaciones, las conclusiones, las memorias de cálculo, los planos, especificaciones técnicas, cantidades de obra y demás documentos para las obras hidráulicas necesarias para el correcto funcionamiento del corredor férreo.

2.6 INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA Y PLATAFORMA.

DISEÑO GEOMÉTRICO CONCEPTUAL

Para la Fase III- Estructuración Técnica, el Contratista deberá presentar un esquema de la implementación en planta con base cartográfica y topográfica. Se deberán elaborar diversos esquemas de red que respondan a las necesidades de movilidad actual y futura en el plazo horizonte que se defina, contemplando tanto las soluciones en superficie como posibles tramos soterrados, analizando su impacto sobre su funcionalidad, explotación y seguridad. Se deberá presentar la sección transversal a implementar durante la construcción de la infraestructura del tren.

Adicionalmente, el Contratista debe presentar, en planos cartográficos actualizados, el trazado del sistema propuesto para el corredor férreo propuesto, incluyendo ubicación de las estaciones, talleres, patios de estacionamiento y sede(s) administrativa(s), incluyendo el puesto o puestos de control operacional. En esos planos se deben incluir o resaltar los sitios y espacios rurales y urbanos característicos y representativos de cada zona.

Los planos deben ser realizados en las siguientes escalas: Trazado en planta, escala 1:10.000 y los planos de perfil se presentarán a escala H: 1:5.000 y V: 1:500.

La Definición de la alternativa de trazado deberá considerar las siguientes variables para su evaluación:

- Derecho de vía necesario
- Viabilidad técnica de trazado



British Embassy
Colombia



- Limitaciones de trazado en planta y perfil longitudinal (revisar pendientes longitudinales, peraltes, radios de curva y demás características geométricas viales),
- Condicionantes geológicos y geotécnicos
- Condicionantes establecidos por los servicios públicos afectados.
- Condiciones de operabilidad (revisar velocidades de operación, pasos a nivel, comunicaciones, etc.)
- Integración con otros modos de transporte y proyectos que la ciudad y municipios proyectan desarrollar.
- Movilidad de los corredores que cruzan y son paralelos al corredor.
- Criterios que afectan a la demanda
- Carga global de la Red
- Accesibilidad de la alternativa estudiada
- Impacto sobre el sistema de transporte
- Ahorros de tiempo en el sistema
- Intermodalidad y Nodos de conexión para la intermodalidad
- Criterios de contexto urbano
- Impacto sobre la circulación
- Análisis de integración urbana
- Compatibilidad con proyectos urbanos y desarrollo urbanístico
- Estudio de ocupación de espacio
- Criterios ambientales
- Impacto ambiental: emisiones
- Impacto ambiental: ruido
- Cruce con quebradas y cuerpos de agua
- Condicionantes establecidos por el plan de explotación
- Análisis de rentabilidad económico-social y financiera.
- Opciones de modificar el trazado en tramos que se comparten con otros proyectos férreos.
- Otros factores.

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA

Para la Fase III-ESTRUCTURACION TÉCNICA. DEL PROYECTO, el CONTRATISTA, utilizando la información topográfica procesada, deberá ejecutar el Diseño Geométrico de acuerdo con las normas y criterios establecidos en la Norma AREMA – Volumen 1, Capítulos 5 – Parte 3, Capítulo 6, Capítulo 14 (respecto a patios, estaciones y terminales), Normas UNE, Y/O RENFE NRV1-2-1.0 cuando sean aplicables y lo dispuesto en las especificaciones de la UIC.

Cuando exista discrepancia entre las normas indicadas, se dará preferencia a aquella que tenga las condiciones más restrictivas para garantizar la máxima seguridad del sistema.



British Embassy
Colombia



El CONTRATISTA deberá analizar diferentes alternativas propuestas para la vía (no al trazado), con el objeto de lograr la mejor solución de la integración vial y férrea, partiendo de los criterios específicos definidos para cada corredor por parte de la Entidad Contratante, específicamente asociados a los siguientes condicionantes del trazado:

- Naturaleza del proyecto: transporte de pasajeros, carga o mixto.
- Ubicación geográfica: estaciones terminales y localización aproximada del trazado
- Características geográficas y topográficas de la zona por atravesar
- Penetración o circunvalación de núcleos urbanos
- Ubicación de las estaciones y terminales
- Trocha del sistema. Para este corredor estratégico nacional no se discute la trocha de 914 mm que permite la interconexión. En caso de tener trocha diferente para el tren de pasajeros se deberá justificar claramente.
- Sistema de tracción: eléctrica
- Distribución del tráfico dentro del trazado
- Criterios sobre cruces con la vialidad
- Criterios sobre el confinamiento de la vía
- Requerimiento de líneas secundarias, desvíos y vías de servicio
- Velocidades de circulación
- Requerimientos de capacidad de las vías: vías dobles o múltiples

El CONTRATISTA deberá analizar diferentes alternativas para la vía, con el objeto de proponer la mejor solución. Los diseños deben estar amarrados al sistema de coordenadas como viene de la topografía, según el Marco Geocéntrico Nacional de referencia MAGNA-SIRGAS del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y desarrollados en software de última tecnología.

Como resultado de los estudios geológicos, geotécnicos y ambientales, sociales y prediales u otros sobre el corredor, y con el propósito de garantizar condiciones de estabilidad y sostenibilidad, podría suceder que durante el desarrollo de esta etapa, se efectúen modificaciones al diseño geométrico, cumpliendo con los requisitos previstos, de modo que el diseño geométrico final integre todos los impactos de los estudios del CONTRATISTA.

La principal finalidad de este Diseño Geométrico, es definir según los criterios técnicos establecidos en este numeral, el corredor y las características de la vía, que sirvan de referencia para determinar los estudios previos, el alcance técnico, las especificaciones y el análisis de riesgos durante el proceso de estructuración integral del contrato de concesión en cada corredor.

CONTENIDO MÍNIMO DE LOS ENTREGABLES CORRESPONDIENTES AL ÁREA DE DISEÑO GEOMÉTRICO

- a. Diseño del eje en planta localizado teniendo en cuenta previamente la sección transversal seleccionada. El eje así localizado y nivelado será la base para el proyecto de rasante.
- b. Diseño en perfil con base en los resultados obtenidos en la nivelación del eje para ajustar el diseño de la rasante derivadas del proceso de la localización del eje.
- c. Diseño de las secciones transversales en todo el abscisado del proyecto, teniendo en cuenta el ancho de la plataforma de vía, hombros de balasto, cunetas, la inclinación de los taludes de corte y terraplenes, muros de contención, obras de drenaje, puentes, estaciones, patios de maniobras, apartaderos y ramales. Las secciones transversales se generan a partir del modelo digital en tres dimensiones y complementadas con todos los elementos antes descritos.
- d. Cálculo del movimiento de tierras utilizando el modelo del terreno, partiendo de los valores obtenidos, los cuales además sirven de base para el cálculo de cantidades de obra.
- e. Limitaciones encontradas durante el proceso de diseño, que desvirtúen el objetivo trazado inicialmente, en lo pertinente a garantizar la comodidad y seguridad de los usuarios de la vía.
- f. Criterios de selección de todas las alternativas de diseño propuestas y desarrolladas dentro del estudio.
- g. Formulación de las recomendaciones a tener en consideración durante la etapa de construcción.

PRODUCTOS

Se deberán entregar los siguientes productos (en físico y magnético), los cuales deberán contener como mínimo la información que se describe a continuación:

- (i) Reducido del proyecto: Deben permitir identificar, de forma rápida, los distintos aspectos generales de la planta tales como: accesos, ramales, posición de obras especiales como muros de contención y estructuras importantes, túneles, cruces y características generales del relieve de la vía principal. Se presenta el eje o los ejes diseñados, abscisados cada cien metros (100 m) y mediante curva de nivel cada cinco metros (5 m) y a escala 1:10.000
- (ii) Planos de planta - perfil de construcción, en escalas H: 1:2000 y V: 1:200
 - A. Planos de Planta
 - Distribución de planchas de localización del Proyecto con su respectiva numeración. Abscisado cada 250 metros.
 - Referencia detallada de las abscisas de iniciación y terminación del Proyecto.
 - Localización con sus respectivos nombres de ríos y quebradas de importancia.
 - Ubicación y nombre de accidentes geográficos, municipios y corregimientos que tengan comunicación con el Proyecto.
 - Layouts de estaciones y patios de maniobras
 - Orientación del Proyecto (norte- sur) Esquema de la sección transversal típica



British Embassy
Colombia



B. Planos de Perfil

- Perfil longitudinal del terreno
- Localización de puentes, pontones y muros
- Pendientes del proyecto
- Abscisado cada 250 metros.
- Resumen de cantidades de obra cada 5 km.

(iii) Planos que permiten la identificación y localización del diseño de la vía férrea, el análisis y funcionalidad del mismo y el cumplimiento de los objetivos del Proyecto. Se presentarán planos en los formatos planta- perfil con los respectivos listados de campo y deben contener:

A. Planta

- Escala 1:2.000
- Eje del proyecto rotulado con abscisas de los puntos singulares y cada 100m.
- Sección transversal típica
- Ancho de plataforma de vía hasta la terminación de los hombros de balasto (línea continua)
- Ancho de zona Referencias BMs
- Escalas gráficas
- Elementos de curvaturas del proyecto, incluye coordenadas de los PR
- Localización de alcantarillas, pontones, puentes y muros proyectados. Cunetas revestidas (línea continua) con indicaciones de su entrega y descole. Localización de filtros y entregas
- Zonas de inestabilidad geotécnica
- Abscisado cada 100 m., con indicación del km., dentro de un círculo
- Velocidad de diseño
- Nombres de los ríos y quebradas, indicando sentido de las aguas
- Clase de vegetación

Nota: Indicar Ancho de zona, Ancho de banca, Escala de referencias, BMs con referenciación y cota.

B. Perfil longitudinal

- Escalas V 1:200
- Perfil de terreno existente por el eje
- Proyecto de rasante con indicación de pendientes
- Elementos de curvas verticales (Abscisas, cotas de PIV y Longitud)
- Nombres de ríos y quebradas
- Muros de contención

(iv) Secciones Transversales Típicas:

- Se presentarán las secciones mixtas, en tangente o en curva, en cada plano de planta y deberá contener:
- Ancho de la plataforma de vía
- Hombros de balasto



British Embassy
Colombia



- Pendientes transversales.
- Espesores y especificaciones para cada una de las capas de la infraestructura y la superestructura de vía
- Dimensiones de la cuneta respecto al borde de pavimento.

(v) Secciones Transversales

- Las Secciones Transversales del estudio, se deben presentar en planos de 1.0 * 0.7 m. y deben contener:
- Escalas horizontal y vertical 1:200.
- Se presentarán cada 250 metros, intercalando los sitios donde se localizan muros, sitios potencialmente inestables, obras de drenaje menores con esviaje y sin esviaje que no requieren topografías especiales, del ancho necesario que permita el diseño total de las obras de encole y descole.
- Indicar en cada sección la abscisa, las cotas de rasante y del terreno natural, así como el área de corte y/o de terraplén.

(vi) Listados de los proyectos y de replanteo

Se deberán presentar los listados contenidos en el capítulo denominado "Criterios de presentación de las memorias" del Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del INVIAS; como mínimo para los siguientes:

- Localización del eje horizontal el cual incluya los puntos singulares de las curvas, empleando sistema de coordenadas, a partir de las bases de replanteo obtenidas del poligonal eje de topografía.
- Listado de cotas en los vértices y en el eje. Replanteo de la totalidad de la sección transversal.
- Listado de replanteo de la estructura de la plataforma de vía.

Se debe entregar la memoria de cálculo del diseño y la información del trabajo de campo digitalizadas en el modelo sobre el cual se llevó a cabo el diseño, donde las coordenadas del proyecto deben pertenecer al nuevo Marco Geocéntrico Nacional de referencia MAGNA- SIRGAS del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), y en un sistema de información de última tecnología que permita la administración y propiedad de la información por parte del Beneficiario Final. Todo el resultado de todos los componentes de los estudios, deberán quedar incluidos en el sistema de información.



British Embassy
Colombia



El trazado deberá ser realizado con software de diseño que permita realizar la visualización de planta, perfil y sección transversal de forma simultánea, así como cada modificación que se realice en alguno de estos elementos se actualice en los otros dos.

El software deberá permitir realizar modelaciones 3D de forma rápida con el fin de verificar y validar los criterios planteados. Estas modelaciones deberán ser presentadas y entregadas durante el proceso de diseño. Deberá entregarse una modelación del diseño final.

DISEÑO DE LA VÍA FERREA

A) DISEÑO GENERAL

El CONTRATISTA deberá definir y presentar el trazado de la vía férrea del corredor, cumpliendo los siguientes requisitos:

- Definición completa a nivel de proyecto constructivo del trazado del eje de la línea.
- Ubicación de accesos y estaciones.
- Definición completa del trazado de cada una de las vías de línea.
- Esquema de vías y situación de los diferentes aparatos de vía.
- Análisis de la posible conexión con otras líneas futuras y con los patios y talleres necesarios para el mantenimiento del corredor férreo.
- Definición de la línea de reserva, la cual corresponde a la delimitación de los predios que pueden tener afectación por el desarrollo del proyecto.

B) DISEÑO GEOMÉTRICO

El CONTRATISTA levantará y revisará el diseño geométrico de la vía férrea, teniendo en cuenta el trazado geométrico de la línea actual, tratando de conservar en todo lo que sea posible el eje de la vía central actual, con el objeto de minimizar interferencias en el diseño del sistema propuesto con instalaciones y/o construcciones cercanas al corredor actual disponible.

En general y de acuerdo con la propuesta a presentar por el Contratista a nivel de factibilidad, se deberán proponer los parámetros de diseño para el trazado final de la propuesta en cuestión, según experiencia de otros proyectos similares:

Los parámetros a definir son:

Trazado en planta

- Ancho de vía
- Velocidad de la línea Interurbana
- Velocidad de la línea Urbana
- Aceleración transversal no compensada máxima



British Embassy
Colombia



- Jerk máximo
- Peralte máximo
- Rampa de peralte máxima
- Curva de transición
- Radio mínimo normal (Velocidad limitada a 80 km/h) en zona rural
- Radio mínimo (Velocidad limitada a 50 km/h) en zona urbana
- Radio en estaciones
- Longitud mínima en recta para estación
- Longitud mínima en recta

Trazado en alzado

- Pendiente máxima
- Pendiente en estaciones
- Radio mínimo del acuerdo vertical (K_v)
- Aceleración vertical máxima en acuerdos verticales

El trazado así definido requerirá su posterior comprobación y ajuste de detalle con el avance del desarrollo del proyecto, como consecuencia del análisis de otros condicionantes de tipo geotécnico, hidrológico, afectaciones a servicios, gálibos del material rodante, características de la infraestructura y de los componentes de la superestructura, instalaciones, etc., que deberán ser tratados como interfaces internas en el desarrollo del proyecto.

Las secciones transversales se establecerán teniendo en cuenta los gálibos para el material rodante, la totalidad de conducciones e instalaciones, así como las condiciones para el mantenimiento e inspección del tramo, de manera coordinada con los condicionantes de tipo urbanístico que se puedan dar, su adaptabilidad y accesibilidad, así como las disponibilidades resultantes.

El Diseño Geométrico debe realizarse en forma conjunta, armoniosa y simultánea con las correspondientes áreas involucradas en el proyecto vial.

El Contratista deberá definir la velocidad de diseño en el tramo interurbano y en el tramo urbano, con el objetivo de dejar la infraestructura con condiciones aptas para alcanzar altas velocidades máximas y lograr velocidades promedio competentes.

C) DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE VÍA

La subestructura ferroviaria tiene como función básica proporcionar el apoyo a la superestructura de la vía, de modo que ésta no sufra deformaciones que impidan o influyan negativamente en la



explotación, bajo las condiciones del tráfico que determinan el trazado de la vía. Por lo tanto, los problemas que la subestructura presenta pueden agruparse en dos aspectos:

- Determinar su capacidad portante
- Conocer las causas y efectos de las deformaciones y asentamientos

El primero de estos aspectos incide directamente sobre el dimensionamiento de la vía, en particular sobre el espesor óptimo de balasto; el segundo, sobre la degradación geométrica de la vía con el tráfico y el consiguiente incremento de los gastos de conservación.

El diseño y construcción de esta base de apoyo implica la existencia en la plataforma, de unas ciertas características resistentes, que deberán alcanzarse por tratamientos especiales cuando el suelo no alcance los niveles requeridos para resistir las cargas por eje calculadas y la frecuencia de circulación de trenes.

El Contratista deberá indicar:

- **Calidad del suelo**

En principio el Contratista deberá identificar la capacidad portante del suelo que conformará la infraestructura del corredor férreo, el Contratista deberá elaborar una clasificación de los suelos a partir de muestras en el corredor tomadas al menos cada cinco (5) kilómetros para calcular el CBR.

Adicionalmente se verificará que las tensiones admisibles de las muestras tomadas de los suelos estén en un rango entre 0.6 y 1 kg/cm², que generalmente suelos no cohesivos como gravas y arenas poseen sin problemas.

Con base en los resultados de los ensayos y teniendo en cuenta otras propiedades mecánicas de los suelos, el Contratista deberá identificar la calidad del suelo. Se recomienda utilizar la normatividad AREMA en la parte 1.2 y la metodología utilizada por las normas RENFE en la Sección N.R.V 2-1-0.0.

Si los materiales existentes en el terreno natural no cumplen las condiciones de capacidad portante, se procederá a su sustitución por suelos de mejor calidad o a su tratamiento.

- **Actuaciones de mejora de la calidad del suelo**

En caso de identificar sectores de plataforma de capacidades portantes bajas, el Contratista deberá proponer actuaciones que permitan el mejoramiento de la capacidad a través de soluciones como la instalación de capas de arena, filtros anticontaminantes, tratamientos con capas impermeabilizantes, tratamiento con cal, riego asfáltico, etc.



➤ **Movimiento de tierras**

Con los resultados del estudio geotécnico se determinarán:

- Sección o secciones tipo.
- Estabilidad y características de los taludes en terraplén y desmonte si los hubiera.
- Diagrama de compensación de tierras, indicando los volúmenes previstos de préstamos y vertederos, señalando además sus posibles emplazamientos.
- Características de los diferentes materiales: para reutilización en la propia traza, para vertedero, procedentes de préstamo. Prescripciones y recomendaciones para los trabajos del movimiento de tierras.

D) DRENAJE DE LA PLATAFORMA

El agua es la principal influencia en la estabilidad del suelo que compone la plataforma de vía y la subrasante, y por lo tanto la escorrentía y las filtraciones de agua deben ser consideradas como un factor determinante en el diseño la plataforma de vía.

El Contratista deberá evaluar el drenaje con base en lo establecido por la norma AREMA en la sección 1.2.4.

El conjunto de las obras tendrá previsto los correspondientes sistemas de drenaje longitudinal y transversal de modo que no haya puntos de retención de agua que puedan derivar en desperfectos en las mismas.

Se justificarán debidamente los caudales adoptados y, en su caso, se calcularán las capacidades hidráulicas de cada una de las obras de drenaje necesarias, tanto en su estado definitivo de servicio como durante las fases de ejecución de los trabajos.

Los puntos de acometida de los drenajes proyectados deberán ser analizados con el fin de justificar su conveniencia. Si fuera el caso, se estudiarán los drenajes ya existentes justificando su conveniencia o bien su necesidad de mejora, así como las interrupciones que se produzcan en los mismos por las obras, tanto en su estado de ejecución como definitivo.

Los cálculos justificativos de las soluciones proyectadas presentadas se entregarán en los estudios justificativos de los diseños.

Las obras de drenaje se representarán sobre los planos de trazado, tanto en planta como en perfil longitudinal, añadiendo los que sean necesarios para plasmar correctamente la situación de todos



los elementos de drenaje. También se proporcionarán planos de definición geométrica de cada uno de dichos elementos, planos de detalle y de construcción.

Con base en los estudios de hidráulica e hidrología el Contratista deberá relacionar las obras necesarias para implementar un eficiente y adecuado drenaje a la plataforma de vía:

- *Cunetas*
- *Sección de cunetas*
- *Pendientes longitudinales de las cunetas*
- *Puntos de desagüe*
- *Revestimiento de cunetas*
- *Drenes*
- *Tipos de tubería para construir drenes*
- *Metodologías constructivas para la colocación de tubos*
- *Características y colocación de materiales filtrantes*
- *Drenajes profundos*
- *Etc.*

E) ESTRUCTURAS

El Contratista estudiará y definirá las diferentes obras que configuran el tren a implementar, incluyendo explanaciones, estructuras, obras necesarias para solucionar interferencias con otras obras, afecciones a servicios y edificaciones colindantes, etc. Deben entenderse incluidas en este capítulo las obras auxiliares necesarias para la realización de las obras principales.

El Contratista incluirá en los planos de planta y perfil del trazado, la localización, dimensiones y tipo de las estructuras que hacen parte de la vía.

F) CAPA DE SUBBALASTO

El Contratista deberá indicar y justificar con base en las cargas por eje calculadas y la frecuencia de circulación de trenes, así como lo identificado en el estudio geotécnico del suelo de la subrasante y el diseño de la plataforma de vía las siguientes propiedades de la capa de sub-balasto:

- *Espesor*
- *Pendiente transversal del límite superior de la capa para el drenaje*
- *Propiedades de los materiales usados para conformar la capa de sub-balasto*
- *Curva granulométrica del sub-balasto*
- *Fuentes de materiales*



Para indicar las propiedades de la capa de sub-balasto el Contratista deberá aplicar la normatividad AREMA en las secciones 2.1.1.5.3 y 2.11.

G) CAPA DE BALASTO

El CONTRATISTA deberá indicar y justificar con base en las cargas por eje calculadas y la frecuencia de circulación de trenes, así como lo identificado en el estudio geotécnico del suelo de la subrasante, el diseño de la plataforma de vía y el diseño de la capa de sub-balasto, las siguientes propiedades de la capa de balasto:

- Espesor de la capa de balasto
- Tipos de materiales usados para conformar la capa de sub-balasto y que se localicen en el área del proyecto
- Propiedades de los materiales
- Granulometría del material
- Fuentes de materiales

Para indicar las propiedades de la capa de balasto el Contratista deberá aplicar la normatividad AREMA en el Capítulo 1 – Parte 2.

H) RIELES

Teniendo en consideración lo indicado, los proyectos ferroviarios nuevos no serán construidos con rieles con pesos por longitud inferiores a 115 lb/yd o su equivalente kg/m. El Contratista deberá tener en cuenta lo anterior para la selección de los rieles a suministrar en el proyecto propuesto.

Las propiedades requeridas en materia de rieles se indican a continuación:

- Perfil del riel
- Pero por longitud del riel
- Vida útil del riel con base en el tráfico ferroviario y las cargas por eje

Para indicar las propiedades de la capa de balasto el Contratista deberá aplicar la normatividad AREMA en el Capítulo 4.

I) TRAVIESAS

Con base en las cargas por eje, la selección del perfil de rieles y la trocha a adoptar en el proyecto, el Contratista deberá indicar y justificar el tipo de traviesas a instalar en el corredor férreo del proyecto propuesto.



British Embassy
Colombia



A partir de ese análisis el Contratista deberá relacionar los siguientes aspectos:

- Material de la traviesa (madera, concreto, acero, materiales sintéticos)
- Tipo de traviesa (monobloque, bibloque)
- Peso de la traviesa
- Propiedades aislantes (fundamental para los sistemas de detección de trenes)
- Durabilidad
- Elasticidad
- Espaciamiento de las traviesas

En caso de que el Contratista seleccione y justifique que el material a utilizar para la fabricación de traviesas sea la madera, este deberá adicionalmente indicar el tipo de madera o árbol teniendo en cuenta los aspectos relacionados anteriormente, así como aspectos ambientales y un análisis que permita identificar si existe la disponibilidad de alguna especie de árbol en Colombia con características apropiadas para su uso en la fabricación de traviesas.

Generalmente, la tendencia mundial se inclina al uso de traviesas de concreto por su gran durabilidad. Sin embargo la selección de otro tipo de materiales, especialmente de aquellos sintéticos, se deberá justificar exhaustivamente mediante un cuadro comparativo de ventajas y desventajas en términos económicos que deberán tener en cuenta las intervenciones de mantenimiento necesarias para conservar las especificaciones objetivo.

La normatividad que el Contratista deberá considerar para la selección de las traviesas y su justificación será la norma AREMA – Volumen 1, Capítulo 30.

J) OTROS ELEMENTOS DE LA SUPERESTRUCTURA DE VÍA:

El Contratista realizará un análisis de la selección de cada uno de los elementos que conforman la superestructura que no han sido evaluados en los numerales anteriores.

Los elementos a analizar son: Sujeciones de vía, Almohadillas, Pernos, Tirafondos, Clavos, Eclisas, Aparatos de Vía, Cambiavías.

El Contratista justificará la selección de los elementos de superestructura, teniendo en consideración la normatividad AREMA – Volumen 1, Capítulo 5 y las normas UIC, EN y CENELEC.

K) IDENTIFICACIÓN DE CRUCES DE OTRO TIPO DE INFRAESTRUCTURAS CON EL CORREDOR FÉRREO

El CONTRATISTA deberá identificar todos los cruces del corredor férreo con infraestructura carretera, infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones, alcantarillados, acueductos, pasos



British Embassy
Colombia



peatonales, etc., y elaborar un diagnóstico que indique como los cruces de otros tipos de infraestructura afectan el corredor férreo para la operación planificada en el proyecto.

Se deberá verificar que los cruces que se realicen de forma subterránea al corredor tales como redes eléctricas y tuberías de agua potable o aguas servidas no alteren las propiedades de la infraestructura y la superestructura de vía y en caso de identificar cruces que causen inconvenientes, el Contratista deberá proponer actuaciones para cada caso.

Respecto a los tipos de infraestructura que cruzan el corredor férreo por vía aérea, tales como cables de alta tensión y puentes, entre otros, se deberá verificar en lo posible que los soportes (Postes, Torres, Pilas, Columnas, etc.) no ocupen la faja de vía y obligatoriamente se verificará que de ninguna manera este tipo de estructuras afecten el galibo estructural del corredor férreo, el cual será propuesto por el Contratista de acuerdo a los requerimientos. Por otro lado, el Contratista deberá analizar más a profundidad todos los cruces a nivel del corredor férreo con infraestructura carretera para lo cual deberá, en primera instancia, clasificar todas las carreteras nacionales, departamentales y municipales de primer orden, de acuerdo a lo dispuesto por la ley 1228 de 2008, que cruzan el corredor férreo y se verificará lo siguiente:

- Las carreteras identificadas de primer orden deberán cruzar el corredor férreo a desnivel respetando obligatoriamente el galibo estructural.
- En caso que las carreteras de primer orden crucen el corredor férreo a nivel o su paso afecte el galibo estructural de la línea férrea, el Contratista deberá proponer las actuaciones necesarias para su solución.

Para aquellas carreteras nacionales, departamentales y municipales que sean clasificadas como de segundo orden y que cruzan el corredor férreo analizado, el Contratista deberá hacer un diagnóstico del cruce con base en el TPD actual y proyectado de la carretera y la frecuencia ferroviaria actual y proyectada del corredor férreo con el fin de determinar si se hace necesario implementar un paso a desnivel. En caso contrario, el Contratista deberá entregar los diseños del paso a nivel, así como la señalización en la carretera de acuerdo a lo dispuesto por el código de Transito del Ministerio de Transporte y de acuerdo a prácticas internacionales que el Contratista considere adecuado implementar en pro de la seguridad.

L) PRODUCTOS A ENTREGAR

El CONTRATISTA definirá el nivel de detalle requerido de las características geométricas del trazado desarrollado y de los diferentes elementos complementarios, el cual no podrá ser inferior a lo aquí indicado:

- Planta del eje a escala 1:1.000. Replanteo del eje.
- Perfiles longitudinales a escala H 1:1000 / V 1:100.



British Embassy
Colombia



- Perfiles transversales en función de los datos geométricos y geotécnicos recopilados.
- Definición completa y características de los elementos y puntos singulares del trazado (en planta, y perfil).
- Cálculo del movimiento de tierras con listado de mediciones.
- Planta y alzado general de estructuras, incluyendo replanteo básico.
- Esquema de la red de drenaje y conexión a la red general urbana e interurbana.
- Distancias del eje respecto a edificaciones existentes y previstas, viales, cauces, conducciones y redes, etc.
- Situación (en planta y perfil) de accesos y estaciones.
- Definición de la reposición de las vías afectadas por las obras de la línea del sistema del tren propuesto
- Definición completa del trazado (planta y perfil) de cada una de las vías de la línea del sistema del tren propuesto.
- Esquema de vías y situación de los diferentes aparatos de vía con sus características.
- Análisis de la posible conexión con otras líneas futuras y con los patios y talleres proyectados para la línea del sistema del tren.
- Definición completa del trazado (planta y perfil) de las vías en Patios y Talleres del sistema del tren.

Además, en los emplazamientos de estaciones y de otras estructuras anexas se presentarán los elementos del diseño Urbano – Paisajístico y acabado, tales como andenes, pasillos, aceras, etc. Todos los planos, y en particular las secciones transversales, incluirán información de los paramentos de las edificaciones próximas al trazado, indicando la situación de sótanos y cimentaciones.

2.7 ESTUDIO AMBIENTAL

ELABORACIÓN DEL COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE UTILIZARÁ EN LA ESTRUCTURACION Y QUE PERMITA SELECCIONAR LA MEJOR ALTERNATIVA.

El CONTRATISTA debe realizar el proceso de ejecución de la alternativa de mitigación seleccionada y de verificación y corrección de la matriz de riesgo a la que haya lugar.

El Contratista complementará los estudios de impacto ambiental u otros a que haya lugar hasta el punto requerido por los organismos y entidades competentes para la expedición o modificación de la licencia ambiental o los documentos equivalentes.



LINEAMIENTOS AMBIENTALES

El Contratista debe definir los lineamientos ambientales para el proyecto, acordes con la estrategia de ordenamiento y la caracterización de las diferentes zonas de la ciudad y la región, con el fin de mitigar impactos y de contribuir al desarrollo de proyectos ambientales entorno al corredor.

Aunque el estudio de impacto ambiental será completo y de acuerdo con la normativa vigente, el hecho de que el ámbito de estudio sea primordialmente o eminentemente urbano, permite especificar unos impactos sobre otros. En particular, el equipo encargado del estudio ambiental se centrará en los siguientes impactos: Intervención de cauces, concesión de aguas, permiso de vertimientos, permiso de emisiones, licencias y manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y de construcción y demolición a que haya lugar.

ATENUACIÓN DE RUIDOS Y VIBRACIONES

Cabe destacar estos aspectos porque suele ser, en proyectos tranviarios urbanos, los más sensibles en lo que a medio ambiente se refiere. En este proyecto, que atraviesa un entorno urbano, estos estudios tendrán una especial relevancia.

Se podrán prever diferentes sistemas de vías, en función de la amortiguación vibratoria que permiten. El sistema de vía tipo 1 no permite ninguna amortiguación, el sistema de vía tipo 2 permite una amortiguación de 10dBv y el sistema de vía tipo 3 de 20dBv.

Luego, a modo orientativo, los estudios conducen a menudo a la regla empírica siguiente para determinar el sistema de vía en función de la distancia entre el eje Tren y la fachada.

- Si $d > 12m$ = Sistema de vía tipo 1
- Si $7m < d < 12m$ = Sistema de vía tipo 2
- Si $d < 7m$ = Sistema de vía tipo 3

Nominación de los Impactos acústicos y vibratorios de los trenes:

- A1 – A2 Ruido de transmisión aérea al paso del Tren (Acústica clásica de los transportes ferroviarios)
- AC3 Ruidos singulares (Noción de molestia a los vecinos; o ruido no tomado en cuenta en A1)
- V1 Vibración respecto a edificaciones
- V2 Vibración respecto a las personas
- AV3 Zumbido respecto a las superficies



British Embassy
Colombia



IDENTIFICACIÓN DE OTROS ELEMENTOS CLAVES A SER CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) Y DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECOMENDACIONES:

En caso de haber elementos adicionales a los mencionados arriba (Parques Naturales Nacionales, Reservas de la sociedad civil, humedales reservas forestales, etc.) que deberían ser considerados en la elaboración de DAA, EIA y PAGA, el CONTRATISTA deberá identificarlos y explicar de qué forma deberían ser considerados en la preparación de los documentos, así como las entidades y/o autoridades ambientales implicadas en cada trámite.

Deben ser tenidos en cuenta los lineamientos mencionados en el análisis de la situación social para los Estudios Técnicos para Rehabilitación, Operación y Mantenimiento, tal como allí se menciona. Adicionalmente, se debe revisar la información consignada en la etapa de diagnóstico y ajustar, en caso de ser necesario, los documentos, permisos o licencias que se requieran.

ESTIMACIÓN Y PROGRAMACIÓN PARA LA REALIZACIÓN FUTURA DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA):

El CONTRATISTA realizará una estimación y programación para la realización futura de un Plan de Manejo Ambiental que incluya como mínimo una descripción de las actividades, especificaciones, tiempos y costos (compensaciones, trámites ambientales por evaluación y seguimiento, gestión ambiental y servicios, entre otros), así como otros aspectos que considere relevantes.

2.8 ESTUDIO PREDIAL

- a. Diseñar e implementar estrategia de recuperación de las zonas con ocupación ilegal que contemple acciones del Anexo Social.
- b. Directrices, recomendaciones y estrategias para la adquisición de predios subsanando las limitaciones prediales (técnicas y legales), y atendiendo la adquisición de los predios y la disponibilidad de las áreas de manera oportuna y conforme al plan de obras.
- c. Diseño e implementación de la estrategia para la adquisición de los predios, incluyendo plan de compensaciones socioeconómicas y daño emergente y lucro cesante y demás variables.
- d. Diseño e implementación de estrategia para gestionar los conflictos de predios con la existencia de Redes de Servicios Públicos.
- e. Estrategia para la atención de las invasiones sobre el derecho de vía, incluyendo los procesos de restitución del espacio público y eventuales programas de reasentamiento.
- f. Sistematización de la información catastral de los predios, incluyendo, entre otros: Departamento y Municipio, Número de predio, Folio de matrícula inmobiliaria, Número de identificación catastral, Nombre del propietario y dirección, Área del terreno, Área construida y características, Uso, Otros criterios relevantes
- g. Una base de datos de los predios requeridos, con su información técnica, legal y social.



British Embassy
Colombia



- h. Tira topográfica predial
- i. Diagnóstico predial según los escenarios prediales del proyecto y demás criterios establecidos en el presente apéndice
- j. Producto: Deberá identificar las necesidades prediales e inventario en cada corredor, presentando especial interés en la estimación del presupuesto y programación para la implementación y el modelo financiero.
- k. Tramitar los permisos o solicitudes de información, consultas y/o concertaciones e incluir dentro de la evaluación los aspectos sociales que afecten el análisis de costos de los Proyectos y su ejecución.

En caso de requerirse la adquisición de predios o franjas de terreno, a partir del reconocimiento en campo establecer una priorización de áreas pobladas sensibles que puedan ameritar la formulación de programas de reasentamiento poblacional o de la implementación del plan de compensaciones socioeconómicas.

En tal situación, se debe realizar con trabajo de campo y de información secundaria, para lograr tener una estimación aproximada sobre el inventario de viviendas y el censo poblacional en el área requerida, en el cual se estimen aproximadamente, las características socioeconómicas de la población sujeto y estimar su cuantificación de acuerdo con los lineamientos de la normatividad vigente, el valor estimativo de la aplicación del plan de compensaciones, de la formulación y ejecución del componente social del Anexo Técnico, y/o del reasentamiento poblacional en caso de presentarse unidades sociales ocupantes irregulares que puedan llegar a ser impactadas por la construcción de las obras.

ENTREGABLES

El contratista debe entregar los informes, planos y demás documentos requeridos y detallados en este capítulo.

2.9 PUENTES, PONTONES Y VIADUCTOS

PUENTES NUEVOS

Para los puentes nuevos el Contratista deberá elaborar y entregar los siguientes estudios, diseños y documentos para su análisis y aprobación.

A) Estudio de Topografía y Diseño Geométrico

Este informe debe seguir los requerimientos antes descritos para las áreas de Topografía y Diseño Geométrico descritas anteriormente.

Al describir la zona por donde atravesará el Proyecto y los puntos geográficos que se van a vincular, para los puentes más importantes y representativos, se realizará el levantamiento de



British Embassy
Colombia



500 metros antes y después del puente, y 100 metros aguas arriba y 100 metros aguas abajo, de tal forma que abarque la localización de los nuevos puentes.

Se deben definir los parámetros de diseño, luego materializar la localización definitiva de los apoyos, con todas las características geométricas planta-perfil. Se determinarán las características de las secciones transversales tipo de acuerdo con el tren de diseño que satisfaga la demanda a movilizar, geometría, gálibo mínimo, de acuerdo con la normatividad vigente. Dentro de los productos a entregar, junto con las memorias de cálculo se espera como mínimo planos de:

- Ubicación geográfica del Proyecto e identificación de todos los puentes existentes y de los nuevos puentes requeridos
- Reducido del Proyecto. Se presentará a escala 1:10.000.
- Planta - perfil de construcción a escalas H: 1:2000 y V: 1:200 con el alineamiento horizontal y vertical, los elementos de curvatura y superestructura.
- Localización en planta- perfil con las respectivas carteras de campo y deberán contener el diseño geométrico de los puentes y sus obras requeridas para los accesos.

B) Estudio de Geología y Geotecnia

Según las especificaciones descritas para el área de Geología y Geotecnia, el CONTRATISTA deberá realizar el análisis para los puentes nuevos, con especial particularización de los puentes más importantes y significativos del corredor, y además deberá contener las memorias de cálculo y planos, como mínimo de los siguientes aspectos:

Reconocimiento geomorfológico de las zonas aledañas a los puentes, a fin de determinar características y propiedades generales de los diferentes estratos o depósitos geológicos, con información sobre fallas, pliegues, diaclasas, sitios de inestabilidad potencial o cualquiera otra circunstancia que ponga en peligro la estabilidad de los puentes. Espesor y características de los perfiles de meteorización, y descripción de cada uno. Localización, descripción y análisis de todas las formas y fenómenos de inestabilidad, y clasificación práctica de estos procesos

C) Estudio Hidrológico, Hidráulico y de Socavación

Para los puentes nuevos se debe realizar los estudios hidrológicos, hidráulico y de socavación, con especial particularización de los puentes más importantes y significativos del corredor.

Parte de los análisis y resultados que se deben presentar con referencia a estos aspectos son: niveles máximos de aguas, velocidades medias y coeficientes de rugosidad, arrastres, socavación general en condiciones naturales y la producida por las pilas, análisis de inundaciones, y debido a la capacidad hidráulica, analizar los aliviaderos y la geomorfología de la corriente.



D) Estudio del diseño del puente y superestructura

Además de parámetros mínimos para la superestructura, se debe realizar el diseño de los puentes para el tren de diseño, de acuerdo con la demanda a movilizar según el modelo operacional de trenes.

EL CONTRATISTA entregará los mismos productos definidos en las especificaciones para el diseño de la superestructura, que como mínimo incluyen:

- *Memorias de los cálculos realizados*
- *Planos de las secciones transversales de los puentes con las especificaciones de la superestructura.*
- *Recomendaciones generales sobre el mantenimiento.*

E) Estudio estructural y dimensionamiento

Se debe seleccionar la tipología de puente a estudiar, proceso constructivo, y materiales definiendo sus principales ventajas particulares.

Se debe realizar el diseño de la estructura del puente y las obras complementarias y de los elementos estructurales con su respectiva geometría.

Deberá identificar cada uno de los puentes nuevos, para lo cual, se deben definir los criterios técnicos que llevaron a esta selección, el pre-dimensionamiento, y caracterización de los materiales, procesos constructivos, cantidades de obras y demás actividades que componen el diseño, para los siguientes elementos:

- *Infraestructura: Estribos, Pilas o cualquier tipo de cimentación seleccionada*
- *Superestructura: Tablero, vigas, traviesas, sujeciones, placas, barandas, juntas, refuerzo y demás elementos que componen la superestructura.*
- *Accesos: Empalmes, aproches, vías de accesos y demás elementos que den continuidad a la vía.*

En las Memorias de Cálculo se debe indicar el registro descriptivo de los cálculos requeridos por el diseño de la estructura, lo cual soporta y fundamenta las dimensiones y refuerzos determinados. Comprende además, lo siguiente: descripción del proyecto, códigos y reglamentos tomados como base para la elaboración del proyecto, especificaciones de materiales a utilizar en la estructura, criterio para el análisis de cargas, dimensionamientos, análisis sísmico, memoria de cálculo, y demás componentes definidos para los diseños.



British Embassy
Colombia



Se deben entregar los planos de cada una de las obras que contempla el Proyecto.

Se deben calcular las cantidades de obra para cada ítem y se calcularán con base en los planos, memorias y especificaciones.

Para cada ítem deberá efectuarse el análisis del precio unitario correspondiente, para lo cual se obtendrá información de los costos básicos en la zona del Proyecto, tales como equipos, materiales y mano de obra, teniendo en cuenta, además, los factores de producción y las condiciones específicas de la región, como régimen de lluvias, acceso al sitio de los trabajos, sistemas de explotación y producción de los agregados pétreos, y todos aquellos factores que puedan incidir en la determinación del precio unitario de los diversos ítems. El análisis de los precios unitarios para cada ítem estará de acuerdo con las especificaciones, normas y planos de construcción.

Con los precios unitarios de cada ítem y las respectivas cantidades de obra, se determinará el presupuesto a la fecha de presentación del estudio. Adicionalmente se estudiarán los posibles costos especiales en caso de existir.

2.10 DISEÑO DE LA RELOCALIZACIÓN DE REDES DE SERVICIOS (INCLUYENDO OLEODUCTO Y POLIDUCTO)

Como resultado del diagnóstico, el contratista presentará el plan de acción y alternativas para solucionar dichas interferencias, y desarrollará los diseños de reubicación de redes de servicios públicos con los presupuestos que implique su traslado, construcción, mantenimiento y puesta en servicio. Definirá además los protocolos y cronogramas de gestión ante las entidades correspondientes, tanto para su diseño definitivo como para su traslado y/o construcción.

El diseño de las redes debe hacerse en coordinación con cada empresa de servicio y es obligación del contratista elaborar los diseños de las interferencias, incorporar los diseños de las redes proyectadas y elaborar el costo aproximado de estas redes.

Para las redes eléctricas, el contratista debe presentar el diseño eléctrico validado por las empresas afectadas tales como Codensa, Empresa de Energía de Cundinamarca o las empresas que determine la UAESP.

El contratista debe realizar el presupuesto para el proyecto de acuerdo con las normas aplicables editadas por Codensa, normas de construcción de redes subterráneas, normas de construcción de redes aéreas, normas de construcción de redes rurales, normas de construcción de acometidas y subestaciones. Además, se debe tener en cuenta el Manual de Alumbrado Público de la UESP.

Para las redes de telecomunicaciones, el diseño de las redes será realizada basado en los planos de redes existentes y proyectos a ejecutar entregados por la E.T.B y demás empresas operadoras,



diseñando el traslado de las interferencias que se causen y elaborando el presupuesto preliminar de estas obras.

El contratista deberá presentar los planes de desvíos, relocalizaciones, tratamientos especiales a nivel de factibilidad, con los respectivos presupuestos, cronogramas, planes de contingencias y estudios recomendados, para solucionar las interferencias identificadas. Elaborará los planos de los diseños en las escalas reglamentadas por cada una de las entidades y empresas de servicios públicos, desarrollando los cálculos y análisis correspondientes que permitan sustentar las mejores alternativas de solución, para lo cual se deberán presentar la respectiva evaluación técnico – económica de las alternativas propuestas.

ENTREGABLES

El contratista debe entregar los informes, planos y demás documentos requeridos y detallados en este capítulo.

2.11 ESTACIONES, EDIFICACIONES E INSERCIÓN URBANA

ESTACIONES Y EDIFICACIONES - DISEÑO FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICO

Criterios para la definición y distribución de los espacios.

Los criterios generales para la definición y distribución de las estaciones son los siguientes:

- Todos los diseños cumplirán con las buenas prácticas de ingeniería y arquitectura.
- El diseño de las estaciones se adaptará a la solución de trazado definido.
- La concepción de los espacios garantizará una ejecución fácil y rápida, además del aprovechamiento máximo del espacio. En la medida de lo posible se reducirá la ocupación en planta para permitir la ejecución de las obras sin afectación a los edificios colindantes.
- 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, bancas y aceras, se diseñarán en los conjuntos y edificios de acuerdo a lo indicado en las normas urbanas que apliquen al respecto.
- El diseño de las estaciones tendrá como objetivo minimizar y simplificar los recorridos de los viajeros.
- Definición de soluciones a los pasos peatonales, localización y tipo de solución (señalización, semaforización o paso a desnivel). Dichas soluciones deberán ser incluidas en los planos de señalización y diseño geométrico según corresponda y se recomendará si la construcción debe ser inmediata, a corto o mediano plazo.
- El acceso al andén se efectuará directamente desde el/los vestíbulos de acceso. Cualquier rampa que sea necesaria para salvar desniveles tendrá en todos los casos una pendiente



British Embassy
Colombia



máxima de 6% y una anchura superior a 1.50m, garantizando así el acceso a Personas de Movilidad Reducida.

- Todas las estaciones cumplirán la normativa vigente referente a supresión de las barreras arquitectónicas sobre accesibilidad para PMR (Personas con Movilidad Reducida).
- En todas las estaciones se establecerán rutas uniformes que aseguren la accesibilidad universal de la población, mediante señalización y acabados texturizados, de tal forma que se orienten siempre bajo los mismos criterios.
- Se aplicarán las normas de accesibilidad necesarias y en vigor. Para los invidentes se considerará un señalamiento en pisos que pueda detectar su bastón indicando la circulación continua, los cambios de dirección o la presencia de obstáculos, etc. Igualmente se colocará la señalización oportuna mediante el Sistema Braille para su perfecta orientación.
- El diseño de las estaciones debe facilitar la orientación del usuario por lo que se analizarán los recorridos habituales y de evacuación con sumo detalle. Se atenderán todas las medidas que garanticen la seguridad del usuario de transporte y del operador dentro de las estaciones.
- El Mobiliario de la estación deberá estar integrado al diseño del conjunto de la estación.
- La distancia mínima entre cualquier obstáculo fijo (papeleras, pasamanos, vallas publicitarias, muros de cierre bajo escaleras, escaleras, ascensores, etc) y el borde del andén será la que establezca la norma.
- Se considerará la posibilidad de emplazar locales comerciales para optimizar la explotación del sistema. La integración de estos se realizará respetando la funcionalidad de la estación, sin dificultar el movimiento de los viajeros en sus recorridos de acceso y salida.
- Se tendrán en cuenta en su diseño los aspectos relativos a la seguridad y protección contra incendios.
- Zona de venta de billetes con acceso desde el exterior (zona no paga).
- Zona de conexión con los andenes, los cuales se hayan situados al mismo nivel que el túnel (en el caso de las subterráneas) y a 1,10m por encima de la cota de cabeza de riel (zona paga).
- En el vestíbulo existirán diversas áreas que permiten albergar las siguientes actividades:
- Área de servicios al cliente: venta de tiquetes y disposición de espacios de espera y de orientación.
- Zona comercial (opcional)
- Puntos o barreras de control para la entrada y salida del sistema de transporte.
- Sistema de detección de incendios.
- Sistema de extinción de incendios.
- Sistemas de detección de humos y gases.
- Iluminación.
- Iluminación de emergencia.
- Detección de incendios.
- Franjas y carteles informativos, direccionales, etc.
- Pantallas de información al pasajero.



- Video vigilancia.
- Megafonía.

ESTUDIOS FUNCIONALES Y DE EVACUACIÓN

Se realizará un estudio de evacuación para garantizar el cumplimiento de los recorridos de evacuación de los pasajeros de las estaciones teniendo en cuenta los criterios de evacuación establecidos según la normativa en vigor. Se deberá cumplir como mínimo con la NFPA-30 para espacios de pública concurrencia y de sistemas de transporte ferroviario.

DESVÍOS PROVISIONALES

El CONTRATISTA deberá justificar en el proyecto la necesidad de realización de desvíos provisionales de redes y tráfico para la realización de las obras e incluir las medidas a tomar y el valor de las mismas en el análisis de costos o presupuesto de inversión del proyecto.

SISTEMA DE SUMINISTRO ELÉCTRICO

El sistema del tren propuesto deberá disponer de los Sistemas de alimentación eléctrica que permitan el correcto funcionamiento de todos los sistemas alimentados con energía eléctrica del sistema propuesto con los niveles de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad adecuados para conseguir la prestación de un servicio de transporte de viajeros de calidad.

Es por ello, que es vital el diseño de un sistema robusto y fiable, que garantice la continuidad de suministro de todos los consumos, tanto en condiciones de funcionamiento normal, como en el caso de funcionamiento degradado por avería o falta de disponibilidad de alguno o varios de los elementos que forman parte del sistema eléctrico.

La continuidad del suministro resulta esencial en todas las áreas de actividad de la explotación ferroviaria, tanto en las dependencias técnicas con o sin personal permanente, como en los sistemas de tracción, sistemas de comunicaciones, señalización ferroviaria, así como en los espacios de acceso de los usuarios.

El diseño ha de recoger las siguientes características fundamentales:

- Seguridad de la explotación.
- Fiabilidad de la operación.
- Facilidad de la operación y del mantenimiento.
- Criterios de eficiencia energética.



British Embassy
Colombia



La facilidad de la operación ha de garantizar una rápida recuperación del suministro eléctrico en el caso de fallo o avería de cualquier parte de la instalación. El diseño teniendo en cuenta la facilidad del mantenimiento aumenta la disponibilidad del sistema, mediante la reducción de los tiempos de reparación entre averías.

Criterios generales respecto a la localización de estaciones y al diseño de las mismas:

- Localización de las estaciones combinando las condiciones de demanda y las condiciones de acceso en los diferentes sitios seleccionados.
- Condiciones de accesos en superficie y urbanismo exterior, incluyendo los corredores o vías existentes tanto vehiculares como peatonales.
- Vestíbulos y conexiones con andenes y demás facilidades o servicios que ofrezca la estación (locales comerciales, interconexiones, servicios, etc),
- Andenes y resto de sección de la estación (en superficie o viaducto),
- Dependencias técnicas y resto de espacios asociados a la estación.
- Distribución funcional de los espacios;
- Definiciones geométricas de todos los elementos constitutivos de la estación.;
- Procesos constructivos;
- Soluciones estructurales pre dimensionadas;
- Caracterización de materiales y acabados;
- Especificación de los equipos en el interior de las estaciones tales como: escaleras, ascensores, climatización, iluminación, señalización, entre otros, con su respectivo pre dimensionamiento y previsión de espacios técnicos y pasos de servicios;
- Estudio de flujos de viajeros y relaciones intermodales (para aquellas estaciones que lo requieran);
- Estudio de movilidad de usuarios en el interior de la estación considerando las condiciones de acceso y salida de los mismos. Desvíos, restricciones de tráfico y planes de mitigación y Anexo de los corredores viales existentes y que se afecten con las obras de construcción.;
- Afectación de elementos preexistentes que incidan en el proyecto de forma importante;(edificaciones, monumentos, vías, equipamientos, servicios, etc),

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE ELECTRIFICACIÓN

De acuerdo a lo indicado por el Contratista, el sistema de suministro eléctrico suministrará energía eléctrica a todos los consumidores del sistema de transporte ferroviario.

El sistema eléctrico del sistema del tren propuesto se conectará a la red eléctrica de Alta Tensión de la región de la sabana de Bogotá y de la ciudad de Bogotá mediante Subestaciones Alimentadoras. Estas subestaciones transformaran la energía eléctrica de entrada de alta tensión a la tensión de distribución. La energía eléctrica se distribuye a través de los anillos de distribución hasta los diferentes puntos de consumo, siendo el recorrido de los mismos paralelos a los ejes de las vías, ya



British Embassy
Colombia



sean las secciones de la plataforma del tipo superficie o viaducto. Se debe tener claro que deberá existir la separación de los subsistemas de alimentación de tracción, del subsistema de señalización y control de tráfico y del subsistema de consumos auxiliares.

UBICACIÓN Y NÚMERO DE SUBESTACIONES ALIMENTADORAS

La ubicación y número de subestaciones alimentadoras es uno de los estudios fundamentales iniciales que deberá abordar el Contratista para conseguir un funcionamiento correcto y racional del sistema eléctrico de la red del sistema. En los sistemas electrificados las subestaciones alimentadoras forman un anillo primario conectado en varios puntos a la red externa en alta tensión. De estas subestaciones transformadoras saldrá la alimentación a los tres subsistemas señalados arriba.

El CONTRATISTA deberá demostrar que la solución para funcionamiento normal y degradado sea razonable técnica y económicamente, con el planteamiento indicado en la propuesta que indica:

DIMENSIONAMIENTO DE LAS ALIMENTADORAS

Las subestaciones Alimentadoras deberán estar dimensionadas de manera que en caso de fallo o pérdida de suministro de una de ellas, las otras Alimentadoras puedan garantizar el funcionamiento normal del servicio y en el caso de fallo de alguna la Alimentadora que quede en funcionamiento debe permitir el mantenimiento de un servicio degradado.

El dimensionamiento de las Alimentadoras dependerá, además de las redundancias planteadas, de las cargas que deban suministrar a los dos anillos de distribución (tracción e instalaciones), así como del suministro necesario para los servicios auxiliares propios de la Alimentadora.

El Contratista deberá tener en cuenta e indicar las soluciones técnicas en términos de eficiencia y economía respecto a los siguientes aspectos:

- Descripción funcional general de las subestaciones alimentadoras
- Conexión a la red de alta tensión
- Diseño de las salas de alta tensión
- Equipamiento para la transformación de energía
- Distribución de energía hacia el exterior
- Servicios auxiliares
- Anillos de distribución de energía
- Dimensionamiento de las subestaciones de tracción y criterios de seguridad, mantenimiento y funcionamiento
- Puesta a tierra de las instalaciones



British Embassy
Colombia



- Protección contra incendios en el sistema de electrificación

ENTREGABLES Y CONTENIDO

Los entregables correspondientes al sistema de suministro eléctrico serán:

- Memoria de desarrollo de los diseños que incluirá los procedimientos y metodologías desarrolladas para el diseño, supuestos, diagnóstico del inventario de la red existente, datos de entrada y el resumen de datos generales
- Un análisis que respalde la recomendación del subsistema de alimentación de tracción a utilizar en el proyecto. En principio, los sistemas suburbanos se proyectan en CC, con voltajes que varían entre 600 y 3.000 V. Sin embargo, recientemente se han desarrollado sistemas de alimentación de tracción en CA a voltajes bajos, que se debe analizar. Es importante tener en cuenta que la tecnología de alimentación va ligada a la definición de la tecnología del material rodante y los costos del sistema como un todo.
- Estudio de número y ubicación de subestaciones alimentadoras. Debe definirse el grado de automatización de las subestaciones. Definición de un centro de control (despacho eléctrico) desde el que se pueda monitorear, controlar y operar las subestaciones.
- Dimensionamiento de las potencias necesarias en las subestaciones alimentadoras
- Simulación eléctrica de la red de tracción
- Elección de la tensión de distribución de los anillos de distribución
- Configuración de los Centros de Transformación
- Determinación del sistema para garantizar la alimentación de los servicios críticos de la subestación alimentadora
- Criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de estas soluciones para las diferentes subestaciones alimentadoras.
- Criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de las soluciones para los anillos de distribución.
- Criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de estas soluciones para los centros de transformación.
- Criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de las soluciones para las subestaciones de tracción.
- Criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de estas soluciones para la Línea Aérea de Contacto.
- Criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de las soluciones para la Puesta a Tierra de las Instalaciones, los cálculos de malla a tierra de acuerdo a las normas eléctricas.
- Planos necesarios para la completa definición del proyecto.
- Análisis de precios unitarios y los presupuestos por instalación, totales.



British Embassy
Colombia



- Listado con las especificaciones y normas que deben cumplir los equipos para control de instalación y precio.

INSERCIÓN URBANA

EVALUACIÓN DE LA AFECTACIÓN PREDIAL

A partir del inventario predial de bienes inmuebles afectados sobre la franja de intervención directa del tren, se debe establecer el tipo de afectación ya sea por cuenta del trazado, de una estación o de la reconfiguración urbana del área de un sector específico. Para este punto se deben plantear las alternativas de mitigación urbana de estas afectaciones, que incluyan la identificación de potenciales de desarrollo inmobiliario que puedan ser considerados desde la perspectiva de captura de valor.

EVALUACIÓN DE LA AFECTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA URBANA

Proyectando las posibles afectaciones de la implantación del corredor al interior de zonas urbanas altamente consolidadas se deben evaluar los efectos de la operación del sistema, y otro tipo de afectaciones que requieran ser solucionadas desde intervenciones de orden urbano – paisajístico. Para esto diagnóstico se propone evaluar al menos los siguientes aspectos:

- Inclusión en el sistema vial y urbano del corredor en los diferentes sectores que atraviesa.
- Nivel de segregación respecto del resto del tráfico y traza urbana que atraviesa.
- Efecto de la catenaria como elemento visual y de costo, planteando si debe ser aérea (relación con la vía, si se aprovecha como soporte del alumbrado público), subterránea o si se da por tercer riel; localización de las subestaciones de energía eléctrica; localización de las estaciones accesibilidad peatonal, etc.
- Problemas de vibraciones y seguridad cerca de construcciones emblemáticas (patrimonio arquitectónico y cultural de la ciudad), vivienda, comercio y reservas forestales.
- Problemas de permeabilidad (estudio de sistemas de drenajes sostenibles – SUD) que se puedan generar a lado y lado del corredor; si la plataforma del tren puede ser compartida con peatones y vehículos. En las zonas de patrimonio histórico, arquitectónico y cultural se debe tener un análisis más detallado para que la solución a implantar garantice un óptimo nivel de servicio para los peatones en esta zona, considerando la situación futura.
- Planes de Manejo de Tráfico (PMT) durante las obras.
- Inserción urbana actuando de fachada a fachada para dar una nueva imagen al corredor, incluyendo diseño y dimensionamiento de las estaciones y terminales.
- Plan de comunicaciones y manejo de la conciencia social.

ESPACIOS COMPLEMENTARIOS AL SISTEMA DE EQUIPAMIENTOS

Generación de espacios complementarios al sistema de equipamientos en las zonas donde el sistema de transporte es un eje estructurante del territorio.



British Embassy
Colombia



Para la operación de un sistema de transporte masivo sobre un corredor de transporte de alta capacidad de la ciudad es necesario configurar una red de espacios adicionales a las zonas de venta de pasajes al interior de las estaciones, en estos espacios se deben localizar puntos de venta y recarga de tarjetas de viaje, servicios de policía, servicios administrativos o de gestión de la ciudad y de gestión, información turística y al usuario, zonas para prestar primeros auxilios y zonas de administración, parqueos seguros de bicicletas y servicio para los modos de transporte complementarios del sistema. Esto debe suplir las necesidades de los usuarios del sistema de transporte propuesto contribuyendo al fortalecimiento del sistema de equipamientos.

Esta red debe estar determinada teniendo en cuenta las zonas de máxima demanda y las zonas de oportunidad que tienen que ser definidas en el área de influencia determinada para el corredor, con el fin de descongestionar el sistema de transporte de la ciudad optimizando los desplazamientos, permitiéndole a los ciudadanos acceder a servicios necesarios en su vida cotidiana durante su viaje.

DISEÑO URBANO DEL CORREDOR

Teniendo como partida el diagnóstico del capítulo 2, se debe realizar la identificación de los potenciales urbanos, de manera que se construya una alternativa; desarrollando un anteproyecto de diseño urbano integral orientado al transporte sostenible, donde se articulen coherentemente todos los componentes del proyecto en relación a la estructura general de la ciudad, de tal manera que se pueda realizar una estimación confiable del presupuesto general de la propuesta desarrollada, identificando y adelantando la coordinación y gestión interinstitucional a que haya lugar para determinar la viabilidad del proyecto.

Tomando como base las definiciones y productos de la etapa de diagnóstico, especialmente lo concerniente a diseño urbano, paisajismo, espacio público, manejo de patrimonio y tratamiento arqueológico, ambiental, conectividad peatonal y ciclo infraestructura; se hace un análisis urbano del proyecto, desde los principios del Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible DOTS y su integración con los sistemas de movilidad, espacio público y transporte, y con otros proyectos. Se delimita el área de estudio, y su relación con otros proyectos.

Los diseños se deben desarrollar para la franja de afectación inmediata del trazado del tren, lo que incluye el corredor vial por el cual se encuentra especificado la implantación del sistema férreo, y el área de influencia que abarca las manzanas hasta 150 metros en cada margen del trazado. (la especificación de esta franja debe ser validada por la interventoría del proyecto)

Productos:

- Delimitación de la intervención: localización general georreferenciada que permita identificar claramente el perímetro urbano y las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.



British Embassy
Colombia



- Análisis urbano de acuerdo con los respectivos POT de cada municipio potencialmente servido por el sistema.
- Diagnostico urbano de factibilidad.
- Propuesta de implantación urbana.
- Anteproyecto urbano de la alternativa seleccionada (diseño urbano, mobiliario urbano, tratamiento de bordes, etc).
- Identificación de trámites y gestiones ante las entidades competentes a nivel municipal y Nacional a tener en cuenta para la aprobación de la Intervención.
- Imágenes tridimensionales del proyecto que tenga en cuenta el entorno urbano.
- Especificaciones técnicas y cantidades de obra.
- Recomendaciones a tener en cuenta en la fase de diseños de detalle y construcción.

DISEÑO DE PAISAJISMO DEL CORREDOR

Articulado con los diseños urbanos se deben construir los diseños paisajísticos sobre la misma franja de afectación inmediata del trazado del tren; se debe garantizar que el proyecto se encuentre en armonía con el paisaje nativo del ámbito de estudio. Se deben propender por generar espacios públicos con identidad propia, caracterizados y amenizados al estar dotados con elementos de vegetación y mobiliario urbano óptimos que garanticen su buen funcionamiento colectivo, permitan un mantenimiento adecuado y generen sentido de pertenencia en la ciudadanía.

Productos:

- Definición de los criterios sobre la intervención del paisaje y sus componentes.
- Diseño Paisajístico según las características ambientales del área de influencia del trazado que especifique las especies vegetales a implementar con su respectiva ubicación, cantidad y características.
- Especificaciones técnicas y cantidades de obra.

ENTREGABLES

El contratista debe entregar los informes, planos y demás documentos requeridos y detallados en este capítulo.

2.12 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA – LÍNEA AÉREA DE CONTACTO (CATENARIA)

Este capítulo deberá considerarse como integrante del Sistema de Suministro Eléctrico, ya que entre ambos definen todas las características de la electrificación del sistema del tren propuesto.

La línea aérea de contacto o catenaria es la encargada de transportar la energía entre la subestación de tracción y el material rodante que circula por la línea. El retorno de la energía entre el material rodante y las subestaciones de tracción se hará a través del llamado circuito de retorno, constituido por los rieles y de ser necesario por cables adicionales.

La tensión de alimentación de la catenaria será aquella que resulte de los estudios que realizará el Contratista en la etapa de factibilidad, no obstante, se sugiere que no sea superior a los 1500Vdc. El Contratista deberá presentar en los estudios los diseños de los siguientes elementos de la catenaria:

- *Hilo de contacto*
- *Sustentador*
- *Feeders de acompañamiento (si es necesario)*
- *Péndolas*
- *Postes de catenaria*
- *Cimentaciones de los postes de catenaria*
- *Ménsulas*
- *Equipos de compensación*
- *Definición del grado de automatización del sistema de catenarias, monitoreo y gestión del funcionamiento del sistema.*

2.13 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN, SEGURIDAD, SEÑALIZACIÓN Y CONTROL DE TRENES.

SISTEMAS DE COMUNICACIONES PARA EL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN

Toda la función integral del sistema de Señalización y Control de Tráfico interactúa constantemente y depende absolutamente del sistema de comunicaciones ferroviarias a adoptar en el proyecto.

Existen diversos tipos de sistemas de comunicaciones que se han desarrollado y adaptado para las funciones específicas que se requieren con el fin de controlar el tráfico ferroviario. Sin embargo, como sucede en todos los elementos que conforma el control de tráfico en ferrocarriles, el volumen de tráfico y las frecuencias de circulación determinarán el nivel de tecnología que se requerirá para definir el sistema de comunicaciones de la red ferroviaria.

Los aspectos a considerar por el Contratista con base en los elementos considerados anteriormente respecto a la señalización, el sistema de enclavamientos, la ubicación de los puestos de control, el material rodante y por supuesto el volumen de tráfico, serán los siguientes:



- Radiocomunicación y telefonía de trenes con puestos de mando y estaciones
- Transmisión de datos, información y alarmas de los sistemas de seguridad, señalización y control de trenes
- Sistema de cableado
- Subsistemas de comunicación especializados entre infraestructura y material rodante.

El Contratista para cada uno de los subsistemas del sistema de comunicaciones en la fase de factibilidad incluirá como mínimo lo siguiente:

- Arquitectura del subsistema incluyendo el equipamiento del PCO
- Especificación funcional del sistema
- Esquemas y planos tipo, de los sistemas, subsistemas, equipos y componentes de cada subsistema
- Esquemas y planos tipo, incluyendo distribución y ubicación de los diferentes equipos en las estaciones de pasajeros
- Especificación de la metodología de implantación
- Especificación de los procedimientos de calidad a aplicar
- Especificación de los condicionantes de formación de usuario y personal de mantenimiento, etc.
- Estudios técnicos de justificación/aclaración de las soluciones técnicas propuestas en el Proyecto de Diseño definitivo

Usualmente los sistemas de comunicaciones ferroviarias están formados por una red básica de FO alimentada por los subsistemas de comunicaciones. Las comunicaciones vitales (señalización y control de tráfico) constituyen un sistema separado. El Sistema de Comunicaciones del sistema del tren propuesto, deberá incluir como mínimo los subsistemas indicados a continuación: (el Contratista podrá en su momento prescindir en la propuesta de factibilidad de algunos de los subsistemas aquí indicados, pero deberá justificar ante los supervisores de los estudios de factibilidad dicha supresión).

➤ **Redes de comunicación:**

- Red de Transmisión Física (Fibra Óptica ó cables de cobre).
- Red de Transmisión de Voz y Datos
- Red de Radiocomunicaciones de Voz y Datos

➤ **Subsistemas de comunicación:**

- Telefonía
- Interfonía
- Megafonía
- Sistemas de Información al Información al Viajero
- Sistema de Video vigilancia (CCTV)
- Control de Accesos



British Embassy
Colombia



- Sistema de Recaudo
- Cronometría
- Supervisión unificada – Sistema Anti-intrusión

➤ **Integración de sistema de comunicación:**

- Criterios generales de diseño
- Normativa
- Definición de interfaces
- Requerimientos de integración
- Cableado
- Sistemas Auxiliares

Entregables - El Proyecto de diseño deberá incluir:

- Especificación funcional detallada
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Mapa de cableado
- Definición de interfaces
- Esquemas de interconexión con otros subsistemas.
- Entregables de HW definidos en la Norma EN 50129.
- Entregables definidos en el sistema o gestión RAMS

RED DE TRANSMISIÓN VOZ Y DATOS

El Sistema de Radiocomunicaciones de Voz y Datos contempla la implementación de una red móvil de alta seguridad para servicios de voz y datos en baja velocidad a lo largo de toda la línea del sistema del tren.

Deberá proveer un servicio de radiotelefonía privada que permita la comunicación bidireccional móvil en la línea entre el personal de explotación (operadores, maquinistas, personal de mantenimiento y seguridad) y proporcione capacidades, entre otras, para la creación y gestión de grupos cerrados de usuarios y el envío de mensajes cortos de textos y datos.

Adicionalmente, este sistema será utilizado como red de transporte tren-tierra con el fin de dar servicio de conectividad a sistemas embarcados de baja velocidad, como por ejemplo interfonía, megafonía o supervisión técnica embarcada. (en caso de que se decida implementar estas facilidades) La red de transmisión de voz y datos operará como la red de transporte principal de la línea, debiendo tener la capacidad y prestaciones adecuadas para el transporte de voz y datos asociados a todos los sistemas de comunicaciones así como cualquier otro sistema ajeno.



El Contratista deberá tener en cuenta en el diseño de la red los requisitos y restricciones de todos los servicios transportados.

Dada su funcionalidad básica, la red de transmisión de voz y datos deberá dar cobertura a la totalidad de zonas del sistema del tren a través de niveles funcionales:

- Nivel de acceso, destinado a ofrecer los puntos de acceso finales de red, tanto a nivel de estaciones, talleres y patios de estacionamiento, interior de las unidades de material móvil o PCO.
- Nivel de distribución, destinado a ofrecer comunicación dentro de una estación o entre estaciones pertenecientes a grupos así como entre unidades o grupos de unidades de material rodante y PCO.
- Nivel de backbone, destinado a ofrecer comunicación de alta capacidad para la conexión de grupo de estaciones con el PCO o con otras redes de comunicación.

La red de transmisión de voz y datos podrá hacer uso de diferentes tecnologías y medios físicos a fin de adaptarse a las necesidades de cada servicio. No obstante, el diseño deberá ser considerado global. Se aplicarán los niveles de redundancia adecuados a fin de garantizar una red de alta fiabilidad y disponibilidad.

Finalmente, la red de transmisión de voz y datos deberá ofrecer un amplio abanico de mecanismos y funcionalidades avanzadas (seguridad, gestión de recursos, aplicación de políticas de calidad), de forma que puedan satisfacerse cualquier requerimiento actual o futuro por parte de los servicios transportados.

Entregables -El Proyecto deberá incluir:

- Descripción Funcional del Sistema
- Arquitectura y Topología de la Red
- Redundancia
- Requisitos de Transmisión
- Integración al Material Rodante
- Especificación funcional detallada
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos de instalación de los emplazamientos
- Planos de ubicación de los emplazamientos.
- Planos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Definición de interfaces
- Esquemas de interconexión con otros subsistemas.
- Estudio técnico de requisitos de transmisión
- Plan de direccionamiento IP



British Embassy
Colombia



- Estudio de cobertura radio (Cobertura, Regiones de Handover, Interferencias, en estaciones y demás edificios del explotador)
- Plan de Frecuencias preliminar
- Estudio de dimensionado de tráfico
- Análisis de interferencias con otros sistemas radios.
- Entregables de SW y HW definidos en las Normas EN 50128 y EN 50129.
- Data-sheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión.
- Entregables de RAMS

SISTEMA DE TELEFONÍA

Sistema concebido como un servicio de comunicación de voz para usos exclusivamente administrativos y de explotación dentro de las dependencias de la línea, en particular en el PCO y oficinas, talleres y patios de estacionamiento, estaciones, subestaciones eléctricas y otras dependencias técnicas.

El Contratista deberá indicar la definición de la integración de este sistema con los siguientes sistemas:

- Interfonía (si se implementa) y radiocomunicaciones de voz y datos
- Red telefónica pública conmutada
- Grabación de voz integrada
- Consola de voz integrada

Entregables - El Proyecto de diseño deberá incluir:

- Especificación funcional detallada
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos de ubicación de teléfonos.
- Planos de distribución de equipos en salas técnicas
- Esquema de interconexión con otros subsistemas
- Definición de interfaces
- Estudio de dimensionado de tráfico
- Estudio de integración de sistemas de voz
- Plan de Numeración Integrado acorde con el de radiocomunicaciones e interfonía.
- Plan de Implantación y planificación
- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129.
- Datasheet de equipos e documentación del SW de Gestión
- Entregables de RAMS



British Embassy
Colombia



SISTEMA DE MEGAFONÍA

El sistema de Megafonía operará como una herramienta fiable y eficiente para la difusión a grandes zonas de la línea de mensajes de audio en tiempo real o pregrabado.

Mediante este sistema, un operador del PCO o un jefe de estación, podrán emitir uno o varios mensajes en simultáneo a diferentes zonas de la línea pudiendo seleccionar el modo de emisión (manual o automático) y la naturaleza del mensaje (vocal o pregrabado).

Las principales zonas de cobertura de este sistema serán estaciones, talleres, patios de estacionamiento y material rodante.

Así mismo, este sistema deberá ser considerado crítico por parte del Contratista, dado que podrá ser usado como mecanismo para la emisión de alertas de emergencia y/o evacuación de las instalaciones por parte de los viajeros. Por tanto, este sistema deberá ser considerado como un sistema de emergencia tal y como se define en la normativa EN 60849.

Por otro lado, la difusión de mensajes de información deberá estar totalmente sincronizada con otros sistemas de información al viajero, especialmente cuando se emiten mensajes vinculados al estado del tráfico.

El puesto de operación del sistema en el PCO deberá estar totalmente integrado con el puesto de operación del sistema de información al viajero, de forma que un operador del PCO pueda gestionar ambos sistemas de forma conjunta y transparente.

Entregables - El Proyecto de diseño deberá incluir:

- Especificación funcional detallada
- Planos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Planos de instalación de megáfonos.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Definición de interfaces
- Esquema de interconexión con otros sistemas
- Estudio electroacústico
- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129
- Datasheet de equipos y documentación del SW de gestión.
- Entregables de RAMS



SISTEMA DE INFORMACIÓN AL VIAJERO

El Sistema de Información al Viajero ofrecerá al explotador una herramienta para la difusión de mensajes de información y/o de emergencia en zonas concretas de estaciones y en el interior de las unidades móviles. También permitirá ofrecer la hora oficial de la línea.

Los mensajes informativos serán de tipo multimedia, por lo que podrán difundirse imágenes estáticas, textos alfanuméricos, videos o difundir fuentes multimedia externas.

El sistema permitirá al operador confeccionar y almacenar, bien de forma centralizada o distribuida en estaciones y material rodante, cualquier tipo de mensaje multimedia, decidiendo en todo momento el momento y zona de difusión. Adicionalmente, el operador podrá programar una secuencia automática de emisión y reproducción de mensajes así como verificar en su consola la correcta visualización en destino.

Las zonas de cobertura del sistema se centrarán en estaciones (vestíbulos, pasillos de interconexión, andenes) y unidades de material rodante.

A fin de ofrecer un completo servicio al viajero, el sistema deberá poder emitir información referente a horarios y estados de tráfico así como horarios y estados de sistemas de transporte ajeno, especialmente en estaciones con interconexiones o multimodal.

Dado que el sistema de información al viajero deberá complementarse con el sistema de megafonía, deberá asegurarse la coherencia de mensajes emitidos en ambos sistemas.

A nivel de control, el sistema de información al viajero deberá ofrecer una aplicación de control y gestión totalmente integrada con el sistema de Megafonía, de forma que ambos sistemas puedan ser operados por los operadores del PCO de forma conjunta y transparente.

El sistema de Información al Viajero deberá dar cobertura de servicio a los siguientes emplazamientos: Estaciones y Material Móvil

Dado que las estaciones disponen de diferentes zonas funcionales, será requerida una segmentación en como mínimo las siguientes zonas: Accesos a la estación, vestíbulos y pasillos de interconexión y andenes

Respecto al material rodante, el Contratista deberá basarse en los siguientes criterios a efectos de determinar las zonas:

- Deberá poder emitirse un mensaje en una unidad de material rodante concreta



British Embassy
Colombia



- Deberá poder emitirse un mensaje a todas las unidades de material móvil que se encuentren en una zona geográfica de la línea concreta, pudiéndose fijar dicha zona y actualizar constantemente las unidades de material móvil destino del mensaje
- Deberá poder emitirse un mensaje en todas las unidades de material móvil de la línea

A) Criterios de visualización

El sistema de Información al Viajero deberá permitir la visualización de mensajes de texto, alfanuméricos, multimedia o en distintas plataformas de visualización asegurando en cada plataforma el máximo nivel de calidad de visualización.

Deberá contemplar las distintas ubicaciones de visualización (estaciones y material rodante) bien a nivel de espacio físico y distancia de visualización como bien a nivel de iluminación.

B) Integración con el sistema de tráfico

El sistema de Información al Viajero deberá disponer información periódica y en tiempo real sobre el estado del tráfico en la línea así como de los horarios planificados del día.

Mediante el conocimiento de dicha información, el sistema deberá ser capaz de generar automáticamente mensajes de información al viajero que variarán con base en la zona de visualización y del criterio del operador. Como mínimo, el sistema deberá presentar la siguiente información:

- Identificación de las próximas unidades de material móvil entrantes / salientes así como su itinerario previsto pudiéndose visualizar en una misma pantalla más de una unidad.
- Hora de llegada / salida de una o varias unidades de material móvil. Deberá poder ser seleccionado por el operador el formato de visualización, que podrá ser: Unidad absoluta y la Cuenta atrás pudiéndose seleccionar el orden de descuento (minutos, segundos,..)
- Mensajes especiales, como por ejemplo:
 - ✓ Tren sin parada
 - ✓ Tren no acepta pasaje
 - ✓ Final de línea
 - ✓ Último tren
 - ✓ Posibles conexiones (Aeropuerto, ferrocarril,..)
- Estado general del tráfico



C) Integración con el sistema de Megafonía

Los sistemas de Información al Viajero y Megafonía son dos sistemas complementarios destinados a proporcionar al usuario información (visual y sonora) importante que facilita su desplazamiento a través de la infraestructura del sistema del tren propuesto.

Por tanto, es fundamental que la información presentada en ambos sistemas esté correctamente sincronizada, evitando posibles incoherencias que pueden llevar a situaciones de confusión y mal interpretación de la información difundida.

Así mismo, dada su naturaleza, ambos sistemas tendrán que disponer de forma integrada sus puestos de operación, de forma que un operador del PCO tenga capacidad para operar de forma conjunta y transparente ambos sistemas.

D) Integración con el sistema de cronometría

El sistema de Información al Viajero permitirá la visualización en los distintos formatos de visualización existentes la hora oficial de la línea.

A fin de sincronizar todos los puntos de visualización, la hora oficial de la línea será obtenida del sistema de cronometría, de forma que el sistema deberá ser compatible con el formato de difusión de la señal de sincronismo de la central horaria.

La hora oficial de la línea deberá poder ser visualizada tanto en formato digital como analógico.

E) Entregables - Proyecto de diseño, que deberá incluir:

- Especificación funcional detallada
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Definición de interfaces
- Planos de instalación de los paneles de información
- Planos de ubicación de los paneles.
- Planos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Esquemas de interconexión con otros subsistemas.
- Entregables de SW definidos en la Norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la Norma EN 50129.
- Data-sheet de equipos e documentación de todo el SW de gestión.
- Plan de control de calidad
- Entregables de RAMS



F) Sistema de Video vigilancia (CCTV)

El sistema de vídeo vigilancia (CCTV) permitirá la visualización en tiempo real y remota por más de un operador de las imágenes de vídeo, de las zonas o puntos más importantes o de mayor sensibilidad de la línea. El sistema de video vigilancia (CCTV) dará cobertura tanto a estaciones, patios y talleres como al PCO y las unidades de material rodante si se considera conveniente y factible económicamente.

El sistema deberá permitir la grabación continuada y segura de imágenes para su posterior visualización y/o exportación a otras plataformas de reproducción/visualización, garantizando un periodo circular de grabación configurable.

Dado los altos requerimientos en banda ancha exigidos por sistemas de estas características y la posibilidad de usar más de una red de transmisión de datos, deberá permitir un ajuste de la calidad de la imagen, el uso de diferentes algoritmos de compresión y la utilización de protocolos de optimización del transporte de datos.

Permitirá la interconexión con otros sistemas de video vigilancia (CCTV) activos, especialmente en aquellas estaciones donde exista interconexión con otros sistemas de transporte.

El entorno de configuración será completamente configurable, permitiendo a un operador seleccionar un número variable de cámaras, modificar los atributos de las imágenes visualizadas, visualizar el estado de una cámara o iniciar la reproducción de una imagen gravada, entre otras.

Descripción funcional del sistema - El Sistema de video vigilancia (CCTV) deberá garantizar la cobertura de las siguientes funcionalidades generales:

- Visualización de imágenes:
- Grabación de imágenes:
- Reproducción de imágenes grabadas:
- Procesado de imágenes:
- Transporte de imágenes a través de la red de transmisión de datos
- Utilización de protocolos de multidifusión para optimizar el envío de imágenes a distintos puestos de operación
- Limitación del número de flujos salientes (por peticiones de operadores) de un emplazamiento en cuestión
- Utilización de un codificador de video de bajo índice de compresión asegurando una alta calidad de imagen para ser usado en la grabación de imágenes
- sistema de video vigilancia (CCTV) embarcado en el equipo móvil totalmente integrado con el sistema de video vigilancia (CCTV) de estaciones, patios y talleres y PCO



El sistema de video vigilancia (CCTV) deberá dar cobertura a los siguientes emplazamientos:

- Estaciones:
- Talleres y Patios de Estacionamiento
- PCO
- Unidades de material rodante

Entregables - El Proyecto de diseño deberá incluir:

- Especificación funcional detallada
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos de cobertura CCTV
- Planos de distribución de equipos en salas técnicas, estaciones e instalaciones del explotador.
- Definición de interfaces y esquemas de interconexión con otros subsistemas
- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129
- Datasheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión.
- Entregables de RAMS

SISTEMA DE CRONOMETRÍA

El Sistema de Cronometría proporcionará una señal de sincronismo estable y seguro que permita el correcto funcionamiento de los sistemas síncronos definidos. Dicha señal deberá ser proporcionada por una fuente de sincronismo de alta estabilidad y con capacidad para su difusión mediante el uso de redes de comunicaciones.

Paralelamente, el Sistema de Cronometria deberá proporcionar y difundir mediante la red de transmisión de voz y datos la hora oficial de la línea a todos los elementos finales que la precisen.

a. Descripción funcional del sistema -El Sistema de Cronometría deberá garantizar la cobertura de las siguientes funcionalidades generales:

- Difusión de una señal de sincronismo única y global para toda la línea para los sistemas o elementos síncronos que lo requieran
- Difusión de la hora oficial de la línea a todos los sistemas o elementos que lo requieran
- Dispondrá de un mecanismo automático de recalibración o corrección de derivas
- Dispondrá de una herramienta de gestión operativa y técnica, permitiendo la:



- ✓ Configuración de las variables parametrizables
- ✓ Supervisión y monitorización de los elementos gestionables

Entregables - El Proyecto de diseño deberá incluir:

- Especificación funcional detallada
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos de distribución de equipos en salas técnicas
- Esquema de interconexión con otros subsistemas
- Definición de interfaces
- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129
- Datasheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión
- Entregables de RAMS

HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO

Para el mantenimiento del equipamiento del Sistema de Seguridad, Señalización y Control de Trenes, el Contratista deberá indicar que es posible realizar las siguientes gestiones:

- Monitorización del estado de todos los equipos.
- Generación y gestión de alarmas.
- Diagnóstico de incidencias mediante herramientas que indiquen cuál es el elemento hardware averiado o el error software que se ha producido.
- Acceso a los equipos para efectuar tareas de mantenimiento preventivo como puede ser mantenimiento de software, cambios de configuración o parámetros, etc.
- Tareas de mantenimiento correctivo como pueden ser modificaciones en el software, resets de máquinas, etc.

PUESTO DE CONTROL CENTRAL OPERACIONAL - PCO

El Contratista propondrá la ubicación del PCO, y se considerará la opción de implementarlo en un edificio existente (estación, talleres) o en uno independiente creado específicamente para dicho uso, manteniendo en todos los casos el carácter unitario con el resto de edificaciones de la línea.

El sistema deberá diseñarse de tal manera que permita su ampliación a medida que fuera necesaria para solventar las exigencias de control de un sistema de transporte público que crecerá en un futuro próximo.



Por tanto, el PCO será dotado de las instalaciones y sistemas necesarios para realizar una explotación eficiente y segura y sobretodo escalable de la línea a través de procesos automatizados, sistemas de integración y aplicaciones de control y operación por parte de los operadores.

A fin de hacer efectiva esta funcionalidad, el PCO se dotará de las siguientes salas específicas:

- Sala de Operación de la línea
- Sala de Simulación y Formación de telemandos
- Sala de Mantenimiento
- Sala Técnica de Servidores

Desde el PCO se realizarán las siguientes funciones y tareas de explotación de la línea:

Operación

- Gestión del tráfico y del material móvil
- Gestión de las instalaciones y la energía
- Atención virtual al cliente
- Vigilancia de las instalaciones

Simulación y formación

- Estudiar el impacto de posibles cambios en los sistemas a través de órdenes de telemando
- Revisar sucesos o eventos ocurridos entre dos puntos temporalmente distantes
- Simular alteraciones y modificaciones del programa de circulación de trenes
- Formar futuros operadores de telemando y tráfico

Mantenimiento

- Monitorización de los sistemas de la línea a través de sus respectivas plataformas de gestión
- Gestionar la configuración y parametrización de los sistemas a través de sus respectivas plataformas de gestión

A tal efecto, se equiparán todos los puestos de operación, simulación y formación con las herramientas y aplicaciones requeridas, como por ejemplo:

- Elementos y equipos de operación de los sistemas de comunicaciones
- Aplicaciones software de integración, unificación de servicios y operación multisistema
- Aplicaciones software de telemando y control remoto



- Aplicaciones software ofimáticas y corporativas comunes

Estarán incluidos dentro del alcance del sistema la especificación de los sistemas de control locales de estaciones y talleres, que deberán permitir el acceso al control y supervisión de los elementos finales por parte de los operadores para cada uno de los sistemas.

Así mismo, a nivel local se establecerán los terminales de mando locales, equipos portátiles destinados a dotar a los agentes de estación o de zona, con alta movilidad, de capacidades locales de operación y explotación de las instalaciones.

El Contratista deberá realizar un diseño completo del sistema PCO, segmentando el diseño en los distintos subsistemas identificados así como en los módulos funcionales que se consideren oportunos.

El diseño deberá incluir como puntos principales:

- Grado de cobertura de las funcionalidades
- Arquitectura detallada del sistema tanto a nivel hardware como software
- Descripción de todos los elementos y equipos propuestos en la arquitectura
- Definición de todos los procesos, servicios e IHM software de los diferentes sistemas de mando y control
- Especificación técnica hardware y software

Deberá especificarse la implementación de todas las interfaces, tanto internas como externas, hardware o software, detallándose su solución técnica y las funcionalidades que proporcionarán. Deberán proporcionarse planos y esquemas detallados que permitan entender el diseño especificado. Deberán presentarse tanto planos de tipo funcional y general como planos de detalle, especialmente para aquellos que hacen referencia a interconexión de equipos modulares o esquemas de conexionado. Los planos deberán ser presentados en una escala adecuada que permita valorar las dimensiones reales de los elementos dibujados.

Todos los planos deberán estar normalizados tanto a nivel de nomenclaturas como a nivel de formato.

Respecto a las aplicaciones software, deberá darse especial énfasis en la descripción del modo de operación de la aplicación desde el punto de vista de usuario, detallándose claramente las capacidades y funcionalidades que ofrecerá así como su visualización por parte de los usuarios.

Así mismo, deberán ser presentadas las especificaciones y estrategias para la realización de un plan de capacitación del sistema. Deberán establecerse las bases para la redacción de un calendario tipo donde deberán reflejarse los cursos de formación necesarios, la entrega y contenido de documentación (manuales de producto, manuales de operación y mantenimiento) y la realización de prácticas en campo.



British Embassy
Colombia



El Contratista deberá realizar un análisis completo de las actuales tendencias tecnológicas de mercado con el fin de ofrecer, mediante un estudio técnico-económico, la mejor recomendación tecnológica para el desarrollo del PCO de las líneas del sistema del tren a implementar en la sabana de Bogotá

El Puesto Central de Operaciones, las estaciones, estacionamientos, intercambios de medios, edificios de servicio, patios y talleres tendrán una imagen corporativa uniforme, estética y con el carácter formal de acuerdo con las actividades que en ellos se desarrollarán.

El diseño del Puesto Central de Operaciones PCO, deberá ajustarse al conjunto de las instalaciones de telemandos que se deberán integrar en una misma sala. El objetivo del diseño deberá ser el de clarificar y simplificar el funcionamiento y el control de estas instalaciones de telecomunicación. La organización del Puesto Central de Operaciones, así como la implantación de las diferentes infraestructuras se hará teniendo en cuenta sus funcionalidades.

El Puesto Central de Operaciones deberá estar preparado para asumir y adaptar los posibles futuros crecimientos de la red, asumiendo los retos planteados por la introducción de nuevas estaciones, kilómetros de vía y material rodante. La creciente complejidad de la red, requerirá la constante adaptación y mejora de sus instalaciones de control, así como la existencia de vías alternativas que garanticen la continuación del servicio en el caso de que por algún incidente los medios habituales quedaran inutilizados.

Entregables - En el proyecto, el Contratista deberá entregar:

- Plano en planta del esquema de las vías a controlar.
- Ubicación del puesto de mando.
- Áreas geográficas de influencia.
- Cantones de vía y sus circuitos de vía, si procede.
- Señales a controlar.
- Aparatos de cambio a controlar.
- Relación con otras instalaciones.
- Listado de maniobras locales.
- Listado de maniobras centralizadas.
- Listado de comandos por ruta, si procede.
- Características de la movilización en las interestaciones.
- Maniobras y rutas alternativas ante situaciones de emergencia.
- Tablas de enclavamiento.



DISEÑO DEL PCO

A) Estudios Funcionales

Se destacarán los criterios utilizados en el diseño del Puesto de Control Central, especificando especialmente:

- Criterios de funcionalidad, movilidad y accesibilidad.
- Criterios de confort al personal de servicio.
- Criterios de seguridad. Debe tenerse en cuenta que el PCO es el centro neurálgico del sistema del tren y demás sistemas cuya operación se radique en él, por lo tanto en su diseño y funcionalidad se deberán tener en cuenta altos estándares de seguridad desde el punto de vista de la obra civil tales como protección contra atentados, explosivos y sistemas de control de ingresos.
- Criterios de mantenimiento de la explotación.
- Criterios estéticos/arquitectónicos.

Con base en estos criterios, se realizará una definición funcional y volumétrica del Puesto Central de Operaciones, así como la distribución y dimensionado de los diferentes espacios: accesos, vestíbulos, sala de operaciones, locales de servicio, etc.

B) Descripción Funcional y criterios de diseño

El diseño arquitectónico deberá responder adecuadamente a las necesidades requeridas por el programa funcional previsto.

En el Puesto Central de Operaciones se encuentran integrados todos los dispositivos de control, tanto de las instalaciones de vía y señalización ferroviaria, como de las instalaciones de distribución de energía, instalaciones electromecánicas y electrónicas. Asimismo, sus sistemas de gestión para afrontar emergencias, la regulación de trenes y los sistemas de normalización de las instalaciones ante incidencias (alarmas, apertura y cierre al público de las instalaciones, falta de corriente eléctrica, etc.) están dotados de lógicas de control y procedimientos que los convierten en sistemas inteligentes dentro de un complejo sistema para la gestión de este sistema de transporte.

La Sala de Operaciones deberá integrar todas las instalaciones requeridas para el Puesto Central de Operaciones, así mismo deberá garantizar una distribución, forma y volumetría acorde a las necesidades de dichas instalaciones. La posición de su mobiliario y equipamiento fijo serán de trascendental importancia para garantizar el óptimo funcionamiento para el control de las instalaciones de telemando.



British Embassy
Colombia



Toda la gestión centralizada de la explotación de la red se realizará desde el Puesto Central de Operaciones. En él operarán un supervisor del sistema durante todas las horas de servicio y operación incluidas las labores de mantenimiento del sistema que normalmente serán realizadas en horario nocturno, operadores de tráfico, operadores de energía, operadores de comunicaciones y operadores de seguridad.

El edificio que será sede del PCO del sistema del tren deberá contar con salas u oficinas que alojarán los equipos y sistemas que integrarán el Sistema de Mando Centralizado. Estas salas son:

- Sala de Operación
- Sala de Técnica de Servidores y Equipos de Comunicaciones
- Salas de Mantenimiento
- Sala de UPSs
- Despachos
- Salas de reuniones
- Sala de presentaciones
- Instalaciones hidrosanitarias y vestuarios para el personal
- Salas de descanso
- Salas de formación y biblioteca
- Almacén para material y equipos

El Contratista con base en el diseño y las especificaciones técnicas de cada subsistema, elaborará la propuesta de amueblamiento y dotación de cada sala, con base en lo cual definirá las dimensiones y distribución final de cada sala.

Entregables - El Proyecto de Diseño del PCO, deberá incluir, como mínimo, los documentos siguientes:

- Memoria
- Anexo Antecedentes
- Anexo Cartografía y Topografía
- Anexo Geología y Geotecnia
- Anexo Planeamiento y Urbanismo
- Anexo Climatología, Hidrología y Drenaje
- Anexo Movimiento de Tierras
- Anexo Estructuras
- Anexo Diseño Arquitectónico
- Anexo Instalaciones
- Anexo Estudio técnico-económico recomendación plataforma tecnológica
- Anexo Especificación técnica y funcional hardware y software detallada



British Embassy
Colombia



- ✓ Entregables de SW definidos en la norma EN 50128.
 - ✓ Entregables de HW definidos en la norma EN 50129.
 - ✓ Arquitectura de red, esquemas y planos tipo.
 - ✓ Definición de interfaces y esquema de interconexión con otros subsistemas
 - ✓ Plan de sistemas unificado
 - ✓ Datasheet de equipos y documentación del SW
- Anexo Especificaciones de planes
 - ✓ Especificaciones del Plan de Implantación y Planificación
 - ✓ Especificaciones de Manuales de Operación, Mantenimiento y Formación.
 - ✓ Especificaciones Plan de Control de Calidad
 - Anexo Documentos RAMS

Planos

- Plano índice y de situación general.
- Puesto de Control de Operaciones:
- Plano general de implantación urbana
- Planos de definición geométrica (plantas y alzados)
- Planos de definición de materiales (plantas y alzados)
- Detalles constructivos
- Cuadros de carpintería
- Estructuras
- Instalaciones
- Saneamiento
- Planos de ubicación y distribución de equipos en salas y puestos
- Instalaciones y equipamientos no ferroviarios

Especificaciones Técnicas de Construcción

Los sistemas de señalización ferroviaria están compuestos por todos los elementos y materiales destinados a obtener que el movimiento de los trenes se efectúe en condiciones de seguridad y sin accidentes sin interferir en forma irrazonable con la eficiencia de los movimientos de los trenes.

Todas las instalaciones de señalización que el Contratista vaya a implementar en el proyecto deberán ser concebidas y diseñadas con técnicas de seguridad intrínseca (fail-safe). Esta es una condición imperativa e imprescindible. Lo que significa que cualquier falla que se presente en los equipos de señalización, tales como cortocircuitos, circuitos abiertos, variaciones de frecuencias, disminución o falta de tensión, degradación de componentes electrónicos, degradación de resistencias o



condensadores, fallas de aislación, fallas de suministro y fallas mecánicas provocará siempre una condición más restrictiva e incluso la detención del tren.

El Contratista deberá considerar los siguientes factores para definir el tipo de control y señalización a implementar en el corredor.

- Características físicas del trazado de la vía (para el sistema de enclavamientos)
- Naturaleza del transporte que se efectúa por estas líneas (pasajeros, carga, mixto.)
- Densidad del tráfico
- Velocidad de circulación
- Complejidad de las maniobras
- Tipo de material rodante
- Modo de tracción

Una vez sean analizados todos los componentes relacionados, haciendo énfasis especial en la densidad de tráfico para obtener la frecuencia, la longitud de los trenes y la distancia de frenado, dato que se obtiene a partir de las pruebas de frenado del material rodante y la velocidad de circulación, el Contratista calculará los cantones de vía e indicará el sistema de control y señalización óptimo a partir de un análisis costo-beneficio que bajo ninguna circunstancia ponga en riesgo la seguridad de la operación ferroviaria estimada en todo el corredor.

Una vez se tengan identificados los cantones de vía, el Contratista deberá proponer en este capítulo un sistema de detección de trenes, que deberá estar al nivel del estado del arte a nivel mundial (con posibilidades de ampliación y/o adaptabilidad a nuevas y mejores tecnologías a futuro) de acuerdo a las necesidades de la operación en términos de la frecuencia de circulación. El Contratista deberá sustentar la selección del sistema de señalización y control de trenes.

El Contratista deberá presentar una propuesta de Señalización y Señalética propios del Sistema de Tren, que sea acorde con el Manual de Señalización de INVIAS y el Manual de Señalética del Sistema Transmilenio, al igual que para las vías de tráfico mixto, andenes, ciclorutas y vías que se intersectan.

El Contratista deberá realizar los diseños para la integración de los sistemas de control de paso a nivel de los cruces que queden habilitados en el sistema del tren propuesto, al igual que integrará en el diseño el equipamiento Hardware y Software que sea necesario para una interface apropiada, con prioridad para el sistema ferroviario, con la red semafórica que controla el tráfico vehicular en las intersecciones que subsistan con el sistema del tren a implementar, de acuerdo a los resultados de los estudios de tránsito.

Inicialmente el Contratista deberá realizar un prediseño del sistema adaptando la solución a los requerimientos operacionales y otras indicaciones de la nueva línea. Realizará una especificación



British Embassy
Colombia



funcional del mismo para lo cual deberá realizar simulaciones de marcha con los parámetros que caractericen el sistema del tren propuesto y adaptará el diseño con base en los resultados obtenidos. Posteriormente deberá realizar una descripción general de los sistemas a implementar (ATC, ATS y ATP), enclavamientos, y elementos de campo que permitan el funcionamiento en modo normal y degradado. Así se deberá realizar, como puntos principales: la descripción de las funcionalidades y de la arquitectura del sistema, la descripción de todos los elementos propuestos y su cableado así como los planos preliminares de aparatos, vías y cables.

El Contratista deberá especificar la implementación de todas las interfaces, detallándose las funcionalidades que proporcionarán, los condicionantes del plan de implantación del sistema completo, la forma de implantación, la planificación de los trabajos y los procedimientos de calidad a utilizar de la siguiente manera:

- Descripción funcional del sistema de seguridad, señalización y control de trenes
- Modos de conducción (automático, marcha a la vista)
- Arquitectura del sistema de señalización y control de trenes
 - Circuitos de vía/ contadores de ejes;
 - Accionamientos de aguja;
 - Señales de protección de aguja (o señales indicadoras de la posición de las agujas).
 - Balizas (en caso de utilizarse en el sistema)
 - Señalización mecánica
 - Sistema de Enclavamientos.
- Intercambio de datos recibidos por los elementos de campo con los niveles funcionales superiores como ATP y ATC de forma segura y fiable.
- Funciones de supervisión de las condiciones de explotación para asegurar que no se da ninguna situación contra la seguridad con arquitectura totalmente redundante.
- Elementos de vía enlazados como accionamientos de aguja, señales indicadoras de aguja, circuitos de vía, puertas de andén y balizas.
- Sistema de Protección Automática de Trenes (En caso de ser propuesto)
- Equipamiento de Software.
- Equipamiento ATP requerido
- Sistema de comunicación bidireccional tren – tierra
- Cableado del sistema de seguridad, señalización y control de trenes

El Proyecto Básico del Diseño Constructivo también deberá incluir:

- Simulaciones de marcha: incluirán las curvas velocidad/espacio y tiempo/espacio para un material móvil tipo.



- Especificación funcional detallada del sistema, arquitectura y esquemas de principio de los diferentes subsistemas o elementos que conforman el sistema de señalización y control de trenes.
- Especificación técnica de todos los elementos que conforman el sistema.
- Especificación de las interfaces con otros sistemas y con obra civil.
- Planos preliminares de aparatos de vía y cables.
- Planos tipo de los equipos.
- Especificaciones del plan de Implantación y planificación.
- Especificaciones de los planes de soporte y mantenimiento del sistema.
- Especificación de las directrices y requisitos mínimos del plan de capacitación, referente a la operación y mantenimiento del sistema.

TALLERES, COCHERAS, CENTRO DE CONTROL DE TRAFICO, PATIOS.

➤ **Talleres**

En la zona de talleres se dispondrá de las zonas necesarias para instalar el equipamiento necesario que prestará las funciones de enclavamiento. La seguridad de la circulación de los trenes deberá estar cubierta por el correcto funcionamiento del sistema de enclavamiento, que permitirá establecer con seguridad los itinerarios a seguir por las circulaciones, actuando convenientemente sobre los aparatos y elementos de señalización.

La zona de talleres estará controlada desde el Puesto de Control Local de Talleres (PCLT) y deberá localizarse en los mismos talleres. Desde este puesto de control se deberá poder realizar la monitorización de todos los elementos de campo, control de accionamientos de aguja, control de señales y establecimiento de itinerarios.

➤ **Cocheras**

Se deberá disponer de zonas suficientes para atender el material rodante de la operación en áreas y sitios recomendados por el Consultor. Los enclavamientos en la zona de Talleres y Cocheras tienen por propósito constituir la interfaz con la red, para la inserción o retiro de equipo rodante del servicio.

➤ **Centro de Control de Tráfico**

Actualmente se tiene una estructura en el Km 5. El consultor deberá proponer las áreas y sitio óptimo para la operación más eficiente.



➤ Patios de Estacionamiento

La zona de patios de estacionamiento deberá estar totalmente señalizada, con las mismas características que la vía general. Por lo tanto, esta zona se equipará como el resto de la línea para el cumplimiento de las funcionalidades de señalización y control de trenes, debiendo preverse su futura automatización.

2.14 SISTEMA DE RECAUDO

El sistema de recaudo deberá estar diseñado de acuerdo con los criterios, funcionalidades y especificaciones técnicas definidas para el sistema integrado de recaudo del SITP SIRCI.

El Sistema de recaudo proporcionará una herramienta automática de regulación del uso por parte del viajero de los servicios de transporte mediante la venta de títulos de transporte y su posterior validación. El sistema de recaudo ofrecerá los siguientes bloques funcionales:

- Venta de títulos de transporte
- Validación de títulos de transporte
- Administración

La venta de títulos de transporte se realizará de forma automática mediante el uso de máquinas expendedoras, situadas en los vestíbulos de las estaciones además de aquellos sitios donde se venden los títulos para el Transmilenio. Las máquinas permitirán expender tarjetas sin contacto, ofrecerán múltiples variedades de abonos y permitirán el uso de diferentes modalidades de cobro (efectivo, tarjeta bancaria). Así mismo permitirán el cambio de títulos defectuosos.

En las estaciones podrá realizarse la venta manual de títulos de transporte.

Se podrá disponer de máquinas portátiles de expedición/verificación de títulos de transporte para el uso de agentes de estación o de zona.

La validación de títulos de transporte se realizará en las barreras de entrada y salida, que estarán ubicadas en los vestíbulos de las estaciones. En función de la demanda de transporte, el tamaño de las barreras deberá ser ajustado, al igual que el número de pasos para personas de movilidad reducida. El sistema deberá permitir la validación de distintas modalidades de título y permitirá seleccionar la configuración de validación:

- Cerrado – Abierto (Validación solo a la entrada)
- Cerrado – Cerrado (Validación en la entrada y en la salida)



La administración del sistema se realizará a través de una aplicación tipo telemando, centralizada en el PCC en concordancia con la ya existente en Transmilenio. Como mínimo la administración del sistema deberá contemplar:

- Supervisión, control y gestión de todos los elementos del sistema (alerta máquina sin cambio, falta de papel)
- Carga local y/o remota de parámetros configurables (carga nuevas tarifas, carga nuevos abonos)
- Adquisición de estadísticas de ventas y validaciones

Dado que se trata de un sistema totalmente orientado al viajero, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Aplicaciones intuitivas y de uso simplificado
- Uso de señalización visual y auditiva
- Adaptación para personas de movilidad reducida
- Comunicación con operadores de atención al viajero

El Sistema deberá garantizar la cobertura de las siguientes funcionalidades generales:

- Integración con el Sistema de Recaudo del SITP del Distrito. Por lo tanto la arquitectura completa de todo el sistema deberá ser pensada para trabajar con un sistema ya existente.
- La instalación y puesta en marcha de dicho sistema no podrá degradar bajo ningún concepto el sistema de recaudo del SITP ya existente

3. ACTIVIDADES DE LA FASE IV ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL

3.1 PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN (INTEGRAL)

El contratista deberá desarrollar la información de ingeniería necesaria para calcular en el corredor todos los costos y duraciones de las diferentes etapas del proyecto.

Asimismo deberá entregar un presupuesto que describa los componentes que deben tenerse en cuenta para la implantación y mantenimiento del corredor de tren.

El presupuesto debe tener en cuenta los siguientes componentes, sin limitarse a estos:

- Infraestructura (excavaciones, pavimentos, puentes, túneles, rampas de acceso y salida, barreras, señalización, redes de servicios públicos, planes de manejo ambiental y social,



British Embassy
Colombia



planes de manejo de tráfico y adecuación de desvíos, espacio público, puentes o túneles peatonales, etc.)

- Sistema de cobro y comunicaciones.
- Sistema de control de tráfico.
- Mantenimiento.
- Otros componentes que se requieran.

Producto de esto se debe estimar un costo de inversión por kilómetro de tren y que incluya todos los sistemas y subsistemas que lo componen.

El contratista, basado en los estudios, planos y diseños debe desarrollar los siguientes temas:

- Calcular las cantidades de obra.
- Desarrollar el análisis de precios unitarios.
- Identificar las especificaciones generales de construcción aplicable al proyecto.
- Calcular el A.I.U. (Administración, Imprevistos y Utilidad)
- Calcular el presupuesto para las diferentes etapas del proyecto.
- Elaborar el programa de trabajo e inversión.
- Calcular los costos ambientales y sociales aplicables al proyecto (estudios, licencias, gestión)
- Calcular los costos prediales.

El contratista deberá, entre otros, definir los costos de rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura férrea.

A manera de referencia, a continuación se presenta un contenido mínimo que se requieren para cumplir lo anteriormente establecido:

- a) Presupuesto y costos asociados a la etapa de estudios y diseños a detalle. Tanto del consultor como de la interventoría.
- b) Informes, presupuesto general, APU, memorias de cantidades de obra, AIU, factor multiplicador y demás elementos que conforman el presupuesto de la construcción de la obra.
- c) Costos de mantenimiento rutinario, periódico, y preventivo de la infraestructura y superestructura. Con base en el plan de mantenimiento se calcularán cantidades de obra; se establecerán los precios unitarios de cada uno, con su respectivo análisis, y con estos dos elementos se elaborará el presupuesto de mantenimiento por este concepto. De igual manera se elaborará la programación de mantenimiento anual, acorde con los estándares de calidad y niveles de servicio que se vayan a exigir. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión anualizado.
- d) Costos de equipos e infraestructura para la operación. Con base en el diseño para el sistema de operación se calcularán las cantidades de equipos a nivel de ítem, de acuerdo con las especificaciones a utilizar; se establecerán los precios unitarios de cada uno de acuerdo con precios de mercado, con su respectivo análisis o soportes de cotizaciones, y con estos dos



British Embassy
Colombia



elementos se elaborará el presupuesto de inversión por este concepto. De igual manera se elaborará la programación de adquisiciones, teniendo como meta el desarrollo progresivo del proyecto, acorde con los crecimientos estimados de la demanda. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión anual.

- e) Costos de mantenimiento de equipos e infraestructura para la operación. Con base en el plan de mantenimiento de equipos e infraestructura y superestructura se calcularán los costos, de acuerdo con las especificaciones a utilizar; se establecerán los precios, con su respectivo análisis, y con estos dos elementos se elaborará el presupuesto de operación y mantenimiento de equipos e infraestructura y superestructura. De igual manera se elaborará la programación de mantenimiento anual, acorde con los estándares de calidad y niveles de servicio que se vayan a exigir. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión anualizado.
- f) Costos de operación. Con base en la estructura orgánica y en el diseño de operación de trenes se calcularán los costos mensuales y anuales de la administración, control de tráfico, que incluirán los costos de personal, equipos, programas, servicios y seguros necesarios para el funcionamiento del sistema y la protección del proyecto. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión anualizado.
- g) Costos de implementación de gestión de predios. Con base en el análisis predial y avalúos comerciales promedio se calcularán los costos de adquisición de terrenos en caso de ser necesario. Se confeccionará igualmente el flujo de caja de este costo conforme a la programación de obra y requerimientos prediales.
- h) Costos de implementación de la gestión ambiental. Con base en el análisis ambiental y las actividades requeridas se calcularán los costos ambientales como estudios, licencias y demás trámites. Se confeccionará igualmente el flujo de caja de este costo conforme a la programación de obra y requerimientos propios del tema.
- i) Costos de implementación de gestión social. Con base en el análisis de la situación social se calcularán los costos de las campañas necesarias para atender estos aspectos, implementación de Planes de Manejo Ambiental o Estudio de Impacto Ambiental y demás trámites. Se confeccionará igualmente el flujo de caja de este costo conforme a la programación de dichas actividades.
- j) Costos de Contratista. Para llevar a cabo el Proyecto a nivel de estudios y diseños para construcción el concesionario del proyecto incurrirá en costos de contrato que deben ser estimados para incorporarlos a la evaluación del proyecto. Se confeccionará igualmente el flujo de caja anual de este costo.
- k) Presupuesto para la interventoría del proyecto, tanto en su fase de estudios y diseños de detalle, construcción, como en sus fases de mantenimiento y operación. Este presupuesto deberá incluir el análisis del factor multiplicador el cual debe estar detallado, además de los costos directos: personal, campamento, oficinas, viáticos, vehículos, impresiones, etc.
- l) Otros costos. El deberá establecer la presencia de otros costos que afecten el , calcularlos e incluirlos en este análisis.



3.2 DETERMINACIÓN DEL CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN (INTEGRAL)

El Contratista deberá establecer los cronogramas para la ejecución y puesta en funcionamiento del Proyecto, con base en los costos y la programación de inversiones de cada una de las actividades señaladas. De igual manera elaborará el cronograma general de inversiones del proyecto. La unidad temporal mínima para este cronograma de inversiones será anual, de tal forma que sirva de insumo para el modelo financiero.

Dicho cronograma deberá contar como mínimo con los siguientes aspectos:

- a) Cronograma de ejecución de los diseños definitivos y las obras de construcción y de inversión de los recursos.
- b) Cronograma de adquisición y puesta en funcionamiento del material rodante y de inversión de los recursos.
- c) Cronograma de ejecución de pruebas y puesta en funcionamiento del servicio.
- d) Cronograma de inversiones a ejecutar en mantenimientos periódicos y reposiciones tanto de la infraestructura como del material rodante.

Estos cronogramas deberán permitir elaborar proyecciones financieras de las inversiones requeridas para la ejecución de las obras del proyecto, la adquisición y puesta en servicio del material rodante y la proyección de los ingresos del proyecto durante su fase de implementación, así como de las inversiones requeridas en reposición y mantenimiento durante la ejecución del proyecto.