Contrato de Concesión No.

Apéndice Técnico 8

Estudios y Diseños de Detalle (Fase III)

Data sensitivity - Public

Tabla de contenido

CAPÍTULO I – OBJETO, ALCANCE Y CARÁCTER RECTOR *8*

SECCIÓN 1 – OBJETO 8

SECCIÓN 2 – ALCANCE 8

SECCIÓN 3 – OBLIGACIONES DE RESULTADO Y RESPONSABILIDAD 10

CAPÍTULO II – DEFINICIÓN DE FASE III, NIVELES DE DESARROLLO Y GOBERNANZA *12*

SECCIÓN 4 – DEFINICIÓN Y SUFICIENCIA DE LA FASE III 12

SECCIÓN 5 – NIVELES DE DESARROLLO DE LA INFORMACIÓN (BIM) 12

SECCIÓN 6 – CONDICIÓN BROWNFIELD Y VERIFICACIÓN DE LO EXISTENTE 13

SECCIÓN 7 – GOBERNANZA: PROPUESTA, NO OBJECIÓN Y OPOSICIÓN 13

CAPÍTULO III – MARCO NORMATIVO Y TÉCNICO *14*

SECCIÓN 8 – PRINCIPIOS DE APLICACIÓN NORMATIVA 14

SECCIÓN 9 – MARCO NORMATIVO GENERAL DE REFERENCIA 15

CAPÍTULO IV – INFORMACIÓN DE ENTRADA Y CARACTERIZACIÓN PREVIA DEL CORREDOR *17*

SECCIÓN 10 – RECOPILACIÓN, VALIDACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN 17

SECCIÓN 11 – CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL CORREDOR EXISTENTE 17

CAPÍTULO V – DOCUMENTO DE CRITERIOS DE DISEÑO (DCD) *18*

SECCIÓN 12 – OBJETO Y CARÁCTER DEL DCD 18

SECCIÓN 13 – CONTENIDO MÍNIMO DEL DCD 19

CAPÍTULO VI – ETAPAS DEL CONTRATO Y PROGRAMACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS *19*

SECCIÓN 14 – ETAPAS APLICABLES A LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS 20

SECCIÓN 15 – ESTRUCTURA DE DESGLOSE Y CRONOGRAMA DE ESTUDIOS 20

SECCIÓN 16 – ENTREGA EN DOS INSTANCIAS 20

SECCIÓN 17 – ENTREGAS PARCIALES, REVISIÓN Y SUBSANACIÓN 21

SECCIÓN 18 – PROCEDIMIENTO Y SECUENCIA DE ENTREGA DE LOS ESTUDIOS 21

CAPÍTULO VII – CONTENIDO MÍNIMO COMÚN DE LOS ENTREGABLES *21*

SECCIÓN 19 – COMPONENTES DE TODO ENTREGABLE DE DISEÑO 21

SECCIÓN 20 – TRAZABILIDAD, FORMATOS Y CALIDAD DOCUMENTAL 23

SECCIÓN 21 – EQUIPO DE TRABAJO Y RESPONSABILIDAD PROFESIONAL 23

CAPÍTULO VIII – MARCO DE EVALUACIÓN Y NO OBJECIÓN DE LOS ESTUDIOS *24*

SECCIÓN 22 – OBJETO DE LA EVALUACIÓN 24

SECCIÓN 23 – DIMENSIONES TRANSVERSALES DE EVALUACIÓN 24
SECCIÓN 24 – PROCESO DE REVISIÓN, SUBSANACIÓN Y EFECTOS 25
CAPÍTULO IX – TRABAJOS Y ESTUDIOS DE CAMPO *26*
SECCIÓN 25 – OBJETO Y ALCANCE 26
SECCIÓN 26 – PLAN DE TRABAJOS DE CAMPO 26
SECCIÓN 27 – TRABAJOS DE CAMPO EXIGIDOS 27
SECCIÓN 28 – PERMISOS, ACCESOS, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE 27
SECCIÓN 29 – CALIDAD, TRAZABILIDAD Y ACEPTACIÓN 28
CAPÍTULO X – MOVIMIENTOS DE TIERRAS *28*
SECCIÓN 30 – OBJETO Y ALCANCE 28
SECCIÓN 31 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 28
SECCIÓN 32 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR 29
SECCIÓN 33 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS 30
SECCIÓN 34 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 30
SECCIÓN 35 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 30
CAPÍTULO XI – TOPOGRAFÍA, GEODESIA Y REPLANTEO *31*
SECCIÓN 36 – OBJETO Y ALCANCE 31
SECCIÓN 37 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 31
SECCIÓN 38 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR 33
SECCIÓN 39 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS 34
SECCIÓN 40 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 34
SECCIÓN 41 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 34
CAPÍTULO XII – GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS *35*
SECCIÓN 42 – OBJETO Y ALCANCE 35
SECCIÓN 43 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 35
SECCIÓN 44 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR 36
SECCIÓN 45 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS 37
SECCIÓN 46 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 37
SECCIÓN 47 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 38
CAPÍTULO XIII – HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE *39*
SECCIÓN 48 – OBJETO Y ALCANCE 39

Data sensitivity - Public

SECCIÓN 49 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 40
SECCIÓN 50 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR 40
SECCIÓN 51 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS 41
SECCIÓN 52 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 41
SECCIÓN 53 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 41
CAPÍTULO XIV – TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO FERROVIARIO *42*
SECCIÓN 54 – OBJETO Y ALCANCE 42
SECCIÓN 55 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 42
SECCIÓN 56 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR 43
SECCIÓN 57 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS 43
SECCIÓN 58 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 43
SECCIÓN 59 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 44
CAPÍTULO XV – ESTRUCTURAS *44*
SECCIÓN 60 – OBJETO Y ALCANCE 44
SECCIÓN 61 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 44
SECCIÓN 62 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR 45
SECCIÓN 63 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS 46
SECCIÓN 64 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 46
SECCIÓN 65 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 47
CAPÍTULO XVI – SUPERESTRUCTURA DE VÍA (VÍA PERMANENTE) *48*
SECCIÓN 66 – OBJETO Y ALCANCE 48
SECCIÓN 67 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 48
SECCIÓN 68 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR 49
SECCIÓN 69 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS 49
SECCIÓN 70 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 50
SECCIÓN 71 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 50
CAPÍTULO XVII – ESTACIONES *51*
SECCIÓN 72 – OBJETO Y ALCANCE 51
SECCIÓN 73 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 51
SECCIÓN 74 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR 52
SECCIÓN 75 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS 53

Data sensitivity - Public

SECCIÓN 76 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 53
SECCIÓN 77 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 53
CAPÍTULO XVIII – URBANISMO, ESPACIO PÚBLICO, PAISAJISMO, ACCESIBILIDAD Y BIC *54*
SECCIÓN 78 – OBJETO Y ALCANCE 54
SECCIÓN 79 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 54
SECCIÓN 80 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR 56
SECCIÓN 81 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS 56
SECCIÓN 82 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 56
SECCIÓN 83 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 57
CAPÍTULO XIX – MALLA VIAL, INTERSECCIONES Y PASOS A NIVEL *57*
SECCIÓN 84 – OBJETO Y ALCANCE 58
SECCIÓN 85 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 58
SECCIÓN 86 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR 59
SECCIÓN 87 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS 59
SECCIÓN 88 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 59
SECCIÓN 89 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 60
CAPÍTULO XX – REDES E INTERFERENCIAS CON SERVICIOS PÚBLICOS *60*
SECCIÓN 90 – OBJETO Y ALCANCE 60
SECCIÓN 91 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 61
SECCIÓN 92 – ESTUDIOS Y DISEÑOS A ENTREGAR 61
SECCIÓN 93 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS 62
SECCIÓN 94 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 62
SECCIÓN 95 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 63
CAPÍTULO XXI – SISTEMAS FERROVIARIOS *63*
SECCIÓN 96 – OBJETO Y ALCANCE 63
SECCIÓN 97 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 63
SECCIÓN 98 – ESTUDIOS Y DISEÑOS A ENTREGAR 65
SECCIÓN 99 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS 66
SECCIÓN 100 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 66
SECCIÓN 101 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 66
CAPÍTULO XXII – INFORMACIÓN AL PASAJERO (SIP) *68*

Data sensitivity - Public

SECCIÓN 102 – OBJETO Y ALCANCE 68
SECCIÓN 103 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 68
SECCIÓN 104 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR 68
SECCIÓN 105 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS 68
SECCIÓN 106 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 69
SECCIÓN 107 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 69
CAPÍTULO XXIII – MATERIAL RODANTE E INTERFACES *69*
SECCIÓN 108 – OBJETO Y ALCANCE 69
SECCIÓN 109 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 70
SECCIÓN 110 – PRESENTACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DEL MATERIAL RODANTE 70
SECCIÓN 111 – ESTUDIOS Y DISEÑOS A ENTREGAR 71
SECCIÓN 112 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS 71
SECCIÓN 113 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 72
SECCIÓN 114 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 72
CAPÍTULO XXIV – PATIO-TALLER Y EDIFICACIONES *73*
SECCIÓN 115 – OBJETO Y ALCANCE 73
SECCIÓN 116 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 73
SECCIÓN 117 – ESTUDIOS Y DISEÑOS A ENTREGAR 74
SECCIÓN 118 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS 74
SECCIÓN 119 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 74
SECCIÓN 120 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 74
CAPÍTULO XXV – LOCALES TÉCNICOS *75*
SECCIÓN 121 – OBJETO Y ALCANCE 75
SECCIÓN 122 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 75
SECCIÓN 123 – ESTUDIOS Y DISEÑOS A ENTREGAR 75
SECCIÓN 124 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 75
SECCIÓN 125 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 76
CAPÍTULO XXVI – ESTUDIOS TRANSVERSALES *76*
SECCIÓN 126 – OBJETO Y ALCANCE 76
SECCIÓN 127 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 76
SECCIÓN 128 – ESTUDIOS A ENTREGAR 77

Data sensitivity - Public

SECCIÓN 129 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 77
SECCIÓN 130 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 77
CAPÍTULO XXVII – RAMS, INTEGRACIÓN DE SISTEMAS Y DESEMPEÑO *78*
SECCIÓN 131 – OBJETO Y ALCANCE 78
SECCIÓN 132 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO 78
SECCIÓN 133 – ESTUDIOS A ENTREGAR 79
SECCIÓN 134 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 79
SECCIÓN 135 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN 79
CAPÍTULO XXVIII – CONSTRUCTABILIDAD, EJECUCIÓN POR FASES Y COMPATIBILIDAD CON LA OPERACIÓN *80*
SECCIÓN 136 – OBJETO Y REQUISITOS 80
SECCIÓN 137 – ESTUDIOS A ENTREGAR Y VERIFICACIÓN 80
CAPÍTULO XXIX – EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES de EJECUCIÓN *80*
SECCIÓN 138 – OBJETO Y GENERALIDADES 80
SECCIÓN 139 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE LA EJECUCIÓN 81
SECCIÓN 140 – VERIFICACIONES, ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD Y CONTROL 81
SECCIÓN 141 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA 82
CAPÍTULO XXX – ACEPTACIÓN, PROPIEDAD Y ENTREGA DE LOS ESTUDIOS *82*
SECCIÓN 142 – CRITERIOS DE ACEPTACIÓN GENERALES 82
SECCIÓN 143 – PROPIEDAD, AS-BUILT Y ENTREGA 82
SECCIÓN 144 – RESPONSABILIDADES Y COSTOS 83

Data sensitivity - Public

CAPÍTULO I – OBJETO, ALCANCE Y CARÁCTER RECTOR

SECCIÓN 1 – OBJETO

1.1 El presente Apéndice Técnico establece las obligaciones que rigen la elaboración, entrega y acreditación de los Estudios y Diseños de Detalle en Fase III (ingeniería de detalle definitiva) que el Concesionario deberá desarrollar para el Proyecto.

1.2 El Concesionario deberá elaborar el conjunto integral de estudios, investigaciones, levantamientos, ensayos, análisis, modelaciones, memorias, planos, especificaciones, cantidades, presupuestos, y modelos de información que permitan construir, suministrar, montar, probar, poner en servicio, operar, mantener y revertir la totalidad de la infraestructura, los sistemas y las edificaciones del Proyecto.

1.3 El Concesionario deberá someter cada Estudio y Diseño de Detalle a la No Objeción de la Interventoría como condición previa a la ejecución de las obras, suministros y montajes correspondientes, sin perjuicio del derecho de oposición de la EFR.

1.4 El presente Apéndice define, para cada disciplina y para el conjunto del Proyecto: el nivel de desarrollo exigido; la información de entrada y los estudios básicos; las actividades y estudios mínimos; los análisis y verificaciones obligatorias; el contenido mínimo de los entregables; los criterios de aceptación; y la programación temporal de las entregas por Etapa del Contrato.

SECCIÓN 2 – ALCANCE

2.1 El alcance de los Estudios y Diseños de Detalle comprende la totalidad del Sistema Ferroviario, las obras, los sistemas, subsistemas, instalaciones y edificaciones del Proyecto, así como las intervenciones sobre infraestructura preexistente y sobre activos de terceros, incluidos los de las empresas de servicios públicos (ESP). El Concesionario deberá desarrollar, sin limitarse a, los estudios y diseños de:

2.1 Obras de infraestructura civil y estudios de soporte:

a) Topografía, geodesia, cartografía y replanteo.

Data sensitivity - Public

b) Geología para ingeniería, geotecnia, mecánica de suelos y rocas, hidrogeología, mejoramiento del terreno, cimentaciones, movimientos de tierra, taludes, contención y obras de estabilidad.
c) Hidrología, hidráulica, hidrogeología, drenaje superficial y subsuperficial, obras de cruce y obras de protección y de mitigación de riesgos asociados al agua.
d) Trazado y diseño geométrico ferroviario en planta, perfil y sección.
e) Estructuras: viaductos, tramo deprimido férreo, puentes y pasos vehiculares y peatonales, muros de contención, obras de arte (box culvert, cabezales, disipadores, canales, cunetas y cárcamos) y estructuras complementarias.
f) Pavimentos de vías, accesos, espacio público y cruces a nivel, e intervenciones sobre la malla vial e intersecciones afectadas, incluida la señalización vial y peatonal y la demarcación.
g) Urbanismo, espacio público, paisajismo, accesibilidad universal y bienes de interés cultural.
h) Redes de servicios públicos, redes de distribución, acometidas, incluidas las domiciliarias, e interferencias.

2.2 Obras civiles, diseño arquitectónico y de sistemas de las estaciones, patio-taller y edificaciones:
a) Las 17 estaciones del Sistema, incluyendo accesos, vestíbulos, andenes de mínimo 105 m, cubiertas, circulaciones verticales, edificios técnicos, redes y acometidas e instalaciones asociadas.
b) Los 2 patio-taller, sus instalaciones industriales y de mantenimiento del material rodante, la vía de patio, la urbanización perimetral y las redes internas y acometidas de servicios públicos.
c) Las edificaciones auxiliares, técnicas y operativas del Proyecto y sus instalaciones (MEP), protección contra incendio y accesibilidad.

2.3 Superestructura de vía:
a) Vía en balasto y/o en placa: carril, sujeciones, traviesas, capa de asiento, aparatos de vía, transiciones, vía sin junta y aparatos de dilatación.

2.4 Sistemas ferroviarios, subsistema por subsistema:

Data sensitivity - Public

a) Energía de tracción, subestaciones, catenaria 1.500 V CC, retorno de corriente, puesta a tierra y protecciones.
b) Señalización, enclavamientos, detección de tren y protección/control automático de trenes.
c) Telecomunicaciones: backbone de fibra, radiocomunicación, información al pasajero, megafonía, CCTV y gestión de red.
d) Centro de Control Operacional (CCO/OCC) y sistemas de supervisión y mando (SCADA).
e) Ciberseguridad de los sistemas de información y de operación (IT/OT).
f) Puertas de andén (PSD) y sistemas de seguridad, detección y evacuación en estación.
g) Servicios auxiliares de estaciones y de energía no de tracción: baja tensión, iluminación, alimentación ininterrumpida y sistemas de gestión técnica, así como las redes internas de las estaciones (energía, agua, drenaje y telecomunicaciones) y sus acometidas.

2.5 Material rodante e interfaces:

a) Configuración del Material Rodante
b) Las interfaces del material rodante con la infraestructura y con los sistemas (gálibo, rueda-carril, andén-tren, sistemas de electrificación, señalización y compatibilidad electromagnética).

2.6 Estudios transversales y de integración:

a) Tránsito y Planes de Manejo de Tránsito (PMT).
b) Ambiental, social, predial, arqueología y patrimonio, gestión del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático.
c) RAMS, integración de sistemas, desempeño, constructibilidad y compatibilidad con la operación.

2.7 El alcance cubre el corredor ferroviario completo, y sus 17 estaciones, el tramo deprimido férreo, los viaductos, los patio-taller y las áreas complementarias comprendidas dentro del Límite de Intervención definido en el Apéndice 1- Alcance, incluidas las intervenciones sobre la malla vial e intersecciones afectadas.

SECCIÓN 3 – OBLIGACIONES DE RESULTADO Y RESPONSABILIDAD

3.1 Los requisitos de este Apéndice son mínimos, y no limitan la responsabilidad integral del Concesionario por la suficiencia, corrección, coherencia, completitud y desempeño de los estudios y diseños, ni por el resultado final de las obras y del Sistema Ferroviario.

3.2 El Concesionario será responsable de la suficiencia de las investigaciones, de la selección de parámetros, de los modelos, de los diseños, de los procedimientos, metodologías y cronogramas constructivos y del desempeño y calidad final de las obras. La revisión, No Objeción, comentario, aprobación, presencia en campo o recibo por parte de la Interventoría o de la EFR no trasladará ni reducirá dicha responsabilidad.

3.3 El Concesionario deberá verificar, complementar, validar y asumir técnicamente toda la información suministrada por la EFR o por terceros antes de utilizarla; dicha información tendrá carácter de referencia. La reutilización de información secundaria deberá justificarse en cuanto a vigencia, calidad, trazabilidad, representatividad y compatibilidad con el sistema de coordenadas y cotas del Proyecto, y no sustituirá los estudios directos exigidos.

3.4 La ausencia de cualquier requisito, parámetro, elemento o especificación en este Apéndice o en los demás Apéndices no exime al Concesionario de estudiar, diseñar y ejecutar todo lo necesario para la funcionalidad, seguridad, durabilidad, mantenibilidad y desempeño del Proyecto conforme a la buena práctica de ingeniería y a la Ley Aplicable.

3.5 Toda condición no prevista, cambio de las condiciones del terreno, del entorno o de las interfaces, o desviación respecto de los supuestos de diseño, obligará al Concesionario a activar un proceso formal de revisión, actualización del diseño y No Objeción antes de continuar las actividades afectadas, con actualización de planos, cantidades, presupuesto, cronograma y gestión de riesgos.

3.6 La Interventoría deberá emitir su pronunciamiento dentro de los plazos establecidos en el Contrato. La ejecución de obras, suministros o montajes que requieran una actualización del diseño sin haber obtenido previamente la correspondiente No Objeción constituirá un incumplimiento de las obligaciones previstas en el presente Apéndice y se realizará bajo la exclusiva responsabilidad, costo y riesgo del Concesionario, sin perjuicio de las penalidades establecidas en el Contrato.

Data sensitivity - Public

CAPÍTULO II – DEFINICIÓN DE FASE III, NIVELES DE DESARROLLO Y GOBERNANZA

SECCIÓN 4 – DEFINICIÓN Y SUFICIENCIA DE LA FASE III

4.1 Para efectos de este Apéndice, la Fase III corresponde a los estudios y diseños de detalle definitivos (ingeniería de detalle) que desarrollan por completo la solución técnica hasta el nivel requerido para construir sin ambigüedad.

4.2 El Concesionario deberá alcanzar en cada entregable un nivel de desarrollo, precisión y certeza suficiente para: contratar y construir la obra; suministrar y montar los equipos, material rodante y sistemas; determinar de forma cerrada las cantidades de obra; y ejecutar las pruebas y la puesta en servicio, sin desarrollos de diseño ulteriores distintos de los diseños de taller y fabricación.

4.3 El Concesionario deberá integrar y hacer compatibles entre sí todas las disciplinas y subsistemas, resolviendo las interfaces físicas y funcionales, de modo que los Estudios y Diseños constituyan una solución única, coordinada, construible y operable. La verificación de interferencias entre disciplinas y subsistemas se efectuará sobre los modelos federados, conforme al Apéndice Técnico 3, sin perjuicio de las verificaciones documentales exigidas en este Apéndice.

4.4 Los diseños deberán verificar el comportamiento durante todas las etapas constructivas, de puesta en servicio, operación, mantenimiento y reversión, y no solamente la condición final, comprobando simultáneamente los Estados Límite Último y de servicio propios de cada disciplina.

4.5 Todo rediseño, o revaluación será a cargo del mismo Concesionario.

SECCIÓN 5 – NIVELES DE DESARROLLO DE LA INFORMACIÓN (BIM)

5.1 El Concesionario deberá alcanzar, como mínimo, el nivel de desarrollo de la información (LOD) y el nivel de información (LOI) que establezca el Apéndice 3 de BIM para cada elemento y disciplina, garantizando la trazabilidad entre el modelo, las memorias, los planos, las especificaciones y las cantidades.

Data sensitivity - Public

5.2 El Concesionario deberá mantener la coherencia entre el modelo de información y los entregables documentales durante todo el ciclo del diseño, de modo que cualquier modificación se refleje simultáneamente en el modelo, los planos y las cantidades.

SECCIÓN 6 – CONDICIÓN BROWNFIELD Y VERIFICACIÓN DE LO EXISTENTE

6.1 El Proyecto se desarrolla sobre un corredor férreo preexistente y en un entorno urbano y suburbano consolidado. La existencia de infraestructura, edificaciones, redes y activos preexistentes tiene carácter puramente informativo y no releva al Concesionario de su verificación directa.

6.2 El Concesionario deberá caracterizar, levantar, inventariar, diagnosticar y verificar el estado real de la infraestructura y de los activos existentes en el corredor antes de diseñar, y reflejar dicha condición en los criterios de diseño, en las soluciones adoptadas, en las fases de las obras y en la gestión de riesgos. Deberán presentarse fichas técnicas con el análisis técnico realizado.

6.3 El Concesionario deberá diseñar las obras previendo la coexistencia con los servicios, el tráfico, las redes y las actividades que deban mantenerse durante la construcción, y definir las medidas de protección, desvío, reposición o sustitución que correspondan, incluyendo la coexistencia, cuando aplique, con la operación turística sobre el corredor.

SECCIÓN 7 – GOBERNANZA: PROPUESTA, NO OBJECIÓN Y OPOSICIÓN

7.1 El modelo de gobernanza aplicable a los estudios y diseños es el mismo establecido contractualmente..

7.2 Para aquellos estudios y diseños cuya ejecución requiera aprobación, validación, viabilidad, autorización o pronunciamiento de Empresas de Servicios Públicos, entidades competentes u otros terceros, el Concesionario deberá obtener dichos pronunciamientos de manera previa a la ejecución de las actividades correspondientes, cuando ello sea exigido por la normativa aplicable o por el titular de la infraestructura afectada.

Data sensitivity - Public

En particular, los diseños de redes de servicios públicos, reposiciones, traslados, interferencias, conexiones y demás actuaciones que afecten activos de las empresas de servicios públicos deberán contar con las aprobaciones o autorizaciones requeridas por dichas entidades en los términos del Apéndice 22, sin perjuicio de la No Objeción que deba emitir la Interventoría conforme al presente Apéndice.

7.3 El Concesionario no podrá emplear ningún estudio o diseño para la ejecución de obras, suministros o montajes sin la previa No Objeción de la Interventoría y, en caso de aplicar, de las ESP, del entregable correspondiente. La No Objeción de un entregable no implica la de los entregables dependientes ni la del conjunto del diseño.

7.4 Las observaciones formuladas por la Interventoría deberán ser subsanadas por el Concesionario en los plazos y con los efectos previstos en el Contrato, e incorporarse sin generar inconsistencias con entregables que hayan sido previamente No objetados. La ejecución de actividades cuyos estudios de soporte carezcan de No Objeción no producirá derecho a reconocimiento adicional y se ejecutará por cuenta y riesgo del Concesionario.

7.5 Con anterioridad a la presentación de los Estudios y Diseños, el Concesionario deberá ajustarse a los procedimientos, formatos, medios de entrega, reglas de codificación, control documental, revisión y gestión de observaciones establecidos en el Contrato, en los Apéndices aplicables y en los procedimientos de gestión documental del Proyecto.

CAPÍTULO III – MARCO NORMATIVO Y TÉCNICO

SECCIÓN 8 – PRINCIPIOS DE APLICACIÓN NORMATIVA

8.1 Sin perjuicio de lo establecido en el Apéndice Técnico 2, el Concesionario deberá cumplir la Ley Aplicable y la versión vigente de las normas, manuales, reglamentos y especificaciones al momento de su aplicación, incluidas las normas que las modifiquen, adicionen o sustituyan.

8.2 Cuando exista diferencia entre normas aplicables, y sin perjuicio del orden de precedencia establecido en el Contrato y en el Apéndice Técnico 2, el Concesionario deberá aplicar el requisito más exigente, salvo incompatibilidad técnica debidamente sustentada y aceptada mediante No Objeción de la Interventoría.

Data sensitivity - Public

8.3 El empleo de normas internacionales para casos no cubiertos por la normativa nacional requerirá estar en línea con lo establecido en el Apéndice Técnico 2, justificación técnica, armonización con el marco colombiano y No Objeción de la Interventoría. El Concesionario no podrá invocar una norma internacional para reducir un requisito impuesto por la normativa nacional.

SECCIÓN 9 – MARCO NORMATIVO GENERAL DE REFERENCIA

9.1 La siguiente relación es mínima y no exhaustiva. El detalle normativo por disciplina se complementa con el Apéndice Técnico 2.

Tabla 1. Marco normativo general de referencia.

Materia	**Norma / documento de referencia**	**Aplicación principal**
Infraestructura de transporte	Ley 1682 de 2013 y modificaciones	Planeación, diseño, ejecución y gestión del Proyecto
Diseño sismo resistente	Ley 400 de 1997; NSR-10 (Decreto 926 de 2010) y modificaciones	Estructuras, cimentaciones, edificaciones
Puentes y estructuras	CCP-14 (Resolución 0108 de 2015); AASHTO LRFD	Viaductos, puentes, pasos y estructuras
Geotecnia y explanaciones	NSR-10 Título H; INVIAS vigentes; IDU (tramos Bogotá)	Geotecnia, movimientos de tierra, pavimentos
Microzonificación sísmica	Decreto 523 de 2010 de Bogotá o norma que lo sustituya	Acciones sísmicas y respuesta de sitio en Bogotá
Hidrología y drenaje,	RAS; guías INVIAS, especificaciones IDU; normas SISTEC de la EAAB-ESP normativa ambiental vigente	Drenaje, obras de cruce y manejo de aguas
Redes secas	normas técnicas de los titulares de red (energía, gas, telecomunicaciones e hidrocarburos), normas ambientales vigentes que apliquen, ENEL, Vanti, RETIE, Reglamento Único de Transporte	Redes de energía, gas, telecomunicaciones, hidrocarburos
Diseño geométrico férreo	EN 13803; EN 13674; EN 13230; EN 13481; EN 14730; UIC; AREMA (ref.)	Trazado y superestructura de vía
Sistemas ferroviarios	Series EN 5012x/5013x; EN 50119/50122/50163/50121; IEC aplicables	Energía, señalización, telecom, control, RAMS
Interfaz material rodante	EN 15227; EN 45545; UIC aplicables	Choque, fuego e interfaces con la infraestructura
Accesibilidad	NTC 4279, NTC 5610, NTC 6047; Ley 1618 de 2013	Estaciones, espacio público, intermodalidad
Seguridad contra incendio	NFPA 130 y normativa aplicable	Estaciones, tramo deprimido y patio-taller

Data sensitivity - Public

Materia	Norma / documento de referencia	Aplicación principal
Ambiental	Decreto 1076 de 2015 y normas conexas	Licencias, permisos y manejo ambiental
Gestión del riesgo	Ley 1523 de 2012; Decreto 2157 de 2017	Riesgo público, contingencias, PGRDEPP
Patrimonio (BIC)	Ley 1185 de 2008 y normativa de patrimonio vigente	Bienes de interés cultural y zonas de influencia
Ciberseguridad	ISO 27001; IEC 62443	Sistemas de información y de operación
Laboratorios y ensayos	NTC-ISO/IEC 17025 Normas de ensayo y especificaciones INVIAS. Normas de ensayos y especificaciones IDU.	Acreditación y trazabilidad de ensayos
Gestión de RCD	Resoluciones de RCD vigentes	Excavaciones, demoliciones y excedentes

Data sensitivity - Public

CAPÍTULO IV – INFORMACIÓN DE ENTRADA Y CARACTERIZACIÓN PREVIA DEL CORREDOR

SECCIÓN 10 – RECOPILACIÓN, VALIDACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN

10.1 El Concesionario deberá recopilar, verificar, analizar y armonizar toda la información disponible del Proyecto y de terceros, incluyendo, sin limitarse a:

a) Estudios de prefactibilidad, factibilidad y diseños anteriores; registros de construcción, mantenimiento, fallas y reparaciones de la infraestructura existente.
b) Cartografía geológica, geomorfológica, geotécnica, hidrogeológica, sísmica, de amenazas y de usos del suelo.
c) Los catastros, inventarios, planos, registros y demás información suministrada por las Empresas de Servicios Públicos o por terceros tendrán carácter referencial. El Concesionario deberá verificar su suficiencia, exactitud y vigencia mediante las investigaciones, inspecciones, levantamientos y actividades de detección que resulten necesarias, sin que la existencia de omisiones, inconsistencias o redes no registradas lo exima de las obligaciones establecidas en el Contrato.
d) Instrumentos de planificación territorial (POT/EOT) de los municipios atravesados.
e) Series hidroclimáticas, curvas IDF oficiales y estudios de amenaza y riesgo disponibles, así como los escenarios de variabilidad y cambio climático aplicables al área de influencia del Proyecto.
f) Proyectos futuros o concurrentes que puedan modificar cargas, niveles de agua, excavaciones o condiciones de borde.

10.2 El Concesionario deberá identificar los vacíos, inconsistencias y desactualizaciones de la información de entrada, y ejecutar por su cuenta y riesgo los levantamientos, investigaciones y estudios complementarios necesarios para subsanarlos, dejando constancia trazable de qué información reutiliza y de su justificación.

SECCIÓN 11 – CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL CORREDOR EXISTENTE

Data sensitivity - Public

11.1 El Concesionario deberá elaborar una caracterización integral del corredor y su entorno que incluya, como mínimo:

a) Levantamiento topográfico y geodésico del corredor y de las áreas de intervención, referido al marco oficial.
b) Inventario y diagnóstico de la infraestructura ferroviaria y vial preexistente, estructuras, edificaciones, drenajes y Obras de Arte.
c) Inventario y diagnóstico georreferenciado de redes de servicios públicos e interferencias, con codificación por unidad de ejecución y tipo de red.
d) Identificación de predios, afectaciones, servidumbres y actividades a mantener durante la construcción.
e) Identificación y caracterización de bienes de interés cultural, potencial arqueológico, cuerpos de agua superficiales y subterráneos, rondas, franjas de protección, áreas ambientalmente sensibles, formaciones vegetales, árboles aislados sujetos a tala, poda o traslado, ecosistemas estratégicos y demás condicionantes ambientales relevantes.
f) Reconocimiento de amenazas: inundación, remoción en masa, socavación, subsidencia y condiciones geotécnicas adversas.

11.2 El Concesionario deberá calificar el estado, la capacidad remanente y la aptitud de conservación, rehabilitación, refuerzo o sustitución de cada activo existente relevante, y sustentar técnicamente la decisión adoptada en el diseño mediante informes de diagnóstico.

11.3 El Concesionario deberá documentar toda condición inesperada detectada durante la caracterización o la construcción mediante informes de condición inesperada, y reflejarla en los diseños, planos, cantidades, cronograma y gestión de riesgos.

CAPÍTULO V – DOCUMENTO DE CRITERIOS DE DISEÑO (DCD)

SECCIÓN 12 – OBJETO Y CARÁCTER DEL DCD

12.1 El Concesionario deberá elaborar y someter a No Objeción de la Interventoría, antes de iniciar los diseños de detalle, y de acuerdo con lo establecido en el Apéndice Técnico 19 un Documento de Criterios de Diseño (DCD) que consolide, para todas las disciplinas, sistemas y subsistemas, las bases, hipótesis, normas, parámetros, acciones, combinaciones,

Data sensitivity - Public

metodologías, tolerancias, documentación mínima, y criterios de aceptación que gobernarán los Estudios y Diseños de Detalle.

12.2 El DCD es la pieza rectora del diseño. El Concesionario no podrá apartarse del DCD con No Objeción; toda modificación del DCD requerirá su actualización formal y nueva No Objeción, con evaluación de los impactos sobre los diseños ya desarrollados y sobre la seguridad, el desempeño, las interfaces, la constructibilidad, la operación y mantenimiento, los riesgos del Proyecto y el cronograma de ejecución.

SECCIÓN 13 – CONTENIDO MÍNIMO DEL DCD

14.1 El DCD deberá contener, como mínimo:

a) Descripción del Proyecto y parámetros generales de diseño.
b) Marco normativo por disciplina y regla de prevalencia.
c) Acciones, cargas, combinaciones y estados límite por disciplina, incluidas las cargas ferroviarias, las acciones sísmicas y las acciones extremas.
d) Criterios geométricos, funcionales, de durabilidad, de vida útil y de mantenibilidad.
e) Criterios de diseño sísmico y espectros de sitio, coherentes con la microzonificación y el estudio geotécnico.
f) Criterios de interfaz entre disciplinas y con el material rodante (gálibos, andén-tren, energía, señalización).
g) Criterios de accesibilidad universal y de diseño de espacio público.
h) Criterios ambientales, de gestión del riesgo, de resiliencia y de cambio climático.
i) Metodologías de análisis y modelación, con requisitos de calibración, verificación y documentación.
j) Criterios de aceptación, tolerancias y protocolos de verificación y ensayo, incluidas las pruebas y ensayos exigidos por los Titulares de Redes y por las autoridades competentes para el recibo de las obras.
k) Convenciones de codificación documental, planos, unidades y sistema de coordenadas y cotas.

CAPÍTULO VI – ETAPAS DEL CONTRATO Y PROGRAMACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS

Data sensitivity - Public

SECCIÓN 14 – ETAPAS APLICABLES A LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS

14.1 El Concesionario deberá programar y entregar los Estudios y Diseños en función de las Etapas del Contrato y el Plan de Ejecución del Proyecto..

SECCIÓN 15 – ESTRUCTURA DE DESGLOSE Y CRONOGRAMA DE ESTUDIOS

15.1 El Concesionario deberá elaborar y someter a No Objeción una Estructura de Desglose de los Estudios y Diseños (EDT) y un cronograma detallado que integre todas las disciplinas, sus dependencias, las secuencias de entrega y las instancias de control, coherente con el Plan de Ejecución del Proyecto y con las Unidades de Ejecución.

15.2 El cronograma deberá reflejar la secuencia lógica: estudios básicos y de caracterización → DCD → diseños de detalle por disciplina → integración y verificación de interfaces → diseños de construcción y As-Built, con las holguras y rutas críticas identificadas.

15.3 El Concesionario no podrá iniciar la construcción de una Unidad de Ejecución sin contar con la No Objeción de los Estudios y Diseños de Detalle Fase III que soportan las obras de dicha Unidad, incluidos los estudios de soporte y las aprobaciones de terceros aplicables.

SECCIÓN 16 – ENTREGA EN DOS INSTANCIAS

16.1 La entrega y revisión de los Estudios y Diseños de Detalle se realizará en dos instancias:

a) Primera instancia — estudios técnicos estudios básicos y de caracterización: la recopilación y procesamiento de información existente, las mediciones de campo y los estudios básicos (topografía y geodesia, geología y geomorfología, exploración geotécnica, hidrología e hidráulica y demás caracterizaciones) se someterán a revisión de la Interventoría. Los plazos de esta primera instancia se fijarán por disciplina, en concordancia con el Plan de Ejecución del Proyecto No Objetado.

b) Segunda instancia — diseños de detalle: los Estudios y Diseños de Detalle definitivos por disciplina y por componente o tramo, soportados en los estudios técnicos base, se someterán a revisión de la Interventoría.

16.2 El proceso de revisión de los estudios técnicos básicos y de caracterización no interrumpirá ni modificará los plazos para la entrega de los Estudios y Diseños de Detalle; las

Data sensitivity - Public

solicitudes de ajuste o las objeciones a los estudios base no serán causal para modificar dichos plazos, y en todo caso los diseños deberán estar soportados en los estudios base.

SECCIÓN 17 – ENTREGAS PARCIALES, REVISIÓN Y SUBSANACIÓN

17.1 El Concesionario podrá organizar la entrega de los diseños en avances o en paquetes coherentes, siempre que cada entrega permita la revisión de un conjunto técnicamente completo y verificable (conforme los requerimientos acordados en el DCD), alineado con el Plan de Ejeccuión, y que las interfaces con otros paquetes estén resueltas o explícitamente diferidas con su tratamiento.

17.2 El Concesionario deberá someter cada entregable a No Objeción con los plazos de revisión y de subsanación de observaciones previstos en el Contrato, e incorporar las observaciones sin generar inconsistencias con entregables ya no objetados. La reincidencia de observaciones no subsanadas podrá dar lugar a las consecuencias contractuales previstas.

SECCIÓN 18 – PROCEDIMIENTO Y SECUENCIA DE ENTREGA DE LOS ESTUDIOS

18.1 La entrega y la No Objeción de los Estudios y Diseños se organiza de acuerdo con lo indicado anteriormente. No se exige contar con la totalidad de los estudios de un tramo para iniciar una actividad cuyos estudios de soporte no se requieran.

18.2 La gestión, el traslado y la protección de las redes interferidas condicionan el inicio de los movimientos de tierra y de la obra civil de cada Unidad de Ejecución, por lo que deberán resolverse con la debida antelación.

CAPÍTULO VII – CONTENIDO MÍNIMO COMÚN DE LOS ENTREGABLES

SECCIÓN 19 – COMPONENTES DE TODO ENTREGABLE DE DISEÑO

19.1 El Concesionario deberá integrar en todo Estudio y Diseño de Detalle, según corresponda a la disciplina y conforme a la documentación mínima y a los formatos de presentación por disciplina que se definan en el DCD, los siguientes componentes:

Data sensitivity - Public

a) Memoria descriptiva y justificativa, con descripción de la solución, alternativas evaluadas y sustento de la selección.
b) Memorias de cálculo y de análisis, con normativa aplicada, hipótesis, acciones, combinaciones, modelos, verificación de estados límite y análisis de sensibilidad.
c) Modelos numéricos nativos y sus archivos de entrada y salida, con documentación de geometría, malla, constitutivos, parámetros, condiciones de frontera, secuencia, convergencia, calibración y validación.
d) Planos completos (localización, plantas, perfiles, secciones, despieces y detalles) coordinados entre disciplinas y elaborados conforme a las escalas, formatos y requisitos documentales definidos en el DCD y en los documentos de gestión documental del Proyecto.
e) Información y modelos multidimensionales conforme al Apéndice 3 de BIM, con la trazabilidad exigida.
f) Especificaciones técnicas particulares (ETP) y planes de inspección y ensayo (PIE/ITP) y otras pruebas exigidas por las ESP para el recibo de la infraestructura civil y de las redes, de acuerdo con lo establecido en el Apéndice Técnico 17.
g) Cantidades de obra, presupuesto y cronograma asociados, con memorias de cantidades; en el caso de las Redes, la valoración de los ítems no previstos se regirá por la metodología del Apéndice Técnico 22.
h) Cronograma de obras con fecha de inicio y de finalización, ruta crítica, tipo de actividad y cantidades (volúmenes, anchos, longitudes y profundidades)
i) Identificación de las fuentes y la caracterización de los materiales de construcción, con la justificación técnica de su selección.
j) Información del software y de las herramientas de cálculo empleadas, con versión y parámetros.
k) Procedimientos constructivos y de montaje, plan de pruebas, procedimientos de maniobras, incluidos los empates y las maniobras de redes, y plan de contingencia.
l) Estudios de interfaces y de compatibilidad con otras disciplinas, con la operación y con terceros.
m) Matriz de riesgos del componente, conclusiones y recomendaciones.

Data sensitivity - Public

n) Para los sistemas y subsistemas ferroviarios, material rodante, equipos electromecánicos y equipos especializados, especificaciones funcionales, arquitectura del sistema, criterios de desempeño, requisitos de interfaces, estrategias de pruebas, cronograma de suministro y montaje, y documentación técnica del fabricante cuando corresponda.

SECCIÓN 20 – TRAZABILIDAD, FORMATOS Y CALIDAD DOCUMENTAL

20.1 El Concesionario deberá garantizar la trazabilidad completa desde los datos de origen hasta los parámetros, modelos, diseños, planos, especificaciones y cantidades, de modo que cualquier resultado sea verificable y reproducible por la Interventoría.

20.2 El Concesionario deberá cumplir los formatos, la codificación documental, las convenciones de planos y los estándares de intercambio que establezcan la EFR y el Apéndice Técnico 3, para los diseños de redes, las convenciones, formatos y sistemas de información exigidos por cada Titular de la Red, y entregar los productos en formatos nativos y editables, además de los formatos de publicación.

20.3 El Concesionario deberá ejecutar los estudios y ensayos de soporte en laboratorios y con personal que cumplan los requisitos de acreditación y trazabilidad aplicables (NTC-ISO/IEC 17025), incluidos los ensayos y las pruebas de tipo, de fábrica y de sitio del material rodante y de los sistemas ferroviarios, con certificados de calibración y cadena de custodia.

SECCIÓN 21 – EQUIPO DE TRABAJO Y RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

21.1 El Concesionario deberá conformar y mantener un equipo de diseño con la idoneidad, experiencia y matrícula profesional exigidas por la Ley Aplicable para cada disciplina, y designar los profesionales responsables de cada especialidad y de la coordinación de interfaces.

21.2 Cada entregable deberá estar suscrito por el profesional legal y técnicamente responsable de la disciplina correspondiente. Dicha suscripción acreditará la autoría y responsabilidad profesional sobre el contenido técnico del entregable, sin que ello traslade responsabilidad de la Interventoría ni de la EFR por efecto de su revisión o No Objeción.

Data sensitivity - Public

CAPÍTULO VIII – MARCO DE EVALUACIÓN Y NO OBJECIÓN DE LOS ESTUDIOS

SECCIÓN 22 – OBJETO DE LA EVALUACIÓN

22.1 El presente capítulo define el marco conforme al cual la Interventoría evaluará los Estudios y Diseños que entregue el Concesionario, para efectos de otorgar o negar la No Objeción. Los criterios específicos por disciplina se establecen en los capítulos respectivos y complementan este marco.

22.2 La evaluación no recae sobre la mera presentación de documentos, sino sobre la suficiencia, corrección, coherencia y trazabilidad de los estudios entregados y sobre su aptitud para soportar la construcción, el suministro, el montaje y la operación.

SECCIÓN 23 – DIMENSIONES TRANSVERSALES DE EVALUACIÓN

23.1 En todo Estudio y Diseño, con independencia de la disciplina, la Interventoría evaluará al menos:

a) Completitud: que el entregable contenga todos los componentes exigidos (memorias, análisis, modelos nativos, planos, ETP, cantidades, modelo BIM e interfaces) y que abarque la totalidad del objeto.

b) Trazabilidad y reproducibilidad: que exista una cadena verificable desde los datos de origen hasta los parámetros, los modelos, los resultados, los planos y las cantidades, de modo que la Interventoría pueda reproducir los resultados.

c) Suficiencia y representatividad de los estudios básicos: que la investigación, los levantamientos y los ensayos de soporte sean suficientes frente a la variabilidad, la criticidad del activo y los riesgos, y no se apoyen indebidamente en información secundaria.

d) Cumplimiento del DCD y del marco normativo: que las hipótesis, acciones, combinaciones y criterios coincidan con el DCD no objetado y con la normativa aplicable, resolviendo los conflictos por el requisito más exigente.

Data sensitivity - Public

e) Corrección de los análisis: que las metodologías, los modelos, las condiciones de frontera, la calibración, la validación y el análisis de sensibilidad sean adecuados y que los estados límite y verificaciones se satisfagan con los márgenes exigidos.
f) Coherencia de interfaces: que el estudio sea compatible con las demás disciplinas, con el material rodante, con la operación y con terceros, sin conflictos físicos ni funcionales no resueltos.
g) Constructibilidad (aptitud del diseño para ser ejecutado con los medios, plazos y secuencias previstos): que la solución sea ejecutable y estable en cada etapa temporal y permanente, compatible con las fases previstas y con el mantenimiento de servicios y actividades.
h) Consistencia documental: que memoria, modelos, planos, cantidades y modelo BIM sean mutuamente consistentes y estén libres de contradicciones.
i) Gestión de incertidumbre y riesgos: que el estudio identifique sus limitaciones, las condiciones inesperadas y las medidas de tratamiento, y que incorpore la instrumentación y los umbrales cuando corresponda.
j) Desempeño ambiental y social: que el diseño incorpore el diagnóstico ambiental y social del corredor, los insumos y estudios requeridos para las licencias y permisos, el instrumento de manejo ambiental (PAGA), el manejo del arbolado y del paisajismo y las medidas de gestión del riesgo de desastres y de adaptación al cambio climático.

SECCIÓN 24 – PROCESO DE REVISIÓN, SUBSANACIÓN Y EFECTOS

24.1 El Concesionario someterá cada Estudio y Diseño a No Objeción de la Interventoría, la cual formulará observaciones dentro de los plazos previstos en el Contrato. El Concesionario deberá subsanar las observaciones y reingresar el entregable, sin generar inconsistencias con entregables ya no objetados.

24.2 La Interventoría podrá requerir verificaciones independientes, contra-cálculos, ensayos adicionales o información complementaria, incluidos ensayos de comprobación cuando existan discrepancias con los resultados del Concesionario, cuando existan dudas sobre la

Data sensitivity - Public

suficiencia o corrección del estudio. La ausencia de No Objeción de un estudio impedirá la ejecución de las actividades que dependan de él.

24.3 La No Objeción no exonera al Concesionario de su responsabilidad por el estudio ni convalida errores u omisiones; la EFR conserva su derecho de oposición en los términos del Contrato.

CAPÍTULO IX – TRABAJOS Y ESTUDIOS DE CAMPO

SECCIÓN 25 – OBJETO Y ALCANCE

25.1 El Concesionario deberá ejecutar, por su cuenta y riesgo, los trabajos y estudios de campo necesarios para soportar los Estudios y Diseños de Detalle de todas las disciplinas y para verificar y complementar la información existente. Los trabajos de campo son la base de la trazabilidad de los diseños y no podrán sustituirse por información secundaria.

25.2 El detalle de cada campaña (metodologías, densidades, ensayos y precisiones) se establece en el capítulo de la disciplina respectiva; el presente capítulo fija su planeación, ejecución, calidad y verificación de forma común.

SECCIÓN 26 – PLAN DE TRABAJOS DE CAMPO

26.1 El Concesionario deberá presentar a la Interventoría, antes de iniciar los trabajos y estudios de campo, un Plan de Trabajos de Campo para No Objeción, que contenga, como mínimo:

a) El alcance, la metodología, la densidad, la ubicación georreferenciada y el cronograma de cada trabajo y estudio de campo por disciplina o tramo, según aplique.
b) Los equipos y su certificación de calibración, los laboratorios y su acreditación, y el personal responsable.
c) Los protocolos de medición, muestreo, identificación, preservación, transporte, custodia y disposición de muestras.
d) Los permisos, accesos, coordinaciones y acompañamientos requeridos por parte de las empresas de servicios públicos, autoridades competentes y demás terceros

Data sensitivity - Public

involucrados, así como los Planes de Manejo de Tránsito y las medidas de gestión ambiental, social y de Seguridad y Salud en el Trabajo.

e) Los protocolos de registro, control de calidad y trazabilidad de los datos obtenidos.

26.2 La ejecución de campañas sin Plan de Trabajos de Campo no objetado, o apartándose de él sin justificación, se realizará por cuenta y riesgo del Concesionario y podrá ser rechazada por la Interventoría.

SECCIÓN 27 – TRABAJOS DE CAMPO EXIGIDOS

27.1 El Concesionario deberá ejecutar, sin limitarse a, las siguientes campañas de campo, con el alcance y los requisitos del capítulo de la disciplina correspondiente:

a) Topográficas y geodésicas: red de control, levantamientos de detalle, batimetrías y georreferenciación.

b) Geotécnicas y de exploración del subsuelo: sondeos, apiques, ensayos in situ (SPT, CPTu, DMT, PDC, placa), geofísica, piezometría y toma de muestras para laboratorio.

c) Hidrológicas e hidráulicas: aforos, niveles, secciones de cauces, y verificación de estructuras hidráulicas y drenajes existentes.

d) De tránsito: aforos vehiculares, peatonales y ciclistas, encuestas Origen–Destino, Frecuencia y Ocupación Visual, y demás levantamientos de información requeridos para la caracterización de la oferta y demanda de transporte, medición de velocidad y tiempos de recorrido, y toma de datos de operación de las intersecciones y pasos a nivel.

e) De redes e interferencias: detección e inventario mediante georradar, CCTV, apiques, sondeos e hilado de ductos.

f) De inspección y auscultación de la infraestructura y las estructuras existentes: levantamiento, patología, ensayos no destructivos y pruebas.

g) Ambientales, sociales, prediales y arqueológicas: incluyendo actividades de información, socialización, caracterización, investigación, participación y prospección conforme a la Ley Aplicable.

SECCIÓN 28 – PERMISOS, ACCESOS, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Data sensitivity - Public

28.1 El Concesionario deberá gestionar y obtener los permisos y accesos necesarios para los trabajos de campo, y ejecutarlos cumpliendo la normativa de Seguridad y Salud en el Trabajo, de manejo de tránsito y de manejo ambiental y social, y restituyendo las áreas intervenidas a su condición original.

28.2 El Concesionario deberá localizar y proteger las redes e infraestructura existentes antes de cualquier trabajo intrusivo, y coordinar con los titulares y las autoridades competentes.

SECCIÓN 29 – CALIDAD, TRAZABILIDAD Y ACEPTACIÓN

29.1 El Concesionario deberá ejecutar los ensayos y mediciones con equipos calibrados y en laboratorios acreditados (NTC-ISO/IEC 17025 cuando aplique), y consolidar los datos en bases trazables y editables, con ubicación, fecha, equipo, operador, método, norma y vínculo al registro firmado, garantizando la reproducibilidad.

29.2 Los trabajos de campo deberán ser representativos y suficientes frente a la variabilidad, la criticidad del activo y los riesgos; su insuficiencia obligará al Concesionario a ampliarlos por su cuenta y riesgo.

CAPÍTULO X – MOVIMIENTOS DE TIERRAS

SECCIÓN 30 – OBJETO Y ALCANCE

30.1 El Concesionario deberá desarrollar los Estudios y Diseños de Detalle de los movimientos de tierra del Proyecto, incluyendo el descapote y las demoliciones, las excavaciones y cortes, los terraplenes y rellenos, el mejoramiento y reemplazo de suelos, las excavaciones para el tramo deprimido y las estructuras, el manejo de materiales sobrantes (ZODME) y la explotación de fuentes de préstamo, en coordinación con la geotecnia, la hidráulica, las estructuras, la vía y las redes. Asimismo, deberá elaborar los estudios, soportes e insumos técnicos requeridos para la obtención de los permisos, autorizaciones y demás instrumentos ambientales aplicables, de conformidad con el Apéndice Técnico 20 y los planes y programas del Proyecto.

SECCIÓN 31 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

Data sensitivity - Public

31.1 El Concesionario deberá diseñar los movimientos de tierra con base en el estudio geotécnico y en las especificaciones INVIAS e IDU vigentes según el territorio, definiendo:

a) Los taludes de corte y de terraplén y las bermas, con verificación de estabilidad y factores de seguridad por sector homogéneo y por etapa.
b) Los materiales aptos e inaptos, los grados de compactación por capa y material, el control de humedad y la disposición de los materiales inadecuados.
c) El manejo de aguas superficiales y subterráneas durante la excavación (abatimiento, bombeo, drenaje y control de erosión y sedimentos).
d) Las medidas de estabilización, contención temporal y permanente e instrumentación de control.
e) El balance de masas del Proyecto (cortes, rellenos, préstamos y sobrantes) y el plan de transporte.

31.2 El Concesionario deberá diseñar las Zonas de Disposición de Materiales de Excavación (ZODME) con criterios geotécnicos, hidráulicos y ambientales (estabilidad, capacidad, drenaje, cobertura y restauración), verificando la compatibilidad de uso del suelo y obteniendo las certificaciones, permisos, autorizaciones y demás requisitos exigidos por la normativa aplicable y por el Apéndice Técnico 20.

31.3 El Concesionario deberá gestionar las fuentes de préstamo con sus permisos, garantizando la trazabilidad y el cumplimiento de la normativa de Residuos de Construcción y Demolición (RCD).

31.4 El Concesionario deberá coordinar los movimientos de tierra con el traslado o la protección previa de las redes interferidas, con las estructuras y el tramo deprimido, y con los Planes de Manejo de Tráfico.

SECCIÓN 32 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR

32.1 El Concesionario entregará, por cada Unidad de Ejecución, tramo o paquete, según aplique, que comprenda movimientos de tierra:

a) El diseño de los movimientos de tierra (excavaciones, cortes, terraplenes, rellenos y mejoramientos), con perfiles, secciones y detalles.
b) El balance de masas y el plan de transporte y de manejo de materiales.

Data sensitivity - Public

c) El diseño de taludes y de estructuras de contención temporal y permanente.
d) El plan de manejo de materiales sobrantes y de ZODME, y el de fuentes de préstamo, con permisos.
e) El plan de manejo de aguas y de instrumentación durante la excavación.
f) El procedimiento constructivo y de compactación, con planos, ETP y cantidades.

SECCIÓN 33 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS

33.1 Los estudios deberán demostrar la estabilidad de cortes, terraplenes y excavaciones en cada etapa temporal y permanente; los asentamientos y su compatibilidad con la vía y las estructuras; la eficacia del manejo de aguas y del control de erosión; el cierre del balance de masas; y la estabilidad, capacidad y adecuación ambiental de las ZODME y de las fuentes de préstamo, conforme con los requisitos del Apéndice Técnico 20.

SECCIÓN 34 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

34.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) Estabilidad: reproduciendo por contra-cálculo los análisis de taludes y excavaciones por fases y verificando los factores de seguridad.
b) Compactación y materiales: testificando ensayos de control por muestreo y verificando los grados de compactación y la aptitud de los materiales.
c) Balance de masas: revisando el cierre del balance y su coherencia con las cantidades y el plan de transporte.
d) ZODME y préstamos: comprobando el diseño, los permisos y la estabilidad y capacidad, con verificación en campo.
e) Manejo de aguas: verificando el diseño de abatimiento, drenaje y control de erosión y sedimentos.
f) Coherencia: mediante verificación cruzada con geotecnia, hidráulica, estructuras, vía y redes.

SECCIÓN 35 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Data sensitivity - Public

Tabla 2. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Diseño de movimientos de tierra	Excavaciones, cortes, terraplenes, rellenos y mejoramientos por UF; perfiles, secciones y detalles; grados de compactación y control de humedad.	Estabilidad y compactación por etapa; aptitud de materiales; asentamientos vs. umbrales de vía y estructuras.
Balance de masas y plan de transporte	Cortes, rellenos, préstamos y sobrantes; optimización y plan de transporte y de manejo de materiales.	Cierre del balance; coherencia con cantidades y con las ZODME y préstamos.
Diseño de taludes y contención	Taludes de corte/terraplén, bermas, estabilización y estructuras de contención temporal y permanente.	Factores de seguridad por sector y etapa; contención adecuada a las excavaciones.
Manejo de aguas e instrumentación	Abatimiento, bombeo, drenaje, control de erosión y sedimentos; instrumentación y umbrales durante la excavación.	Eficacia del manejo de aguas; umbrales accionables; no afectación a terceros.
ZODME y fuentes de préstamo	Diseño geotécnico, hidráulico y ambiental de ZODME (estabilidad, capacidad, drenaje, restauración); fuentes de préstamo con permisos; cumplimiento RCD.	Estabilidad y capacidad; permisos; adecuación ambiental y trazabilidad.

CAPÍTULO XI – TOPOGRAFÍA, GEODESIA Y REPLANTEO

SECCIÓN 36 – OBJETO Y ALCANCE

36.1 El Concesionario deberá ejecutar los estudios topográficos y geodésicos necesarios para el diseño, la construcción, el montaje y el replanteo de todas las obras, referidos al marco geodésico oficial de Colombia y al sistema único de coordenadas y cotas del Proyecto junto con las reproyecciones correspondientes según requerimientos de las empresas de los servicios públicos de cara a las aprobaciones a cargo de dichas empresas, conforme lo definido en el Apéndice Técnico 3.

SECCIÓN 37 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

37.1 El Concesionario deberá establecer y densificar una red de control geodésico horizontal y vertical, con monumentación estable, enlazada al marco geodésico oficial (MAGNA-SIRGAS y BM del IGAC), y ejecutar los levantamientos, batimetrías y el replanteo cumpliendo, como mínimo, las precisiones y tolerancias de la Tabla siguiente. Dichos valores son

mínimos de referencia y deberán confirmarse y detallarse en el DCD; las tolerancias geométricas específicas de vía y estructuras serán las de sus respectivos capítulos.

Tabla 3. Precisiones y tolerancias mínimas por aplicación.

Aplicación	**Precisión / tolerancia mínima de referencia**	**Observación**
Levantamiento topográfico del corredor	Planimétrica ≤ ±0,10 m; altimétrica ≤ ±0,05 m	Escala de restitución 1:500 a 1:1.000. El MDT, la densidad de puntos y la generación de curvas de nivel deberán cumplir las especificaciones técnicas vigentes del IDU aplicables al tipo de levantamiento, escala y fase de diseño. Para zonas de diseño detallado y áreas críticas se deberán aplicar las precisiones específicas requeridas incluyendo líneas 3d poly para identificación de bordillos, puentes e infraestructura existentes.
Levantamiento de detalle (estaciones, estructuras, patio-taller, intersecciones)	Planimétrica ≤ ±0,03 m; altimétrica ≤ ±0,02 m	Aplicable a zonas de obra, interfaces y áreas críticas. Las precisiones deberán ajustarse a los requerimientos específicos de diseño y construcción establecidos para cada disciplina y elemento de infraestructura.
Batimetría en cruces de cuerpos de agua	Según norma hidrográfica aplicable; ecosonda y DGPS calibrados	Aplicable a obras de cruce y drenaje. La metodología, precisión y control de calidad deberán cumplir la normativa hidrográfica y las especificaciones técnicas aplicables al proyecto.
Replanteo de vía	Tolerancias milimétricas de geometría en posición, nivelación, alineación, ancho de vía y peralte	Conforme a las especificaciones técnicas del proyecto y tomando como referencia la serie UNE-EN 13848, en lo aplicable al control de la calidad geométrica de la vía. Las tolerancias de construcción, aceptación y recepción serán las definidas en las especificaciones particulares del sistema ferroviario.
Replanteo de estructuras	Ejes y cotas ±10 mm	Conforme a las tolerancias establecidas en el capítulo de estructuras y a las especificaciones particulares de cada elemento estructural.
Replanteo de obra civil y urbanismo	±0,02 m	Conforme a las especificaciones técnicas del proyecto, las tolerancias de construcción aplicables y, cuando corresponda, las cartillas y

Aplicación	Precisión / tolerancia mínima de referencia	Observación
		lineamientos técnicos de espacio público del IDU.

37.2

37.3 El Concesionario deberá atender, además, los requisitos específicos de levantamiento, escalas, convenciones y sistema de coordenadas exigidos por las empresas de servicios públicos (entre otras, la EAAB-ESP) para la revisión y aprobación de los diseños de Redes, mediante las transformaciones y enlaces que correspondan al sistema único de coordenadas y cotas del Proyecto.

37.4 El Concesionario deberá elaborar el modelo digital del terreno y las secciones transversales de detalle con resolución suficiente para todas las disciplinas, y georreferenciar el inventario de activos, redes e interferencias en el sistema único de coordenadas y cotas del Proyecto.

37.5 El Concesionario deberá definir el sistema de replanteo de obra, mantener comisiones topográficas con equipos de alta precisión calibrados y certificados, y ejecutar el control topográfico permanente de medidas y niveles durante la construcción, con verificación por la Interventoría.

37.6 Sin perjuicio de la adopción del sistema único de coordenadas y cotas del Proyecto, el Concesionario deberá cumplir los requisitos específicos de levantamiento, georreferenciación, escalas, formatos y representación exigidos por las empresas de servicios públicos, autoridades competentes o terceros cuya aprobación resulte necesaria para el desarrollo del Proyecto.

SECCIÓN 38 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR

38.1 El Concesionario entregará:

a) Informe de la red de control geodésico, con monumentación, mediciones, cálculo, ajuste y certificación de precisiones.
b) Levantamientos topográficos de detalle y batimetrías, el modelo digital del terreno, secciones y restituciones.

Data sensitivity - Public

c) Cartografía temática y base de datos georreferenciada del inventario de activos, redes e interferencias.
d) Documento del sistema de replanteo y de tolerancias geométricas.

SECCIÓN 39 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS

39.1 Los estudios deberán demostrar la coherencia con el marco geodésico oficial y con el sistema del Proyecto, las precisiones alcanzadas frente a las exigidas y la suficiencia de la cobertura y densidad para soportar los diseños.

SECCIÓN 40 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

40.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) El ajuste y la certificación de la red: revisando el informe de monumentación, mediciones, cálculo y ajuste, y verificando el error de cierre y las precisiones contra la Tabla 2 y contra los vértices oficiales MAGNA-SIRGAS y los BM del IGAC.
b) La densidad y cobertura: contrastando el levantamiento y el modelo digital del terreno con las necesidades de cada disciplina y con recorridos de verificación en campo.
c) La consistencia entre el modelo digital del terreno, las secciones y la cartografía: mediante verificación cruzada y perfiles de control.
d) La georreferenciación del inventario: contrastando en campo las coordenadas de una muestra de activos, redes e interferencias.
e) La idoneidad de los equipos: exigiendo los certificados de calibración vigentes y, cuando lo estime necesario, ordenando su verificación.

SECCIÓN 41 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Tabla 4. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Red de control geodésico	Diseño, monumentación, medición GNSS y nivelación de la red horizontal y vertical; cálculo y ajuste; enlace al marco geodésico oficial (MAGNA-SIRGAS) y al sistema del Proyecto; certificación de precisiones.	Cierre y precisión del ajuste; densidad y estabilidad de vértices; trazabilidad al marco oficial; coherencia del sistema de coordenadas y cotas único.

Data sensitivity - Public

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Levantamiento topográfico de detalle y MDT	Levantamiento del corredor, estaciones, patio-taller, intersecciones y áreas de intervención; batimetrías en cruces de agua; modelo digital del terreno, secciones transversales y restituciones.	Densidad y cobertura suficientes por disciplina; precisión planimétrica y altimétrica; consistencia entre MDT, secciones y cartografía.
Cartografía temática e inventario georreferenciado	Georreferenciación de activos, redes, interferencias, predios, BIC y amenazas; base de datos con atributos y trazabilidad.	Completitud del inventario; correcta georreferenciación; uso consistente por las demás disciplinas.
Sistema de replanteo y tolerancias	Definición del sistema de replanteo de obra, tolerancias geométricas de ejecución y verificación, y procedimientos de control topográfico durante la construcción.	Idoneidad de tolerancias frente a los requisitos ferroviarios; procedimientos de verificación implementables.

CAPÍTULO XII – GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

SECCIÓN 42 – OBJETO Y ALCANCE

42.1 El Concesionario deberá desarrollar los estudios de geología para ingeniería, geotecnia, mecánica de suelos y rocas, hidrogeología, mejoramiento del terreno, cimentaciones, movimientos de tierra, taludes, contención, instrumentación y monitoreo, y el diseño de pavimentos, garantizando la estabilidad, funcionalidad, seguridad, durabilidad, mantenibilidad y desempeño de la infraestructura durante todas las etapas.

42.2 Los estudios deberán cubrir la plataforma ferroviaria a nivel; cortes, terraplenes, rellenos y mejoramientos; las cimentaciones de estaciones, edificios, patio-taller, subestaciones, postes de catenaria, señales, cerramientos, pasarelas, viaductos y demás estructuras; los taludes y estructuras de contención; las excavaciones, el tramo deprimido y las obras temporales; las canalizaciones de redes; y los pavimentos de vías, accesos, espacio público y cruces a nivel.

SECCIÓN 43 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

43.1 El Concesionario deberá aplicar el Título H de la NSR-10, las especificaciones INVIAS e IDU vigentes según el territorio y, para las acciones sísmicas, la microzonificación aplicable (Decreto 523 de 2010 de Bogotá o norma que lo sustituya) y el estudio de respuesta de sitio.

Data sensitivity - Public

43.2 El Concesionario deberá elaborar y mantener actualizado el modelo geológico-geotécnico y la sectorización en tramos homogéneos, integrando unidades geológicas y geomorfológicas, estratigrafía y variabilidad, propiedades de resistencia, rigidez, compresibilidad y comportamiento cíclico, régimen de aguas subterráneas y presiones intersticiales, discontinuidades y clasificación geomecánica en roca, y amenazas (licuación, inestabilidad, subsidencia, colapso, expansión, dispersividad, erosión interna, tubificación y socavación).

43.3 El Concesionario deberá determinar los parámetros característicos y de diseño mediante análisis estadístico y de sensibilidad, sin apoyarse únicamente en promedios, evaluando dispersión, calidad del dato, escala y mecanismo de falla, y definiendo escenarios de nivel freático y presión de poros.

43.4 El Concesionario deberá diseñar la plataforma, subrasante, capa de forma, subbalasto y transiciones garantizando la conservación de la geometría de vía y los umbrales de asentamiento y rigidez; el tramo deprimido con sus estructuras de contención, control del nivel freático y estabilidad de excavaciones por fases; y los pavimentos según el tránsito, las cargas de diseño y la caracterización de la subrasante.

43.5 El Concesionario deberá diseñar la instrumentación y el monitoreo geotécnico con línea base, umbrales de alerta (TARP), responsables y acciones obligatorias, para excavaciones, taludes, contenciones y zonas de interacción con terceros.

SECCIÓN 44 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR

44.1 El Concesionario entregará, por tramo homogéneo y por activo:

a) Plan de Investigación del Subsuelo, con la justificación del método, densidad y profundidad de exploración (sondeos, apiques, CPTu, DMT, geofísica, piezómetros).
b) Informe de reconocimiento geológico y el modelo geológico-geotécnico, con la sectorización.
c) Base de datos geotécnica y los registros de campo y laboratorio, trazables y editables, con cadena de custodia.
d) Informe de parámetros característicos y de diseño, con el análisis estadístico y de sensibilidad.

Data sensitivity - Public

e) Memorias de análisis y diseño de plataforma, terraplenes, cortes, mejoramientos, cimentaciones, taludes, contención, excavaciones y tramo deprimido.
f) Plan de instrumentación y monitoreo, con línea base y umbrales (TARP).
g) Estudio y diseño de pavimentos, con el diagnóstico del pavimento existente, planos, ETP y cantidades.

SECCIÓN 45 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS

45.1 Los estudios deberán demostrar, para las condiciones iniciales, cada etapa constructiva, la operación y los eventos extremos:

a) La estabilidad y capacidad con los factores de seguridad exigidos para cada mecanismo de falla (capacidad portante, deslizamiento, volcamiento, estabilidad global, falla de fondo, flotación y erosión interna).
b) Los asentamientos totales y diferenciales y su compatibilidad con los umbrales de geometría y rigidez de la vía.
c) La respuesta sísmica del sitio, la evaluación de licuación y las deformaciones permanentes.
d) El comportamiento bajo cargas ferroviarias cíclicas, la amplificación dinámica y el desempeño de las transiciones.
e) El régimen de aguas subterráneas y sus efectos (subpresión, abatimiento, sifonamiento, tubificación y afectación a terceros), en particular en el tramo deprimido.
f) La adecuación estructural y funcional de los pavimentos y el tratamiento de las transiciones en los cruces con la vía férrea.

SECCIÓN 46 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

46.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) Suficiencia de la exploración: contrastando la densidad y profundidad ejecutadas con el Plan de Investigación no objetado, la variabilidad del modelo geológico y la criticidad del activo, y ordenando exploración o ensayos adicionales por muestreo cuando haya dudas.

Data sensitivity - Public

b) Parámetros de diseño: recalculando de forma independiente los valores característicos a partir de la base de datos de ensayos y verificando que no se apoyen solo en promedios.
c) Cobertura de etapas: revisando las memorias para comprobar que se analizaron las condiciones iniciales, cada etapa constructiva, la operación y los eventos extremos, no solo la condición final.
d) Estabilidad y deformaciones: reproduciendo por contra-cálculo los análisis críticos (FOS por mecanismo, asentamientos) y contrastándolos con los umbrales de vía del DCD.
e) Instrumentación (TARP): verificando que los umbrales sean accionables y que exista un plan de respuesta, mediante revisión del diseño de instrumentación y de la línea base.
f) Consistencia y trazabilidad: mediante verificación cruzada entre el modelo geotécnico, las secciones, los diseños, los planos y las cantidades, y auditoría de la cadena dato-ensayo-parámetro-diseño.
g) Ensayos y laboratorio: testificando ensayos de campo y laboratorio por muestreo y exigiendo acreditaciones, certificados de calibración y cadena de custodia. En caso de discrepancia con los resultados del Concesionario, la Interventoría podrá requerir o practicar ensayos de comprobación, en los términos del Contrato.

SECCIÓN 47 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Tabla 5. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	**Contenido y análisis mínimo**	**Aspectos que evaluará la Interventoría**
Plan de Investigación del Subsuelo	Ubicación, tipo, densidad y profundidad de exploración por tramo homogéneo y activo (sondeos, apiques, CPTu, DMT, geofísica, piezómetros); protocolos de muestreo, custodia y laboratorio; acreditaciones.	Suficiencia frente a variabilidad, cargas, profundidad de influencia y criticidad; justificación del espaciamiento y profundidad; no sustitución por información secundaria.
Reconocimiento y modelo geológico-geotécnico	Reconocimiento de campo; unidades geológicas/geomorfológicas, estratigrafía, perfil de meteorización; nivel freático y presiones; sectorización en tramos homogéneos.	Representatividad del modelo; identificación de amenazas (licuación, expansión, colapso, socavación, subsidencia); coherencia con la geología regional.

Data sensitivity - Public

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Ensayos de campo y laboratorio y base de datos	SPT con energía, CPTu, ensayos in situ; clasificación, compactación, CBR, módulo resiliente, corte, triaxiales, consolidación, permeabilidad, expansión/colapso, roca, agresividad química; base de datos trazable.	Trazabilidad dato-ensayo-norma-laboratorio; cadena de custodia; representatividad y calidad de resultados.
Parámetros característicos y de diseño	Análisis estadístico y de sensibilidad; valores característicos por tramo y mecanismo; escenarios de nivel freático y presión de poros.	Justificación más allá de promedios; coherencia con ensayos directos; escenarios adecuados de agua.
Diseño de plataforma, terraplenes, cortes y mejoramientos	Estabilidad, capacidad, asentamientos totales/diferenciales, capa de forma, subbalasto, transiciones; mejoramiento del terreno; drenaje asociado.	Cumplimiento de FOS por mecanismo; asentamientos vs. umbrales de vía; comportamiento por etapa constructiva y de servicio.
Diseño de cimentaciones y estructuras de contención	Cimentaciones de estaciones, viaductos, postes, edificaciones; muros y contenciones; interacción suelo-estructura; capacidad, deformaciones y estabilidad.	Idoneidad del tipo de cimentación; rigideces e ISE; verificación estática, cíclica y sísmica.
Diseño del tramo deprimido (geotecnia)	Estabilidad de excavaciones por fases; pantallas/contención; control del nivel freático (abatimiento, subpresión, sifonamiento, tubificación); afectación a terceros.	Estabilidad por fase; control de aguas; no afectación a colindantes; compatibilidad con estructuras.
Instrumentación y monitoreo (TARP)	Diseño de instrumentación, línea base, umbrales de alerta y acción, responsables y plan de respuesta para excavaciones, taludes, contenciones y colindantes.	Umbrales accionables; cobertura de puntos críticos; plan de respuesta implementable.
Estudio y diseño de pavimentos	Diagnóstico funcional y estructural del pavimento existente; tránsito y cargas; caracterización de subrasante; diseño de estructuras y transiciones en cruces ferroviarios; fuentes de materiales y mezclas.	Adecuación al tránsito y vida útil; compatibilidad con INVIAS/IDU; transiciones en cruces; diseño de mezclas.
Fuentes y caracterización de materiales de construcción	Localización, selección, ubicación y clasificación de fuentes; capítulo de caracterización de materiales por Unidad de Ejecución con especificaciones y justificación técnica; verificación de idoneidad y de capacidad suficiente para la ejecución.	Idoneidad y capacidad de las fuentes; justificación de la selección; cumplimiento de durabilidad; disponibilidad para el Plan de Obras.

CAPÍTULO XIII – HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE

SECCIÓN 48 – OBJETO Y ALCANCE

48.1 El Concesionario deberá desarrollar los estudios hidrológicos, hidráulicos, hidrogeológicos, geomorfológicos y de socavación necesarios para el diseño del drenaje superficial y subsuperficial de la plataforma y la vía, de las estaciones y el espacio público, del tramo deprimido, y para todo cruce o intervención de cauces, canales, humedales y drenajes, garantizando que no se afecte el régimen hidráulico e hidrológico existente.

SECCIÓN 49 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

49.1 El Concesionario deberá aplicar el RAS, las guías INVIAS y la normativa ambiental y de drenaje vigente, y evaluar como mínimo escenarios asociados a periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años, sin perjuicio de los periodos mayores exigidos por la norma, el prestador, la autoridad ambiental o la criticidad de la infraestructura.

49.2 El Concesionario deberá diseñar el drenaje superficial y subsuperficial de la plataforma, el manejo del nivel freático coordinado con la geotecnia y el tramo deprimido, el drenaje de estaciones y espacio público, y las obras de cruce, box culvert, obras de arte y protecciones contra socavación.

49.3 El Concesionario deberá tramitar y obtener los permisos, concesiones, ocupaciones de cauce, rondas y condicionantes ambientales aplicables, y definir los caudales ambientales y de base cuando correspondan.

SECCIÓN 50 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR

50.1 El Concesionario entregará, por cuenca, sistema de drenaje y obra de cruce:

a) Estudio hidrológico, con la delimitación y caracterización de cuencas y las curvas IDF y tormentas de diseño.
b) Estudio hidráulico y de modelación del sistema completo, desde la captación hasta la entrega, incluida la verificación de la capacidad hidráulica del punto de entrega y de la red o cauce receptor.
c) Estudio de socavación y de comportamiento geomorfológico en los cruces con cuerpos de agua.
d) Memorias y diseños del drenaje, del manejo del nivel freático y de las obras de cruce y protección, con planos, ETP y cantidades.

Data sensitivity - Public

e) Soportes de los permisos, concesiones y ocupaciones de cauce y de los demás estudios e insumos requeridos por las autoridades ambientales para las exploraciones, las concesiones de aguas, el aprovechamiento y uso del recurso y las ocupaciones de cauce.

SECCIÓN 51 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS

51.1 Los estudios deberán demostrar la trazabilidad y reproducibilidad del cálculo de caudales y niveles; la capacidad y comportamiento del sistema completo y sus interfaces, sin dimensionamiento aislado; la no afectación del régimen existente y la gestión de la socavación; y el análisis de sensibilidad frente a los parámetros hidrológicos y a escenarios de cambio climático.

SECCIÓN 52 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

52.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) Insumos hidrológicos: revisando la justificación de las series, las curvas IDF y los periodos de retorno adoptados, y recalculando por muestreo los caudales de diseño.
b) Sistema completo: reproduciendo la modelación hidráulica captación-conducción-entrega y verificando las condiciones de frontera, sin aceptar dimensionamiento aislado de elementos.
c) No afectación del régimen: contrastando los niveles y velocidades resultantes con la condición existente y verificando la gestión de la socavación.
d) Coherencia: mediante verificación cruzada con la geotecnia (nivel freático, tramo deprimido), la gestión ambiental y la gestión del riesgo.
e) Permisos: comprobando la obtención de las concesiones, exploraciones, ocupaciones de cauce y demás autorizaciones aplicables.

SECCIÓN 53 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Tabla 6.Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Data sensitivity - Public

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Estudio hidrológico	Delimitación y caracterización de cuencas; series hidroclimáticas; curvas IDF y tormentas de diseño; caudales y volúmenes para Tr 10/25/50/100; análisis de sensibilidad y cambio climático.	Justificación de series, IDF y periodos de retorno; reproducibilidad; tratamiento de incertidumbre.
Estudio hidráulico y modelación	Modelación del sistema completo captación-conducción-entrega; niveles, velocidades y capacidad; condiciones de frontera.	Verificación integral del sistema y sus interfaces; ausencia de dimensionamiento aislado.
Estudio de socavación y geomorfología	Socavación general, local y por contracción en cruces; comportamiento geomorfológico; protecciones.	Metodología y magnitud de socavación; idoneidad de protecciones.
Diseño de drenaje y obras de cruce	Drenaje superficial y subsuperficial de plataforma; manejo del nivel freático (coordinado con geotecnia y deprimido); drenaje de estaciones y espacio público; box culvert, obras de arte y protecciones.	Capacidad y funcionalidad; no afectación del régimen existente; coherencia con geotecnia y ambiente.
Permisos y ocupaciones de cauce	Trámite de concesiones, ocupaciones de cauce, rondas y condicionantes; caudales ambientales y de base.	Obtención de permisos aplicables; cumplimiento de condicionantes ambientales.
Estudios requeridos para el aprovechamiento y uso del recurso	Realización de estudios requeridos por las autoridades para el aprovechamiento y uso del recurso hídrico	Entrega de estudios justificantes

CAPÍTULO XIV – TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO FERROVIARIO

SECCIÓN 54 – OBJETO Y ALCANCE

54.1 El Concesionario deberá desarrollar el diseño geométrico de detalle del trazado ferroviario en planta, perfil y sección, para la totalidad del corredor, patios, apartaderos y conexiones, garantizando el cumplimiento de los parámetros de desempeño del Sistema y la compatibilidad con el corredor existente.

SECCIÓN 55 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

55.1 El diseño geométrico deberá cumplir la EN 13803 y el DCD, e integrar los parámetros generales del Proyecto, entre otros: ancho de vía 1.435 mm; catenaria 1.500 V CC; pendiente máxima gobernante 5%; velocidad de diseño ≥80 km/h; y andenes de mínimo 105 m.

55.2 El Concesionario deberá definir radios, peraltes, insuficiencia y exceso de peralte, aceleraciones no compensadas, curvas de transición, acuerdos verticales y rampas, y verificar el gálibo cinemático y estático y su compatibilidad con el material rodante, las estructuras, las estaciones, los andenes y la catenaria.

55.3 El Concesionario deberá diseñar la geometría de aparatos de vía, conexiones, apartaderos, y patio-taller, y compatibilizar el trazado con las restricciones del corredor existente, el tramo deprimido, los viaductos, los pasos a nivel y a desnivel y las intervenciones en intersecciones.

SECCIÓN 56 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR

56.1 El Concesionario entregará:

a) Memoria de diseño geométrico, con los listados de ejes, peraltes y coordenadas.
b) Estudio de verificación de gálibos y de compatibilidad con el material rodante, las estructuras, los andenes y la catenaria.
c) Diseño geométrico de aparatos de vía, conexiones, apartaderos y patio-taller, con la verificación de circulabilidad y explotación.
d) Planos de planta, perfil y secciones, y el modelo BIM del trazado.

SECCIÓN 57 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS

57.1 Los estudios deberán demostrar el cumplimiento de los parámetros de desempeño y del DCD, la verificación de gálibos e interfaces y la compatibilización con las restricciones del corredor existente, el tramo deprimido y los viaductos.

SECCIÓN 58 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

58.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) Parámetros geométricos: recalculando por muestreo radios, peraltes, insuficiencia/exceso de peralte, aceleraciones y transiciones, y contrastándolos con el DCD.
b) Gálibos: reproduciendo la envolvente dinámica y verificando las holguras a estructuras, andenes, catenaria y obras existentes en los puntos singulares (curvas, deprimido, viaductos).

Data sensitivity - Public

c) Aparatos de vía y patio: comprobando la circulabilidad y explotabilidad mediante revisión de los esquemas de circulación y simulaciones.
d) Coherencia: mediante verificación cruzada del trazado con las demás disciplinas y con las restricciones del corredor.

SECCIÓN 59 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Diseño geométrico en planta y alzado	Ejes, radios, peraltes, insuficiencia/exceso de peralte, aceleraciones no compensadas, curvas de transición, acuerdos verticales y rampas conforme a EN 13803 y al DCD; listados y coordenadas.	Cumplimiento de parámetros de desempeño y del DCD; coherencia con material rodante y restricciones del corredor.
Verificación de gálibos	Gálibo cinemático y estático; envolvente dinámica; holguras a estructuras, andenes, catenaria y obras existentes.	Suficiencia de gálibos e interfaces; verificación en curvas, deprimido y viaductos.
Aparatos de vía, conexiones y patio-taller (geometría)	Diseño geométrico de aparatos de vía, conexiones, apartaderos, patios y patio-taller; circulabilidad y explotación.	Circulabilidad, explotabilidad y mantenibilidad; compatibilidad con la operación.
Compatibilización con el corredor	Compatibilización con tramo deprimido, viaductos, pasos a nivel/desnivel e intersecciones; puntos singulares.	Resolución de restricciones y puntos singulares; coherencia con las demás disciplinas.

CAPÍTULO XV – ESTRUCTURAS

SECCIÓN 60 – OBJETO Y ALCANCE

60.1 El Concesionario deberá desarrollar los Estudios y Diseños de Detalle de la totalidad de las estructuras del Proyecto: viaductos ferroviarios; tramo deprimido férreo (contención, accesos, rampas, losas y drenaje); estaciones; puentes y pasos vehiculares y peatonales; estructuras complementarias (box culvert, muros, pasarelas); e intervenciones estructurales en las intersecciones afectadas por el corredor.

SECCIÓN 61 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

Data sensitivity - Public

61.1 El Concesionario deberá diseñar las estructuras conforme a NSR-10, CCP-14 y AASHTO LRFD según corresponda, y definir y justificar las acciones y combinaciones de diseño, incluyendo:

a) Cargas permanentes y sobrecargas muertas de la superestructura de vía, catenaria e instalaciones.
b) Cargas vivas del material rodante y sus efectos dinámicos, de fatiga, frenado y aceleración.
c) Interacción vía-estructura (IRS), con verificación de esfuerzos en el riel y desplazamientos relativos.
d) Cargas peatonales y de estaciones; descarrilamiento; y ruptura de riel.
e) Acciones sísmicas, con espectros derivados de la microzonificación y del estudio geotécnico del sitio.
f) Empujes de tierra y agua y subpresiones, en particular en el tramo deprimido.
g) Cargas y acciones de construcción y montaje.

61.2 El Concesionario deberá verificar los estados límite último y de servicio (resistencia, estabilidad, fatiga, deformaciones, vibraciones, confort y durabilidad) para las condiciones de montaje, construcción y servicio.

61.3 El Concesionario deberá diseñar las cimentaciones a partir del estudio geotécnico específico de cada estructura, con determinación del nivel freático, capacidad portante e interacción suelo-estructura; los materiales (concreto, acero de refuerzo, preesforzado y estructural) cumplirán como mínimo las especificaciones de CCP-14, con los requisitos de durabilidad frente a la agresividad del medio.

61.4 El Concesionario deberá diseñar los aparatos de apoyo conforme a la AASHTO LRFD, con la metodología de fabricación, instalación, inspección y reemplazo sin interrupción de la operación, y su numeración exclusiva.

61.5 Para las estructuras existentes, el Concesionario deberá evaluar la capacidad y vida remanente y definir la viabilidad de conservar, reforzar o reconstruir, a partir del levantamiento de detalle (geometría, refuerzo, patología, carbonatación y calidad de materiales).

SECCIÓN 62 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR

Data sensitivity - Public

62.1 El Concesionario entregará:

a) Informe de diagnóstico y evaluación de las estructuras existentes a conservar, reforzar o reconstruir.
b) Memorias de cálculo de las estructuras nuevas (acciones, combinaciones, modelos y verificaciones).
c) Estudio de la interacción vía-estructura (IRS).
d) Estudio geotécnico específico y diseño de cimentaciones de cada estructura.
e) Diseño de aparatos de apoyo con la metodología de fabricación, instalación y reemplazo.
f) Estudio de los procesos constructivos y de montaje y su compatibilidad con el Plan de Manejo de Tráfico y la excavación por fases del deprimido.
g) Protocolos de pruebas de carga estáticas y dinámicas de estructuras nuevas o reforzadas.
h) Planos estructurales completos, ETP y cantidades.

SECCIÓN 63 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS

63.1 Los estudios deberán demostrar, para las condiciones de montaje, construcción y servicio:

a) La verificación de los estados límite último y de servicio con los márgenes exigidos.
b) El comportamiento sísmico con los espectros del sitio.
c) Los esfuerzos y desplazamientos de la interacción vía-estructura dentro de los límites admisibles.
d) La estabilidad de las excavaciones y estructuras de contención del tramo deprimido en cada fase.
e) La evaluación de capacidad y vida remanente de las estructuras existentes y la viabilidad de la intervención.

SECCIÓN 64 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

64.1 La Interventoría verificará:

a) La suficiencia del diagnóstico de las estructuras existentes.

Data sensitivity - Public

b) La corrección de los modelos, acciones y combinaciones y la verificación de estados límite.
c) La verificación de la interacción vía-estructura y del comportamiento sísmico.
d) La constructibilidad y estabilidad por etapa y la coherencia con el (los) Plan(es) de Manejo de Tráfico.
e) La idoneidad de los protocolos de prueba de carga y de sus criterios de aceptación y suspensión.
f) La consistencia entre memorias, planos, cantidades y modelo, y la resolución de interfaces con geotecnia, vía, sistemas y arquitectura.

SECCIÓN 65 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Tabla 7. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	**Contenido y análisis mínimo**	**Aspectos que evaluará la Interventoría**
Diagnóstico y evaluación de estructuras existentes	Inspección, levantamiento de geometría y refuerzo, patología, carbonatación y calidad de materiales; evaluación de capacidad y vida remanente; decisión conservar/reforzar/reconstruir.	Suficiencia del diagnóstico; sustento de la decisión de intervención; capacidad y vida remanente.
Viaductos ferroviarios	Acciones y combinaciones (permanentes, material rodante y efectos dinámicos, fatiga, frenado/aceleración, IRS, descarrilamiento, sismo, construcción); análisis y verificación de estados límite; procesos constructivos y de montaje.	Corrección de modelos y acciones; verificación ULS/SLS, fatiga y sismo; constructibilidad por etapa; IRS.
Tramo deprimido (estructura)	Estructuras de contención (pantallas, anclajes), losas, accesos y rampas; empujes, subpresiones y estabilidad por fases; drenaje e impermeabilización.	Estabilidad por fase; control de empujes y subpresiones; interfaz con geotecnia y drenaje.
Puentes y pasos vehiculares/peatonales	Diseño o adecuación conforme a CCP-14/NSR-10; interfaz con la operación y con la malla vial.	Cumplimiento normativo; compatibilidad con tráfico y con el corredor.
Estaciones (estructura)	Cimentaciones, plataformas de embarque, cubiertas y edificios de acceso; acciones y verificaciones; interfaz con andenes y PSD.	Verificación estructural; interfaz con arquitectura, andenes y sistemas.
Interacción vía-estructura (IRS)	Modelación de la interacción; esfuerzos en el riel, desplazamientos relativos y compatibilidad con la superestructura.	Esfuerzos y desplazamientos dentro de límites admisibles; compatibilidad con vía.

Data sensitivity - Public

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Cimentaciones y aparatos de apoyo	Diseño de cimentaciones por estructura; aparatos de apoyo AASHTO con metodología de fabricación, instalación, inspección y reemplazo; numeración exclusiva.	Idoneidad de cimentación; diseño y reemplazabilidad de apoyos; protocolos de fabricación.
Procesos constructivos y pruebas de carga	Modelación de etapas de montaje/construcción; compatibilidad con PMT y con la excavación por fases; protocolos de pruebas de carga estáticas y dinámicas.	Estabilidad por etapa; idoneidad de protocolos y criterios de aceptación/suspensión.

CAPÍTULO XVI – SUPERESTRUCTURA DE VÍA (VÍA PERMANENTE)

SECCIÓN 66 – OBJETO Y ALCANCE

66.1 El Concesionario deberá desarrollar el diseño de detalle de la superestructura de vía (vía en balasto y/o en placa), incluyendo carril, sujeciones, traviesas, capa de asiento, aparatos de vía, transiciones y elementos de dilatación, conforme los requisitos del Apéndice Técnico 5.

SECCIÓN 67 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

67.1 La plataforma y la vía deberán asegurar las funciones de rodamiento y guiado del material rodante y, como funciones secundarias: permitir la circulación vehicular y peatonal en las intersecciones y pasos a nivel; el acceso para rescate y evacuación; la recolección y evacuación de aguas de la vía; el retorno de la corriente de tracción; la colocación y durabilidad de revestimientos; y el cumplimiento de los umbrales de ruido y vibraciones.

67.2 El Concesionario deberá diseñar la sección de vía y sus componentes conforme a las normas aplicables (EN 13674, EN 13230, EN 13481, EN 14730 y EN 14811 según corresponda) y al Apéndice de Vía, con una vida útil mínima de la estructura de vía de 30 años, dimensionando por la carga por eje del material rodante en la condición de operación, las cargas de construcción y mantenimiento, la velocidad de diseño por tramos y el tráfico vial en los pasos a nivel (con una tasa de crecimiento del tráfico del 3,5% anual).

67.3 El Concesionario deberá realizar un estudio de contacto rueda-carril que considere el perfil y la metalurgia de la rueda, la suspensión del material rodante, la rugosidad del carril,

Data sensitivity - Public

la rigidez de los soportes y el tipo de montaje, y demuestre el cumplimiento de los requisitos de seguridad, confort y desgaste.

67.4 El Concesionario deberá diseñar los carriles con los siguientes criterios:

a) Limitar el número de perfiles a un máximo de dos (perfil UIC/Vignole y, cuando aplique, perfil de garganta tipo Phoenix), dando prioridad a los perfiles UIC.
b) Emplear aceros compatibles con la operación y el mantenimiento, con grado mínimo R260 en vía en balasto y R200 (o dureza superior en curvas de radio reducido) en vía en placa.
c) Ejecutar la continuidad del carril por soldadura a tope por chisporroteo (obligatoria en rieles cortos y en tramos en balasto) y, sólo por motivos técnicos justificados, aluminotérmica; los demás tipos quedan prohibidos salvo en vías de servicio y taller con No Objeción.
d) Curvar mecánicamente los carriles en taller o almacén; se prohíbe curvarlos en obra en curvas de radio superior a 150 m.

67.5 El Concesionario deberá diseñar la vía para permitir la sustitución parcial de carriles, balasto y traviesas sin demolición estructural y sin suspender la operación comercial, minimizando el mantenimiento correctivo, y garantizar el comportamiento eléctrico (resistencia, aislamiento, continuidad y seccionamiento) conforme a la EN 50122-1.

67.6 El Concesionario deberá definir las tolerancias geométricas de construcción y de mantenimiento, los criterios de auscultación y recepción, y las medidas de amortiguación de ruido y vibraciones, cumpliendo los umbrales de vibración percibida en las edificaciones que fije la Ley Aplicable.

SECCIÓN 68 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR

57.1 El Concesionario entregará la memoria de diseño de la superestructura, el diseño de aparatos de vía y transiciones, el estudio de estabilidad de la vía y de interacción con estructuras, la definición de tolerancias y criterios de recepción, y los planos, ETP y cantidades.

SECCIÓN 69 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS

Data sensitivity - Public

58.1 Los estudios deberán demostrar la estabilidad de la vía, el comportamiento de las transiciones y de la vía sin junta, la interacción con las estructuras y la conservación de la geometría dentro de las tolerancias.

SECCIÓN 70 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

70.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) Componentes y DCD: contrastando el diseño de carril, sujeciones, traviesas y aparatos de vía con las normas de componentes y el DCD, y exigiendo certificados de los materiales.
b) Interacción con estructuras y transiciones: reproduciendo los análisis de estabilidad de la vía, transiciones de rigidez y vía sin junta.
c) Tolerancias y recepción: revisando las tolerancias geométricas y los criterios de auscultación y recepción, y verificándolas por muestreo en obra.
d) Coherencia: mediante verificación cruzada con geotecnia, estructuras y sistemas.

SECCIÓN 71 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Tabla 8. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	**Contenido y análisis mínimo**	**Aspectos que evaluará la Interventoría**
Diseño de la sección de vía y componentes	Vía en balasto y/o en placa; carril (perfil y acero, máx. dos perfiles), sujeciones, traviesas, capa de asiento; vida útil 30 años; dimensionamiento por carga por eje y tráfico en pasos a nivel.	Cumplimiento de normas de componentes (EN 13674/13230/13481/14730/14811) y del DCD; grados de acero por tramo.
Estudio de contacto rueda-carril	Interfaz rueda-carril considerando perfil/metalurgia de rueda, suspensión, rugosidad, rigidez de soportes y montaje; desgaste, confort y seguridad.	Cumplimiento de seguridad, confort y desgaste; consistencia con el material rodante.
Transiciones, vía sin junta y aparatos de dilatación	Transiciones de rigidez; vía sin junta (liberación de tensiones, temperaturas extremas); aparatos de dilatación; soldaduras (chisporroteo/aluminotérmica).	Comportamiento de transiciones y VSJ; tipos de soldadura; interacción con estructuras.
Comportamiento eléctrico y vibro-acústico	Resistencia, aislamiento, continuidad y seccionamiento (EN 50122-1); amortiguación vibratoria y umbrales de ruido/vibración.	Comportamiento eléctrico; cumplimiento de umbrales vibro-acústicos.

Data sensitivity - Public

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Tolerancias, auscultación y sustituibilidad	Tolerancias de construcción y mantenimiento; criterios de auscultación y recepción; sustitución parcial de carril/balasto/traviesas sin suspender la operación.	Idoneidad de tolerancias y recepción; mantenibilidad sin interrumpir la operación.

CAPÍTULO XVII – ESTACIONES

SECCIÓN 72 – OBJETO Y ALCANCE

72.1 El Concesionario deberá desarrollar los Estudios y Diseños de Detalle de las 17 estaciones del Sistema, incluyendo su implantación, configuración, dimensionamiento, arquitectura, estructura, instalaciones, accesibilidad, equipamientos de acceso y salida, y su integración con el espacio público y con los sistemas.

SECCIÓN 73 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

73.1 De acuerdo con lo establecido en el Apéndice 6, las estaciones deberán responder al principio de unidad visual de la línea, con un lenguaje arquitectónico común (materiales, formas y colores) que permita identificarlas, adaptado a su entorno inmediato, e implantarse lo más cerca posible de cruces, plazas, vías importantes y grandes equipamientos generadores de tráfico.

73.2 Las estaciones deberán ser seguras, accesibles para todas las personas y cubiertas para proteger a los usuarios de las condiciones climáticas, y deberán:

a) Asegurar el confort físico y psicológico de los usuarios y la claridad de uso de cada espacio.
b) Garantizar la fluidez y la seguridad de circulación de los flujos, evitando congestiones y conflictos, en particular durante la llegada del tren.
c) Minimizar la posibilidad de evasión mediante los equipos de control de acceso y salida y las puertas de andén.
d) Contemplar iluminación natural y transparencia, con cubiertas que brinden sombra y resguardo y evacuación del remanente de aguas lluvias.

Data sensitivity - Public

e) Acreditar un desempeño ambiental adecuado a lo largo del ciclo de vida, privilegiando materiales y sistemas constructivos con menores emisiones de gases de efecto invernadero, mayor contenido reciclado y menores impactos ambientales asociados a su producción, transporte y disposición.

73.3 Las estaciones deberán diseñarse y construirse a nivel o desnivel, de acuerdo con el Apéndice Técnico 6, y facilitando y optimizando el acceso del viajero, y cumpliendo los criterios de accesibilidad para Personas de Movilidad Reducida (PMR) de la Ley Aplicable (NTC 4279, NTC 5610 y NTC 6047).

73.4 Los andenes podrán ser de tipo único central o dos laterales; la longitud útil mínima de andén para el intercambio de pasajeros será de 100 m; y el ancho mínimo de andén por estación se ajustará a la tabla de dimensionamiento del Proyecto, de acuerdo con el Apéndice Técnico 6, considerando el impacto de la configuración lateral o central sobre la operación.

62.2 El Concesionario deberá definir en sus Estudios y Diseños la configuración y el dimensionamiento de cada estación dentro del corredor entregado por la EFR. Los ajustes de ubicación respecto de la posición de referencia requerirán aprobación previa y no deberán exigir la adquisición de predios adicionales, salvo que el Concesionario los adquiera por su cuenta y riesgo.

SECCIÓN 74 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR

74.1 El Concesionario entregará, por estación:

a) Estudio de expresión y dimensionamiento de necesidades (flujos, capacidad, configuración y equipamientos).

b) Diseños de arquitectura, estructura e instalaciones (MEP), con la protección contra incendio conforme a NFPA 130, la accesibilidad universal y las redes internas y acometidas de servicios públicos.

c) Estudio de eficiencia energética de la estación, con la evaluación de alternativas de autogeneración (entre otras, solar fotovoltaica) y de reducción de consumo, y su justificación técnica.

Data sensitivity - Public

d) Diseño de andenes, accesos, circulaciones, cubiertas y su interfaz con el espacio público y la intermodalidad.
e) Diseño de la interfaz andén-tren y con las puertas de andén y los sistemas de recaudo, información al pasajero y seguridad.
f) Planos, ETP, cantidades y modelo BIM.

SECCIÓN 75 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS

64.1 Los estudios deberán demostrar el dimensionamiento de los flujos y la capacidad en situación normal y perturbada, el cumplimiento de la accesibilidad universal, la seguridad y evacuación conforme a NFPA 130, la interfaz andén-tren dentro de los límites admisibles, y la coherencia con el trazado, las estructuras, la vía y los sistemas.

SECCIÓN 76 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

76.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:
a) Unidad visual y entorno: revisando el lenguaje arquitectónico, los materiales y la adaptación al entorno frente a los criterios del DCD.
b) Accesibilidad y andenes: comprobando el cumplimiento de la accesibilidad universal y de la longitud (≥100 m) y ancho mínimo de andén y áreas adyacentes, con verificación dimensional en planos y modelo.
c) Dimensionamiento de flujos: reproduciendo el cálculo de capacidad en situación normal y perturbada.
d) Seguridad y evacuación: verificando el cumplimiento de NFPA 130 mediante revisión de los estudios de evacuación.
e) Interfaz andén-tren y sistemas: comprobando la altura y separación andén-tren y la integración con PSD, recaudo, SIP y seguridad.
f) Consistencia: mediante verificación cruzada entre memorias, planos, cantidades y modelo.

SECCIÓN 77 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Data sensitivity - Public

Tabla 9. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Estudio de necesidades y dimensionamiento	Flujos y capacidad en situación normal y perturbada; configuración lateral/central; dimensionamiento de andenes y espacios.	Dimensionamiento de flujos y capacidad; impacto de la configuración sobre la operación.
Arquitectura e identidad de línea	Lenguaje arquitectónico común; unidad visual; adaptación al entorno; cubiertas, iluminación natural y evacuación de aguas.	Unidad visual y adaptación; funcionalidad de cubiertas e iluminación.
Andenes y accesibilidad	Andén único central o dos laterales; longitud útil ≥100 m; ancho mínimo por estación; accesos a nivel; accesibilidad PMR (NTC 4279/5610/6047).	Longitud y ancho de andén; accesibilidad universal; acceso a nivel.
Interfaz andén-tren y con sistemas	Altura y separación andén-tren; interfaz con PSD, recaudo, SIP y seguridad.	Interfaz andén-tren dentro de límites; integración con sistemas.
Estructura, instalaciones y seguridad	Estructura, instalaciones (MEP), protección contra incendio (NFPA 130) y evacuación.	Verificación estructural e instalaciones; seguridad y evacuación.

CAPÍTULO XVIII – URBANISMO, ESPACIO PÚBLICO, PAISAJISMO, ACCESIBILIDAD Y BIC

SECCIÓN 78 – OBJETO Y ALCANCE

78.1 El Concesionario deberá desarrollar los diseños de urbanismo, espacio público, paisajismo y accesibilidad universal asociados al corredor, las estaciones, las intersecciones y los patio-taller, así como la gestión y el diseño de armonización con los bienes de interés cultural (BIC).

SECCIÓN 79 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

79.1 El Concesionario deberá diseñar el manejo de pasos a nivel peatonales y vehiculares, los cerramientos y franjas de seguridad, los andenes, accesos a predios y culatas, las ciclorrutas y ciclopuentes y el mobiliario urbano de estaciones.

79.2 Los diseños deberán garantizar, entre otras condiciones:

a) La accesibilidad universal cumpliendo las NTC 4279, NTC 5610, NTC 6047 y demás normas aplicables.

Data sensitivity - Public

b) La iluminación de los espacios públicos y de las zonas aledañas a los pasos a nivel, sin zonas de penumbra.
c) El acceso a los predios colindantes dentro del Límite de Intervención.
d) La continuidad de los flujos peatonal, ciclista, vehicular y de acceso a propiedades durante la construcción, conforme al Apéndice Técnico 23
e) El cumplimiento de las pendientes longitudinales y transversales exigidas en espacio público.
f) El cumplimiento de la normativa de reutilización de Residuos de Construcción y Demolición (RCD).

79.3 El Concesionario deberá diseñar el paisajismo, la reposición de arbolado y el balance de zonas verdes coordinados con la gestión ambiental, y armonizar la intervención con los BIC y sus zonas de influencia. Para estos efectos, la armonización comprende la integración física y funcional del Proyecto con el bien protegido, incluidas las estaciones existentes declaradas BIC, en caso de existir, y la adopción de las medidas de conservación, protección, restauración o integración que autoricen las autoridades de cultura competentes.

79.4 El Concesionario deberá diseñar el revestimiento de la plataforma y del espacio público cumpliendo el manual de espacio público de Bogotá para todo el proyecto, incluyendo los lineamientos de las cartillas y normas urbanísticas aplicables en cada jurisdicción y los criterios que se detallen en el DCD, adaptado al contexto, con tonalidad uniforme en los revestimientos no modulares (fundidos in situ) y tratamiento homogéneo y continuo en los modulares, sin causar daño a los usuarios ni a terceros.

79.5 El Concesionario deberá diseñar el alumbrado público y la iluminación de los pasos peatonales, las intersecciones y las estaciones (que deberán ser referencias luminosas), garantizando la iluminación desde el punto de conexión hasta el acceso de cada estación, con un índice de reproducción cromática (IRC) igual o superior a 80, siendo la energía por cuenta y riesgo del Concesionario.

68.2 El Concesionario deberá diseñar el mobiliario urbano y la integración de las bicicletas (ciclorrutas, cicloparqueaderos y su conexión con las estaciones), conforme a la normativa y las cartillas aplicables.

Data sensitivity - Public

SECCIÓN 80 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR

80.1 El Concesionario entregará el Documento Técnico de Soporte de urbanismo y sus componentes:

a) Informe de urbanismo y espacio público, con criterios de diseño y materiales y su articulación con los instrumentos de planificación y en concordancia con los acuerdos con las entidades respectivas.
b) Diseños de pasos a nivel, cerramientos, andenes, accesos, ciclorrutas, intermodalidad y mobiliario.
c) Informe de paisajismo, arbolado y balance de zonas verdes, con las aprobaciones ambientales, permisos y autorizaciones emitidas por las autoridades ambientales competentes, cuando resulten aplicables.
d) Estudios, diseños y documentación técnica asociada a los Bienes de Interés Cultural (BIC), incluyendo las medidas de intervención, conservación, protección, restauración o integración que resulten aplicables, junto con los soportes de gestión requeridos ante las autoridades competentes, de acuerdo con el Apéndice Técnico 25. .
e) Informe específico del patio-taller; planos, cantidades, ETP, renders y matriz de riesgos.

SECCIÓN 81 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS

81.1 Los estudios deberán demostrar el cumplimiento de la accesibilidad universal y de las condiciones de espacio público; la continuidad de los flujos durante la construcción y la operación; la articulación con los POT/EOT; y la armonización con los BIC y las determinantes ambientales.

SECCIÓN 82 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

82.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) Accesibilidad y planificación: comprobando el cumplimiento de la accesibilidad universal, de las pendientes y de los instrumentos de planificación (POT/EOT), con verificación dimensional.
b) Continuidad de flujos: revisando los diseños de pasos, andenes y accesos para verificar la continuidad peatonal, ciclista y vehicular durante obra y operación.

Data sensitivity - Public

c) Revestimientos y alumbrado: contrastando revestimientos, niveles de iluminación e IRC (≥80) con las cartillas y normas aplicables.
d) Aprobaciones de terceros: comprobando la obtención de las aprobaciones (CAR, SDA, JBB, Ministerio de Cultura y autoridades de cultura, ANI, INVÍAS, Planeación, curadurías, Gobernación y demás entidades involucradas).
e) Completitud: mediante revisión documental del Documento Técnico de Soporte y verificación cruzada con las demás disciplinas.

SECCIÓN 83 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Tabla 10. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	**Contenido y análisis mínimo**	**Aspectos que evaluará la Interventoría**
Diseño de espacio público y accesibilidad	Andenes, accesos a predios, culatas, pasos a nivel peatonales/vehiculares, cerramientos y franjas de seguridad; accesibilidad universal; continuidad de flujos durante obra y operación.	Accesibilidad y continuidad de flujos; articulación con instrumentos de planificación.
Revestimientos de plataforma y espacio público	Revestimientos conforme a cartillas y normas urbanísticas; tonalidad uniforme (no modulares) y tratamiento homogéneo (modulares); seguridad de uso.	Cumplimiento de cartillas; homogeneidad y seguridad de revestimientos.
Alumbrado e iluminación	Alumbrado de pasos peatonales, intersecciones y estaciones (referencias luminosas); iluminación desde el punto de conexión al acceso; IRC ≥80.	Niveles de iluminación e IRC; ausencia de zonas de penumbra.
Paisajismo, arbolado y mobiliario	Paisajismo, reposición de arbolado y balance de zonas verdes; mobiliario urbano; integración de bicicletas (ciclorrutas y cicloparqueaderos).	Balance de zonas verdes y aprobaciones ambientales; integración de mobiliario y bicicletas.
Patrimonio y BIC	Identificación de BIC y zonas de influencia; criterios de armonización; gestión de licencias y permisos.	Armonización con BIC; obtención de aprobaciones (Min. Cultura y autoridades de cultura).
Aprobaciones ante terceros	Gestión ante CAR, SDA, JBB, ANI, INVÍAS, Secretarías de Planeación, curadurías, Gobernación y demás entidades Municipales involucradas.	Obtención de las aprobaciones aplicables y su reflejo en el diseño.

CAPÍTULO XIX – MALLA VIAL, INTERSECCIONES Y PASOS A NIVEL

SECCIÓN 84 – OBJETO Y ALCANCE

84.1 El Concesionario deberá desarrollar los Estudios y Diseños de Detalle de la malla vial reacondicionada por el Proyecto fuera de la plataforma ferroviaria, y de las intersecciones y pasos a nivel del corredor, incluyendo su solución (paso a nivel, paso a desnivel, vías de servicio o desvíos), su pavimento, su geometría y su señalización.

SECCIÓN 85 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

85.1 El Concesionario deberá determinar, en la fase de estudios, la solución de cada intersección y la eventual habilitación de nuevos cruces a nivel, evaluando su impacto sobre las condiciones operativas y de seguridad, y garantizar que la malla vial sea accesible y segura para todos los usuarios del espacio público, con visibilidad recíproca y acceso de los equipos de auxilio.

85.2 El Concesionario deberá diseñar los pavimentos de la malla vial y de los cruces con los siguientes criterios:

a) Dimensionamiento del pavimento por un periodo de vida útil mínimo de 10 años, con una tasa de crecimiento del tráfico del 3,5% anual para vehículos livianos y pesados.
b) Plataformas de paso a nivel en concreto armado o en elementos modulares aptos para el tráfico de la vía cruzada.
c) Plataformas de cruce peatonal en material no resbaloso, que faciliten el paso seguro de peatones, bicicletas y PMR.

85.3 La geometría de los cruces deberá ser compatible con la guía de diseño urbano aplicable dentro de la ciudad de Bogotá y con el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS fuera de ella, y con los movimientos de giro del conjunto de vehículos de diseño susceptibles de utilizar el cruce.

85.4 El Concesionario deberá diseñar la señalización vial y ferroviaria de los cruces conforme al capítulo de sistemas y a la Ley Aplicable, garantizando la protección de la infraestructura ferroviaria, con los siguientes criterios:

d) Señalización de Intersecciones con Barreras (SIB / paso a nivel): sistema de detección de trenes que garantice la barrera completamente cerrada al paso del tren; interfaz con

Data sensitivity - Public

la señalización vial del entorno para evitar conflictos y ajustar la prioridad del tren; control de cierre sin control de franqueo de señales ferroviarias para cruces a velocidad inferior a 80 km/h, y con control de franqueo para velocidad igual o superior a 80 km/h; comando local de las barreras (abrir/cerrar) concebido en seguridad; apertura automática ante bloqueo anormalmente prolongado; y gestión de modos degradados.

e) Señalización sin barreras: detección del tren en el acercamiento y la salida del cruce, con solicitud de prioridad a los controladores semafóricos, información de apoyo al conductor y evaluación de la eficiencia de la prioridad, discriminando sin error los trenes del Proyecto del resto del tráfico.

SECCIÓN 86 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR

86.1 El Concesionario entregará el inventario y la solución de intersecciones y pasos a nivel; los diseños geométricos y de pavimento de la malla vial y los cruces; los diseños de señalización vial; los Planes de Manejo de Tráfico asociados; y los planos, ETP y cantidades.

SECCIÓN 87 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS

87.1 Los estudios deberán demostrar la seguridad y funcionalidad de cada intersección, la adecuación estructural del pavimento frente al tránsito y las cargas, la compatibilidad geométrica con los vehículos de diseño, y la protección de la infraestructura ferroviaria.

SECCIÓN 88 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

88.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) Accesibilidad y planificación: comprobando el cumplimiento de la accesibilidad universal, de las pendientes y de los instrumentos de planificación (POT/EOT), con verificación dimensional.

b) Continuidad de flujos: revisando los diseños de pasos, andenes y accesos para verificar la continuidad peatonal, ciclista y vehicular durante obra y operación.

c) Revestimientos y alumbrado: contrastando revestimientos, niveles de iluminación e IRC (≥80) con las cartillas y normas aplicables.

Data sensitivity - Public

d) Aprobaciones de terceros: comprobando la obtención de las aprobaciones (CAR, Ministerio de Cultura y autoridades de cultura, ANI, INVÍAS, Planeación, curadurías, Gobernación, y demás entidades Municipales involucradas), según aplique.
e) Completitud: mediante revisión documental del Documento Técnico de Soporte y verificación cruzada con las demás disciplinas.

SECCIÓN 89 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Tabla 11. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Solución de intersecciones y pasos a nivel	Inventario de cruces; determinación de la solución (paso a nivel/desnivel, vías de servicio, desvíos); evaluación de impacto operativo y de seguridad; posibilidad de nuevos cruces.	Justificación de la solución y su impacto en operación y seguridad.
Diseño de pavimento de malla vial y cruces	Dimensionamiento por vida útil ≥10 años con crecimiento de tráfico 3,5%/año; pasos a nivel en concreto armado o modulares; cruces peatonales en material no resbaloso.	Adecuación estructural y vida útil; idoneidad de plataformas de cruce.
Geometría de cruces	Compatibilidad con la guía de diseño urbano de Bogotá y con el Manual INVIAS fuera de ella; vehículos de diseño y trayectorias de giro.	Compatibilidad geométrica con vehículos de diseño; seguridad de trayectorias.
Señalización de intersecciones con barreras (SIB)	Detección de trenes; barrera cerrada al paso; interfaz con señalización vial; control de franqueo según umbral de 80 km/h; comando local; apertura automática; modos degradados.	Tiempos de cierre; control de franqueo; interfaz vial sin conflictos; seguridad en modos degradados.
Señalización de intersecciones sin barreras	Detección en acercamiento y salida; solicitud de prioridad a controladores semafóricos; apoyo al conductor; evaluación de eficiencia.	Discriminación de trenes; efectividad de la prioridad.
Planes de Manejo de Tránsito (PMT)	PMT para las intervenciones sobre la malla vial y las intersecciones durante la construcción.	Garantía de movilidad durante la obra; coherencia con la fasificación.

CAPÍTULO XX – REDES E INTERFERENCIAS CON SERVICIOS PÚBLICOS

SECCIÓN 90 – OBJETO Y ALCANCE

Data sensitivity - Public

90.1 Sin perjuicio de las disposiciones del Apéndice Técnico 22, el Concesionario deberá identificar, inventariar, diagnosticar y diseñar la protección, traslado, reposición, expansión, renovación, sustitución o repotenciación de las redes de servicios públicos e infraestructura interferida, y gestionar con los titulares las actas de competencia y la distribución de costos. Las redes incluyen, sin limitarse a: acueducto, alcantarillado y drenaje; energía y alumbrado; telecomunicaciones y fibra; gas; hidrocarburos e infraestructura crítica; y semaforización.

SECCIÓN 91 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

91.1 El Concesionario deberá identificar e inventariar las redes mediante inspección visual, consulta documental, georradar, CCTV, apiques, sondeos, hilado de ductos y levantamientos, elaborando el inventario por unidad de ejecución y tipo de red, con fichas de identificación codificadas por tipo de red y número de interferencia, y mantenerlo actualizado durante toda la vigencia contractual.

91.2 El Concesionario deberá formular, para cada interferencia y cuando sea técnicamente razonable, al menos dos alternativas de solución, con análisis comparativo (seguridad, continuidad del servicio, constructibilidad, plazo, costo, predios, permisos, operación, mantenimiento y vida útil), para aceptación del titular, y diseñar la solución seleccionada conforme a las especificaciones de cada titular.

91.3 Los diseños deberán contar con las aprobaciones, radicados, consecutivos o identificadores exigidos por cada Titular de Red, cuando resulten aplicables. La gestión y obtención de los números de aprobación de los diseños y de récord de obra ante los titulares es responsabilidad del Concesionario.

91.4 Ninguna obra de redes podrá iniciarse sin los diseños aprobados o aceptados por el titular competente, la No Objeción de la Interventoría y las autorizaciones exigidas. Los planes de manejo y traslado de redes (PMTR) podrán organizarse por titular de red y por tramo funcional; su aprobación es requisito para la ejecución de las intervenciones correspondientes y no sustituye la aprobación de los diseños ni las autorizaciones de los titulares.

SECCIÓN 92 – ESTUDIOS Y DISEÑOS A ENTREGAR

92.1 El Concesionario entregará, por unidad de ejecución y tipo de red:

Data sensitivity - Public

a) Inventario y diagnóstico georreferenciado con fichas de identificación.
b) Estudio de alternativas de solución por interferencia.
c) Diseños de detalle por tipo de red, con procedimiento constructivo, plan de pruebas y ensayos —incluidos los exigidos por los titulares de red para el recibo de las obras— y plan de contingencia.
d) Actas de competencia suscritas y matriz de responsabilidades y costos.
e) Planos récord y actualización del inventario, a la terminación de las obras de cada red, con el número de récord asignado por el titular.

SECCIÓN 93 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS

82.1 Los estudios deberán demostrar la completitud del inventario y la identificación de redes ocultas o descubiertas en obra; el análisis integral de la interacción con el diseño geométrico, las estructuras, el deprimido, el drenaje y los cuerpos de agua; la comparación de alternativas; y la continuidad del servicio y los planes de contingencia.

SECCIÓN 94 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

94.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:
a) Inventario y detección: verificando la completitud del inventario georreferenciado y de las campañas de detección, y la identificación de las redes ocultas o descubiertas en obra.
b) Alternativas e interferencias: revisando el análisis comparativo de alternativas por interferencia y su compatibilidad con el diseño geométrico, las estructuras, el tramo deprimido y el drenaje.
c) Continuidad del servicio: verificando los procedimientos constructivos, los planes de pruebas, de maniobras y de empates y los planes de contingencia.
d) Aprobaciones de terceros: comprobando la obtención de las aprobaciones (CAR, Ministerio de Cultura y autoridades de cultura, ANI, INVÍAS, Planeación, curadurías, Gobernación y demás entidades municipales) y, en particular, de las aprobaciones o aceptaciones de las empresas de servicios públicos titulares de las redes afectadas).
e) Completitud: mediante revisión documental del Documento Técnico de Soporte y verificación cruzada con las demás disciplinas.

Data sensitivity - Public

SECCIÓN 95 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Tabla 12. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Inventario y diagnóstico de redes	Identificación por inspección, georradar, CCTV, apiques, sondeos e hilado de ductos; fichas codificadas por tipo de red y número de interferencia; estado, material, diámetro/capacidad, profundidad, titularidad y servidumbres.	Completitud y trazabilidad del inventario; identificación de redes ocultas o descubiertas en obra.
Estudio de alternativas por interferencia	Al menos dos alternativas por interferencia (cuando sea razonable), con análisis comparativo (seguridad, continuidad, constructibilidad, plazo, costo, predios, permisos, operación, mantenimiento y vida útil).	Suficiencia del análisis de alternativas; aceptación por el titular.
Diseño de detalle por tipo de red	Protección, traslado, reposición o sustitución conforme a las especificaciones del titular; procedimiento constructivo, plan de pruebas y plan de contingencia.	Cumplimiento de especificaciones del titular; continuidad del servicio y contingencias.
Actas de competencia y matriz de costos	Actas de competencia suscritas; matriz de responsabilidades y costos con titulares/operadores.	Existencia de actas; claridad de responsabilidades y costos.
Planos récord y As-Built de redes	Planos récord y actualización del inventario tras la intervención.	Consistencia con lo ejecutado y con el As-Built.

CAPÍTULO XXI – SISTEMAS FERROVIARIOS

SECCIÓN 96 – OBJETO Y ALCANCE

96.1 El Concesionario deberá desarrollar los Estudios y Diseños de Detalle de los sistemas ferroviarios y de su integración: energía de tracción, subestaciones y catenaria; señalización y control de trenes; telecomunicaciones; Centro de Control Operacional; recaudo; ciberseguridad; puertas de andén y seguridad en estación; y servicios auxiliares.

SECCIÓN 97 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

97.1 Energía de tracción, subestaciones y línea aérea de tracción eléctrica (LATE): el Concesionario deberá definir su estrategia de suministro de alta tensión, y diseñar la alimentación, las subestaciones de tracción (SER), la catenaria 1.500 V CC, el retorno de corriente, la

puesta a tierra y las protecciones conforme a EN 50119, EN 50122, EN 50163, EN 50121 y EN 50118, y a la publicación UTE C 18-510, con estudios de capacidad, cortocircuito, caída de tensión, corrientes vagabundas y regeneración de energía, comprobados mediante simulación.

97.2 El Concesionario deberá ubicar las SER según, por orden de prioridad, el funcionamiento en modos normal y degradado, la concentración de funciones en un mismo local (tracción, baja tensión de estación y de talleres, señalización) y el equilibrado de cargas entre subestaciones vecinas con reservas de carga; y diseñar la LATE con cantones compensados en ambos extremos, simulación dinámica del comportamiento de captación (pantógrafo-catenaria), detección de ruptura, protocolo de seguridad, puesta a tierra y protección contra rayos, con los cables asociados enterrados.

97.3 Señalización y control: el Concesionario deberá diseñar la señalización, los enclavamientos, la detección de tren y la protección automática con demostración del ciclo de seguridad conforme a EN 50126, EN 50128, EN 50129 y EN 50159 y la asignación de SIL. El modo de conducción base será la marcha a vista; en los tramos con velocidad igual o superior a 70 km/h se deberá implementar un sistema de protección basado en el cantonamiento y en el control automático de la marcha (ATP), con control de velocidad puntual o continuo (a propuesta justificada del Concesionario y sujeta a No Objeción) y un sistema de vigilancia; el PMC deberá supervisar en tiempo real y diferido la posición de los trenes y el estado de la señalización.

97.4 Telecomunicaciones: diseño del backbone de fibra, radiocomunicación, información al pasajero, megafonía, CCTV y gestión de red. Centro de Control Operacional (CCO/OCC): diseño de la supervisión y mando (SCADA), la alimentación de alta disponibilidad y la integración con los demás sistemas.

97.5 Ciberseguridad y seguridad en estación: diseño de la ciberseguridad IT/OT conforme a ISO 27001 e IEC 62443 con pruebas de intrusión previas a la puesta en servicio; y de los sistemas de seguridad, detección y evacuación conforme a NFPA 130. Aunque el alcance del concesionario no incluye el Recaudo, este si deberá diseñar el sistema, para definir en donde estarán ubicados los puntos necesarios para la futura implantación de recaudo.

Data sensitivity - Public

97.6 Puertas de andén (PSD): el Concesionario deberá diseñar puertas de andén de altura completa, integradas estructural y estéticamente a la estación, como sistema de control de evasión, garantizando el alineamiento y la apertura sincronizada con las puertas del tren (las PSD más largas que las del tren), la gestión del cierre en modos degradados y el tratamiento del vandalismo. Deberán cumplir, como mínimo:

a) Tiempos de movimiento: apertura 2,5 s ± 0,1 s y cierre 3,0 s ± 0,1 s.
b) Presión admisible de ± 600 Pa sobre la fachada; 300.000 ciclos por año y un máximo de 56 ciclos por hora.
c) Resistencia a un empuje de pasajeros de 750 N/m lineal a 1,2 m del suelo y a un esfuerzo localizado de 500 N sobre 20 cm².
d) Prueba de carga dinámica en fábrica sobre un prototipo, con simulación de presión/depresión de 600 Pa.

97.7 Sistemas de operación y ayuda a la explotación: el Concesionario deberá diseñar, integrados al Centro de Control Operacional y al Puesto de Mando Centralizado (PMC):

e) El Sistema de Apoyo a la Operación (SAE), que localice y siga en tiempo real la circulación de los trenes en línea, vías de acceso, talleres y cocheras; genere consignas de salida y regulación; asista en la gestión de modos degradados con escenarios alternativos; e integre un módulo embarcado y el análisis estadístico de los Indicadores de Operación y Mantenimiento.
f) La Gestión Técnica Centralizada y la gestión centralizada de la energía (SCADA).
g) Las transmisiones y redes de servicios; la radiocomunicación; la telefonía e interfonía; la videovigilancia (CCTV); la cronometría; y la gestión y control de accesos.
h) La detección y protección contra incendio de las instalaciones.

SECCIÓN 98 – ESTUDIOS Y DISEÑOS A ENTREGAR

98.1 El Concesionario entregará, por cada subsistema:

a) Memoria de diseño y arquitectura, con planos y esquemas.
b) Estudios de dimensionamiento y desempeño propios del subsistema.
c) Caso de seguridad y análisis RAMS del subsistema, con la asignación de niveles de integridad cuando aplique.

Data sensitivity - Public

d) Matriz de interfaces con los demás sistemas, la infraestructura y el material rodante.
e) Plan de pruebas e integración, ETP y cantidades.

SECCIÓN 99 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS

99.1 Los estudios deberán demostrar el cumplimiento de los requisitos de desempeño y dimensionamiento; el ciclo de seguridad y la trazabilidad de requisitos hasta la verificación, con los niveles de integridad exigidos; la resolución de interfaces entre subsistemas y con la infraestructura, la vía y el material rodante; y la disponibilidad, mantenibilidad y comportamiento en modos degradados.

SECCIÓN 100 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

100.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) Casos de seguridad: auditando la trazabilidad de requisitos hasta su verificación y la asignación de niveles de integridad (SIL 4), conforme a las EN aplicables.
b) Dimensionamiento: reproduciendo por muestreo las simulaciones y cálculos críticos (energía: capacidad, cortocircuito, caída de tensión, corrientes vagabundas; catenaria: captación; telecom: capacidad/latencia).
c) Interfaces: comprobando la resolución de las interfaces entre subsistemas y con la infraestructura, la vía y el material rodante mediante las matrices de interfaz.
d) Integración y modos degradados: verificando la disponibilidad, mantenibilidad y comportamiento en modos degradados y la coherencia del plan de pruebas e integración.
e) PSD: verificando el cumplimiento de los desempeños (tiempos, presión, ciclos) y resistencias mediante los protocolos y la prueba dinámica de fábrica.
f) Consistencia: mediante verificación cruzada entre arquitectura, planos, cantidades y modelo.

SECCIÓN 101 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Tabla 13. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Data sensitivity - Public

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Energía de tracción y subestaciones (SER)	Estrategia de suministro MT/AT; dimensionamiento eléctrico comprobado por simulación; ubicación de SER; capacidad, cortocircuito, caída de tensión, corrientes vagabundas y regeneración (EN 50119/50122/50163/50121).	Dimensionamiento y simulación; ubicación de SER; corrientes vagabundas y regeneración.
Línea aérea de tracción eléctrica (LATE/catenaria)	Catenaria 1.500 V CC; cantones compensados en ambos extremos; simulación dinámica de captación pantógrafo-catenaria; detección de ruptura; puesta a tierra y protección contra rayos (EN 50118/50122; UTE C 18-510).	Simulación de captación; compensación de cantones; puesta a tierra y protecciones.
Señalización, enclavamientos y ATP	Marcha a vista; señalización de maniobra; cantonamiento y ATP en tramos ≥70 km/h; control de velocidad puntual/continuo; ciclo de seguridad y SIL (EN 50126/50128/50129/50159).	Ciclo de seguridad y SIL; idoneidad del ATP y del cantonamiento; interfaz con vía y material rodante.
Telecomunicaciones	Backbone de fibra, radiocomunicación, megafonía, CCTV y gestión de red; capacidad y latencia.	Capacidad, latencia y disponibilidad; integración con los demás sistemas.
Centro de Control Operacional (CCO/OCC) y PMC	Supervisión y mando (SCADA); alimentación de alta disponibilidad; puestos de operación; integración con energía, señalización, telecom, recaudo y ciberseguridad.	Disponibilidad y ergonomía (IHM); integración de subsistemas; modos degradados.
Sistema de Apoyo a la Operación (SAE)	Localización y seguimiento de trenes en tiempo real (línea, accesos, talleres); consignas de salida/regulación; apoyo en perturbaciones; módulo embarcado; análisis estadístico de indicadores.	Seguimiento en tiempo real; apoyo a modos degradados; medición de indicadores de O&M.
Recaudo y billetaje (interfaces y previsiones)	Interfaz con el CCO y demás sistemas acarga del Concesionario.	Arquitectura e interfaces
Ciberseguridad IT/OT	Segmentación IT/OT; cumplimiento ISO 27001 e IEC 62443; pruebas de intrusión previas a la puesta en servicio.	Segmentación y cumplimiento normativo; resultados de pruebas de intrusión.
Puertas de andén (PSD)	Altura completa; interfaz y sincronización con material rodante; desempeños (apertura 2,5 s/cierre 3,0 s, ±600 Pa, 300.000 ciclos/año, 56/h); resistencias (750 N/m; 500 N/20 cm²); prueba dinámica en fábrica.	Sincronización y modos degradados; cumplimiento de desempeños y resistencias; prueba de fábrica.
Sistemas de operación auxiliares	Transmisiones/redes, radio, telefonía/interfonía, cronometría, control de accesos y detección/protección contra incendio.	Cobertura, disponibilidad e integración con la operación.

Data sensitivity - Public

CAPÍTULO XXII – INFORMACIÓN AL PASAJERO (SIP)

SECCIÓN 102 – OBJETO Y ALCANCE

102.1 El Concesionario deberá desarrollar los Estudios y Diseños de Detalle del Sistema de Información al Pasajero, en estaciones, en el material rodante y a distancia, integrado con los demás sistemas y con la operación.

SECCIÓN 103 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

103.1 El Sistema de Información al Pasajero deberá componerse, como mínimo, de cuatro sub-sistemas: información fija; información dinámica visual; información acústica; e información a distancia (portal en internet y plataforma telefónica).

103.2 La información fija deberá contener, como mínimo, la observación (plano de la red y de barrio), la identificación (nombre de la parada, línea, sentido y destino), el uso (modo de empleo, tarificación, horarios y reglamento) y la información de conexión con otros modos de transporte; en el material rodante deberá incluir el diagrama de la línea, los transbordos y la información de seguridad.

103.3 La información dinámica visual y acústica deberá informar en tiempo real del servicio y de las situaciones perturbadas, coordinada con el SAE y con el Centro de Control; el nombre de la estación deberá ser visible desde cualquier punto de un tren detenido.

103.4 El Concesionario deberá diseñar los subsistemas con capacidad de evolución para el plazo de la concesión sin rediseño ni cambio de subsistema, previendo el dimensionamiento, el cableado y la predisposición necesarios.

SECCIÓN 104 – ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA ENTREGAR

104.1 El Concesionario entregará la memoria de diseño y arquitectura del SIP, sus planos y esquemas, la definición de equipos y su implantación en estaciones y material rodante, la interfaz con el SAE y el Centro de Control, y el plan de pruebas, ETP y cantidades.

SECCIÓN 105 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS

Data sensitivity - Public

105.1 Los estudios deberán demostrar la cobertura y legibilidad de la información en situación normal y perturbada, la coordinación con el SAE y el Centro de Control, y la capacidad de evolución sin rediseño.

SECCIÓN 106 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

106.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) Completitud: revisando que estén los cuatro subsistemas (fija, dinámica visual, acústica y a distancia) y su cobertura.
b) Coordinación: comprobando la integración con el SAE y el Centro de Control mediante revisión de interfaces y pruebas.
c) Legibilidad: verificando la visibilidad del nombre de estación desde el tren y la legibilidad y audibilidad de la información en situación normal y perturbada.
d) Escalabilidad: revisando el dimensionamiento, cableado y predisposición para la evolución sin rediseño.

SECCIÓN 107 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Tabla 14. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	**Contenido y análisis mínimo**	**Aspectos que evaluará la Interventoría**
Información fija	Observación (planos de red y barrio), identificación (parada, línea, sentido, destino), uso (tarificación, horarios, reglamento) y conexión con otros modos; en material rodante, diagrama de línea, transbordos y seguridad.	Completitud y legibilidad; visibilidad del nombre de estación desde el tren; guiado a otros modos.
Información dinámica visual y acústica	Información en tiempo real del servicio y de situaciones perturbadas, coordinada con el SAE y el CCO.	Coordinación con SAE/CCO; legibilidad y audibilidad en situación normal y perturbada.
Información a distancia y escalabilidad	Portal en internet y plataforma telefónica; dimensionamiento, cableado y predisposición para evolución sin rediseño.	Cobertura del canal a distancia; capacidad de evolución sin cambio de subsistema.

CAPÍTULO XXIII – MATERIAL RODANTE E INTERFACES

SECCIÓN 108 – OBJETO Y ALCANCE

Data sensitivity - Public

108.1 El Concesionario deberá proponer la configuración del material rodante y acreditar, mediante los estudios y diseños correspondientes, que dicha configuración cumple los objetivos funcionales y operacionales del Proyecto y es compatible con la infraestructura y los sistemas, conforme al Apéndice de Material Rodante y los demás Apéndices del contrato.

108.2 La configuración del material rodante es propuesta por el Concesionario y se somete a No Objeción de la Interventoría. Ninguna adquisición, fabricación o montaje del material rodante podrá iniciarse sin la No Objeción de la configuración y de los estudios que demuestran el cumplimiento de los objetivos funcionales y operacionales.

SECCIÓN 109 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

109.1 El Concesionario deberá desarrollar los estudios de compatibilidad de gálibo; interfaz rueda-carril; interfaz andén-tren (altura y separación); interfaz de energía (catenaria y retorno); interfaz de señalización y control; y compatibilidad electromagnética, y verificar el cumplimiento de las normas de choque aplicables y de comportamiento al fuego (EN 15227 y EN 45545) en cuanto afecten las interfaces con la infraestructura y las estaciones.

109.2 El material rodante deberá acreditar parámetros de desempeño compatibles con el dimensionamiento de la infraestructura, los sistemas ferroviarios y el Plan de Operación del Proyecto, incluyendo, entre otros, capacidad de transporte, aceleración, desaceleración, velocidad máxima, tiempos de intercambio de pasajeros, disponibilidad, características de frenado, consumo energético y demás parámetros que condicionen el diseño y la operación del sistema ferroviario.

SECCIÓN 110 – PRESENTACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DEL MATERIAL RODANTE

110.1 Sin perjuicio de lo establecido en el Apéndice Técnico 15, el Concesionario deberá presentar una Memoria de Configuración del Material Rodante que defina y justifique la solución propuesta y que contenga, como mínimo:

a) Tipo y arquitectura del vehículo, con la justificación de su elección frente a los objetivos del Proyecto.

Data sensitivity - Public

b) Composición del tren: número de unidades y módulos, cabinas, número y ubicación de puertas por costado.
c) Capacidad: número de pasajeros sentados y de pie, densidad de diseño (pasajeros por m²) y su justificación, y capacidad resultante por tren.
d) Dimensiones (longitud, anchura y altura), masa por eje y masa total en las condiciones de carga, y compatibilidad con el gálibo y con andenes.
e) Sistema de tracción y de freno; alimentación a 1.500 V CC y captación (pantógrafo); freno regenerativo y su coordinación con la energía.
f) Prestaciones dinámicas (velocidad máxima y de servicio, aceleración, frenado y jerk), radio mínimo inscribible y rampa máxima franqueable, coherentes con el trazado (ancho 1.435 mm, pendiente gobernante 5%, velocidad ≥80 km/h).
g) Accesibilidad universal: piso bajo o solución equivalente, relación con la altura de andén, plazas y espacios para PMR, y sistemas de información a bordo.
h) Confort: climatización, niveles de ruido interior y de vibraciones, y disposición interior.
i) Interfaces embarcadas: andén-tren y puertas (coordinación con PSD), energía, señalización y ATP embarcado, y comunicaciones.
j) Fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (RAM), plan de mantenimiento y su interfaz con el patio-taller.
k) Seguridad: comportamiento ante choque (EN 15227), comportamiento al fuego (EN 45545) y condiciones de evacuación.
l) Marco normativo y esquema de homologación aplicable.

SECCIÓN 111 – ESTUDIOS Y DISEÑOS A ENTREGAR

111.1 El Concesionario entregará: la Memoria de Configuración del Material Rodante; el estudio de adecuación funcional y operacional y simulación de la explotación; el dimensionamiento de la flota; los informes y matrices de interfaz con la infraestructura y los sistemas; los casos de seguridad y RAM aplicables; y las actas de verificación coordinadas con las demás disciplinas.

SECCIÓN 112 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS

Data sensitivity - Public

112.1 Los estudios deberán demostrar la compatibilidad en todas las interfaces; el cumplimiento de las normas de choque aplicables y fuego; y que la configuración propuesta satisface la demanda, la capacidad, la frecuencia, la velocidad comercial y los demás Indicadores de Desempeño, con la flota y las reservas dimensionadas y con coherencia con la energía, las estaciones, los sistemas y el patio-taller.

SECCIÓN 113 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

113.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) Configuración: revisando la Memoria de Configuración y verificando que la solución propuesta esté completa y justificada frente a los objetivos del Proyecto.
b) Capacidad y demanda: recalculando el contraste capacidad ofertada frente a demanda de diseño para los años horizonte.
c) Explotación: reproduciendo la simulación de la marcha tipo (tiempos de recorrido, velocidad comercial, dwell, headway) con las hipótesis y los modelos entregados.
d) Flota: verificando el dimensionamiento de trenes en servicio, reserva y mantenimiento y su coherencia con el patio-taller y la disponibilidad exigida.
e) Interfaces: comprobando la compatibilidad en cada interfaz (gálibo, rueda-carril, andén-tren, energía, señalización, EMC) mediante las matrices y actas de interfaz, y el cumplimiento de choque y fuego.
f) Coherencia: mediante verificación cruzada con los diseños de energía, estaciones, sistemas y patio-taller.

SECCIÓN 114 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Tabla 15. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Memoria de Configuración del Material Rodante	Tipo y arquitectura del vehículo; composición y puertas; capacidad y densidad de diseño; dimensiones, masa por eje y gálibo; tracción, freno y alimentación 1.500 V CC; prestaciones (velocidad, aceleración, frenado, jerk), radio mínimo y rampa; accesibilidad y confort;	Completitud y justificación de la configuración frente a los objetivos; compatibilidad con gálibo y andenes de 100 m; coherencia de prestaciones con el trazado.

Data sensitivity - Public

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
	interfaces embarcadas; RAM y mantenimiento; seguridad (choque/fuego) y homologación.	
Estudio de adecuación funcional y operacional	Estudio de capacidad y demanda, hora pico, valle y fines de semana; simulación de la explotación (marcha tipo, velocidad comercial, dwell, headway); dimensionamiento de la flota (servicio, reserva y mantenimiento); verificación de los Indicadores de Desempeño; modos degradados; modelos nativos reproducibles.	Capacidad ofertada vs demanda; reproducibilidad de la simulación de explotación; flota y reservas; cumplimiento de los Indicadores de Desempeño; coherencia con energía, estaciones, sistemas y patio-taller.
Interfaces con la infraestructura y los sistemas	Compatibilidad de gálibo, rueda-carril, andén-tren, energía (catenaria/retorno), señalización/control y compatibilidad electromagnética; matrices y actas de interfaz.	Demostración de compatibilidad en cada interfaz; coherencia con infraestructura, vía y sistemas.
Desempeños y seguridad	Aceleraciones (1,1/0,6/0,5 m/s²), frenado de servicio (1,3/1,0 m/s²) y de emergencia (2,8 m/s²), jerk y tiempo de respuesta; choque y fuego (EN 15227/EN 45545); eficiencia energética.	Coherencia de desempeños con el dimensionamiento de la infraestructura; cumplimiento de choque y fuego.

CAPÍTULO XXIV – PATIO-TALLER Y EDIFICACIONES

SECCIÓN 115 – OBJETO Y ALCANCE

115.1 El Concesionario deberá desarrollar los Estudios y Diseños de Detalle de los patio-taller y de las edificaciones, integrando la vía, los sistemas, las instalaciones industriales, la urbanización perimetral, los cerramientos, los accesos y la seguridad.

SECCIÓN 116 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

116.1 El Concesionario deberá diseñar el patio-taller (playas, talleres, instalaciones de mantenimiento, lavado, repostaje de arena, fosos y equipos) coordinado con la operación y el mantenimiento del material rodante; las edificaciones y sus instalaciones (MEP), con protección contra incendio conforme a NFPA 130, accesibilidad y eficiencia energética; y el urbanismo perimetral, cerramientos, redes internas y acometidas, accesos, paisajismo y manejo de aguas.

Data sensitivity - Public

SECCIÓN 117 – ESTUDIOS Y DISEÑOS A ENTREGAR

117.1 El Concesionario entregará las memorias y planos de arquitectura, estructura e instalaciones del patio-taller y edificaciones, los diseños de vía e instalaciones industriales, las ETP y las cantidades.

SECCIÓN 118 – ANÁLISIS Y VERIFICACIONES EXIGIDAS

118.1 Los estudios deberán demostrar la funcionalidad para la operación y el mantenimiento, el cumplimiento de la protección contra incendio y la accesibilidad, y la coordinación de la vía, los sistemas y las instalaciones.

SECCIÓN 119 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

119.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) Funcionalidad: revisando los diseños funcionales del patio-taller y la circulabilidad interna frente a los procesos de operación y mantenimiento.
b) Instalaciones y seguridad: verificando la protección contra incendio (NFPA 130) y la accesibilidad mediante revisión de los estudios y planos MEP.
c) Coherencia: mediante verificación cruzada de arquitectura, estructura, vía e instalaciones y con el entorno urbano.

SECCIÓN 120 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Tabla 16. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	**Contenido y análisis mínimo**	**Aspectos que evaluará la Interventoría**
Diseño funcional del patio-taller	Playas de estacionamiento, talleres, instalaciones de mantenimiento, lavado, repostaje de arena, fosos y equipos; vía e instalaciones industriales; flujos de material rodante.	Funcionalidad para operación y mantenimiento; circulabilidad interna.
Edificaciones e instalaciones	Arquitectura, estructura e instalaciones (MEP); protección contra incendio (NFPA 130); accesibilidad y eficiencia energética.	Verificación estructural e instalaciones; protección contra incendio y accesibilidad.

Data sensitivity - Public

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Urbanización perimetral y seguridad	Urbanismo perimetral, cerramientos, accesos, paisajismo y manejo de aguas; seguridad del recinto.	Integración con el entorno; seguridad y accesos.

CAPÍTULO XXV – LOCALES TÉCNICOS

SECCIÓN 121 – OBJETO Y ALCANCE

121.1 El Concesionario deberá desarrollar los Estudios y Diseños de Detalle de los locales técnicos dispuestos a lo largo de la línea, incluyendo los locales de operación, las subestaciones eléctricas y los locales de señalización.

SECCIÓN 122 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

122.1 El Concesionario deberá definir el número, la ubicación, la composición funcional y el dimensionamiento de los locales de operación, de las subestaciones eléctricas (según el dimensionamiento eléctrico) y de los locales de señalización, dentro de los predios entregados por la EFR, salvo que adquiera predios adicionales por su cuenta y riesgo.

122.2 Los equipamientos de señalización que se instalen en superficie deberán emplear materiales resistentes al vandalismo (solidez y tratamiento anti-grafiti) e integrarse en su entorno; cuando se ubiquen próximos a estaciones u otros locales podrán integrarse a dichas edificaciones, pero deberán quedar físicamente aislados del resto del edificio.

SECCIÓN 123 – ESTUDIOS Y DISEÑOS A ENTREGAR

111.1 El Concesionario entregará la definición y justificación funcional, la localización y el dimensionamiento de los locales técnicos, con sus diseños de arquitectura, estructura e instalaciones, planos, ETP y cantidades.

SECCIÓN 124 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

124.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) Justificación y dimensionamiento: revisando la justificación funcional y el dimensionamiento de cada local frente a los requisitos de los sistemas.

Data sensitivity - Public

b) Ubicación: comprobando que se ubiquen dentro de los predios entregados, mediante contraste con el inventario predial.
c) Resistencia e integración: verificando los materiales antivandalismo/antigrafiti y el aislamiento físico cuando se integren a estaciones.
d) Coherencia: mediante verificación cruzada con los sistemas y las edificaciones.

SECCIÓN 125 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Tabla 17. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Locales de operación	Número, ubicación, composición funcional y dimensionamiento; dentro de predios entregados.	Justificación funcional y dimensionamiento; ubicación en predios disponibles.
Subestaciones eléctricas (SER)	Número, instalación y dimensionamiento eléctrico coherente con la red de energía.	Coherencia con el dimensionamiento eléctrico; ubicación.
Locales de señalización	Armarios a los costados de la vía; materiales antivandalismo/antigrafiti; aislamiento físico cuando se integren a estaciones.	Resistencia e integración; aislamiento respecto de otros usos.

CAPÍTULO XXVI – ESTUDIOS TRANSVERSALES

SECCIÓN 126 – OBJETO Y ALCANCE

126.1 El Concesionario deberá desarrollar los estudios transversales de tránsito y PMT, ambiental y social, predial, arqueología y patrimonio, y gestión del riesgo de desastres, coordinados con el diseño de todas las disciplinas, conforme lo definido en los Apéndices Técnicos correspondientes de gestión de tránsito y PMT, ambiental y social, y predial,.

SECCIÓN 127 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

127.1 El Concesionario deberá elaborar los estudios de tránsito y los Planes de Manejo de Tránsito (PMT), con el análisis específico de los pasos a nivel; los estudios ambientales y sociales para licencias, permisos y planes de manejo, en correspondencia con el Apéndice Ambiental y su Anexo; los estudios prediales para la definición de afectaciones y el Límite de Intervención; los estudios de arqueología preventiva y patrimonio con su plan de manejo;

Data sensitivity - Public

y la gestión del riesgo integrada al PGRDEPP con identificación de amenazas, vulnerabilidad y medidas de mitigación.

SECCIÓN 128 – ESTUDIOS A ENTREGAR

128.1 El Concesionario entregará los estudios de tránsito y PMT; los estudios ambientales y sociales; los estudios prediales; los estudios de arqueología y patrimonio; y los estudios de gestión del riesgo, con las licencias, permisos y autorizaciones aplicables conforme lo establecido en el Contrato y sus Apendices.

SECCIÓN 129 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

129.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) Suficiencia: revisando el alcance y la metodología de cada estudio (tránsito/PMT, ambiental y social, predial, arqueología, riesgo) frente a la Ley Aplicable.
b) Licencias y permisos: comprobando la obtención de las licencias, permisos y autorizaciones aplicables ante las autoridades competentes.
c) Integración: mediante verificación cruzada de cada estudio con los diseños de las disciplinas y con la programación.

SECCIÓN 130 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Tabla 18. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Tránsito y PMT	Estudios de tránsito y Planes de Manejo de Tránsito, incluyendo la caracterización de la oferta y demanda de transporte, análisis operacional de la red vial, evaluación de intersecciones, modelación de tránsito, análisis de seguridad vial y análisis específico de la operación y seguridad de los pasos a nivel, considerando todos los actores viales y modos de transporte presentes en el área de influencia.	Cumplimiento de la normativa y lineamientos de las Autoridades Competentes; suficiencia y calidad de la información utilizada; consistencia metodológica; garantía de las condiciones de movilidad y accesibilidad para peatones, ciclistas, transporte público, carga y tráfico general; análisis de impactos sobre la red vial; condiciones de seguridad vial y ferroviaria en pasos a nivel; viabilidad de los desvíos propuestos.

Data sensitivity - Public

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Ambiental y social	Estudios para licencias y permisos; planes de manejo ambiental y social (PAGA); coordinación con el diseño.	Suficiencia; obtención de licencias/permisos; coordinación con disciplinas.
Predial	Identificación de afectaciones; definición del Límite de Intervención; gestión predial.	Definición de afectaciones; coherencia con el Apéndice de Alcance.
Arqueología y patrimonio	Arqueología preventiva y patrimonio; plan de manejo y autorizaciones.	Autorizaciones; coordinación con urbanismo y obras.
Gestión del riesgo	Caracterización de amenazas, análisis de vulnerabilidad, estimación del riesgo y definición de medidas de mitigación estructurales y no estructurales; plan de respuesta ante emergencias y contingencias; análisis de adaptación al cambio climático; integración al PGRDEPP.	Identificación de amenazas y medidas; integración al PGRDEPP.

CAPÍTULO XXVII – RAMS, INTEGRACIÓN DE SISTEMAS Y DESEMPEÑO

SECCIÓN 131 – OBJETO Y ALCANCE

131.1 El Concesionario deberá desarrollar el programa RAMS del Sistema y demostrar la integración funcional de todos los sistemas y disciplinas y el cumplimiento de los indicadores de desempeño, de acuerdo con el Apéndice Técnico 1 y 25.

SECCIÓN 132 – REQUISITOS Y CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO

132.1 El Concesionario deberá desarrollar el programa RAMS conforme a EN 50126 e ISO 15288, elaborar los casos de seguridad y las matrices de interfaz del conjunto, y acreditar el cumplimiento de los indicadores y niveles de servicio del Apéndice de Indicadores de Desempeño (capacidad, velocidad comercial, frecuencia, confort, accesibilidad y disponibilidad) y lo indicado en el Apéndice Técnico 1.

132.2 El Concesionario deberá demostrar, a nivel de sistema, la seguridad de funcionamiento, la resistencia a los modos degradados y la compensación de la indisponibilidad de los sistemas, la capacidad de evolución de los sistemas, la continuidad de las condiciones operacionales y la ergonomía de la interfaz hombre-máquina (IHM).

Data sensitivity - Public

132.3 El Concesionario deberá verificar el cumplimiento de los requisitos de confort dinámico y acústico, de amortiguación vibratoria y de limitación de las corrientes vagabundas, coordinados con los diseños de vía, energía, estructuras y material rodante.

SECCIÓN 133 – ESTUDIOS A ENTREGAR

133.1 El Concesionario entregará el programa RAMS y los casos de seguridad del conjunto, las matrices de interfaz y la demostración del cumplimiento de los indicadores de desempeño.

SECCIÓN 134 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

134.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) Trazabilidad RAMS: auditando la trazabilidad de requisitos hasta su verificación conforme a EN 50126/ISO 15288.
b) Casos de seguridad e interfaces: revisando la consistencia de los casos de seguridad y de las matrices de interfaz y el comportamiento en modos degradados.
c) Desempeño: reproduciendo por muestreo la demostración del cumplimiento de los indicadores (capacidad, velocidad comercial, frecuencia, confort, accesibilidad, disponibilidad) y verificando la limitación de corrientes vagabundas y vibraciones.

SECCIÓN 135 – CATÁLOGO DETALLADO DE ESTUDIOS Y ASPECTOS DE REVISIÓN

Tabla 19. Estudios y diseños a entregar, contenido y análisis mínimo, y aspectos que evaluará la Interventoría.

Estudio / entregable	Contenido y análisis mínimo	Aspectos que evaluará la Interventoría
Programa RAMS y casos de seguridad	Programa RAMS (EN 50126, ISO 15288); casos de seguridad del conjunto; asignación y demostración de niveles de integridad.	Trazabilidad de requisitos a verificación; consistencia de los casos de seguridad.
Integración de sistemas e interfaces	Matrices de interfaz; integración funcional de sistemas y disciplinas; modos degradados y compensación de indisponibilidad; IHM.	Resolución de interfaces; comportamiento en modos degradados; ergonomía IHM.
Desempeño del sistema	Capacidad, velocidad comercial, frecuencia, confort dinámico y acústico, accesibilidad, disponibilidad; corrientes vagabundas y vibraciones.	Cumplimiento de indicadores de desempeño; confort y limitación de molestias.

Data sensitivity - Public

CAPÍTULO XXVIII – CONSTRUCTABILIDAD, EJECUCIÓN POR FASES Y COMPATIBILIDAD CON LA OPERACIÓN

SECCIÓN 136 – OBJETO Y REQUISITOS

136.1 El Concesionario deberá demostrar la constructibilidad y estabilidad de los diseños en cada etapa temporal y permanente, y definir la fasificación de las obras compatible con la condición del Proyecto, con los Planes de Manejo de Tráfico, con la gestión de redes y con la continuidad de la operación ferroviaria y de los servicios afectados, incluidas las obras temporales y su desmontaje.

SECCIÓN 137 – ESTUDIOS A ENTREGAR Y VERIFICACIÓN

137.1 El Concesionario entregará el estudio de constructibilidad y de ejecución por fases. La Interventoría verificará la estabilidad y ejecutabilidad por etapa, la compatibilidad de la secuencia constructiva con el tráfico, las redes y la operación, y la coherencia con los diseños de las disciplinas.

CAPÍTULO XXIX – EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES de EJECUCIÓN

SECCIÓN 138 – OBJETO Y GENERALIDADES

126.1 El Concesionario es el único responsable de la ejecución de las Unidades de Ejecución conforme a los Estudios y Diseños de Detalle no objetados, a su costo y riesgo, garantizando el cumplimiento de los Indicadores de Desempeño y la durabilidad mínima especificada.

126.2 La ejecución de cada Unidad de Ejecución deberá ceñirse a las buenas prácticas de construcción, a los Estudios y Diseños de Detalle no objetados, a las especificaciones técnicas y al Plan de Obras, minimizando las interrupciones de la operación ferroviaria, del tráfico y de los servicios afectados.

126.3 Los entregables documentales asociados a la ejecución son los diseños de taller y de fabricación, los planos de construcción, los ajustes de diseño por condiciones de obra, los informes de condición inesperada y el Plan de Ejecución, sin perjuicio de los registros de calidad exigidos en este Capítulo.

Data sensitivity - Public

SECCIÓN 139 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE LA EJECUCIÓN

139.1 El Concesionario deberá cumplir, en la ejecución de cada Unidad de Ejecución, como mínimo:

a) Campamentos e instalaciones: localización, licencias, servicios, manejo ambiental y de residuos, y desmantelamiento y restitución de áreas.
b) Señalización y movilización del personal y equipos de obra, y Planes de Manejo de Tráfico durante la construcción.
c) Movilización y desmovilización de insumos, equipos y maquinaria.
d) Localización topográfica y replanteo: comisiones topográficas con equipos de alta precisión, materialización de ejes y referencias (mojones y BM), y control permanente de medidas y niveles durante la construcción, en concordancia con los diseños.
e) Gestión de materiales y fuentes: suministro, acopio, control de calidad y trazabilidad de los materiales conforme a la caracterización aprobada.
f) Manejo ambiental, social, predial, arqueológico y de seguridad y salud en el trabajo durante la obra mediante la implementación y seguimiento del PAGA.

SECCIÓN 140 – VERIFICACIONES, ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD Y CONTROL

140.1 El Concesionario deberá implementar un Plan de Aseguramiento de la Calidad para la ejecución, en el marco de su Sistema de Gestión de Calidad y sin perjuicio de la certificación exigida en el Apéndice Técnico aplicable, con los planes de inspección y ensayo (PIE/ITP), los puntos de control y de detención, los criterios de aceptación y rechazo, y la trazabilidad de materiales y ensayos.

128.1 El Concesionario deberá verificar la conformidad de las Unidades de Ejecución en curso con los Estudios y Diseños de Detalle no objetados (geometría, materiales, tolerancias y desempeño), y documentar las no conformidades y sus acciones correctivas.

128.2 El Concesionario deberá establecer la medición y el control de la ejecución (avance, cantidades, calidad y cumplimiento del cronograma), y entregar los soportes que permitan a

Data sensitivity - Public

la Interventoría verificar la ejecución y su correspondencia con lo diseñado y con el Plan de Obras.

SECCIÓN 141 – ASPECTOS QUE EVALUARÁ LA INTERVENTORÍA

141.1 La Interventoría comprobará, con los métodos del Capítulo de evaluación:

a) Correspondencia con el diseño: verificando en obra que la ejecución corresponda con los diseños no objetados (geometría, materiales, tolerancias) mediante inspección y medición por muestreo.
b) Aseguramiento de la calidad: comprobando la operatividad del Plan de Aseguramiento de la Calidad y de los PIE/ITP y testificando los puntos de control y de detención.
c) Trazabilidad de materiales: auditando la trazabilidad y los ensayos de materiales y exigiendo certificados y cadena de custodia.
d) No conformidades: revisando el registro y el cierre de no conformidades y sus acciones correctivas.
e) Avance y cumplimiento ambiental: contrastando el avance ejecutado con el Plan de Obras y verificando el cumplimiento de los programas y medidas de manejo ambiental y social del PAGA.

CAPÍTULO XXX – ACEPTACIÓN, PROPIEDAD Y ENTREGA DE LOS ESTUDIOS

SECCIÓN 142 – CRITERIOS DE ACEPTACIÓN GENERALES

142.1 La aceptación de los Estudios y Diseños se otorgará cuando, además de los criterios específicos de cada disciplina, se acredite: la suficiencia y representatividad de los estudios básicos; la trazabilidad desde los datos hasta los diseños, planos y cantidades; el cumplimiento de estados límite, factores de seguridad y criterios de desempeño; la compatibilidad de interfaces; la constructibilidad; y la completitud documental y del modelo BIM.

SECCIÓN 143 – PROPIEDAD, AS-BUILT Y ENTREGA

143.1 El Concesionario entregará toda la documentación técnica, los planos y los modelos BIM de acuerdo con el Apéndice Técnico 3, el inventario de activos y los manuales de inspección

Data sensitivity - Public

y mantenimiento, en formatos nativos y editables, con la trazabilidad completa, e integrará el resultado del monitoreo o la transferencia de la instrumentación permanente. Los planos récord y la información de redes se entregarán, además, en los formatos y sistemas de información exigidos por cada titular (entre otros, el SIGCAD de la EAAB-ESP), con los números de aprobación y de récord correspondientes. La propiedad y las condiciones de entrega se regirán por el Contrato.

SECCIÓN 144 – RESPONSABILIDADES Y COSTOS

144.1 Salvo disposición expresa en contrario del Contrato, serán por cuenta y riesgo del Concesionario todos los estudios, exploraciones, ensayos, diseños, verificaciones, permisos, accesos, modelaciones, instrumentación, entregables y actualizaciones necesarios para cumplir este Apéndice. La ampliación de estudios o la modificación de soluciones por insuficiencia de información, variabilidad de condiciones, incompatibilidad o incumplimiento de desempeño no dará lugar a reconocimiento adicional cuando corresponda a riesgos del Concesionario.

Data sensitivity - Public