ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CORREDORES FÉRREOS

ET-13: CENTROS INTERMODALES, URBANISMO Y ESTUDIOS DE PATRIMONIO

BOGOTÁ D. C., SEPTIEMBRE DE 2025

Contenido

1 INTRODUCCIÓN 3
1.1 Definiciones 3
1.2 Objetivos 3
2 NORMATIVIDAD 4
2.1 DISEÑO DE CENTROS DE TRANSFERENCIA DE CARGA O ESTACIONES DE PASAJEROS 4
2.2 DISEÑO DE ESPACIO PÚBLICO 5
3 ALCANCE 6
3.1 ALCANCE CENTROS DE TRANSFERENCIA DE CARGA 6
3.2 ALCANCE DISEÑO DE ESTACIONES DE PASAJEROS 7
3.3 ALCANCE DISEÑO URBANO Y DE ESPACIO PÚBLICO 9
3.3.1 Área de influencia indirecta o Áreas de estudio: 10
3.3.2 Polígono de intervención o Área de influencia directa: 10
3.4 ETAPA DE DEBIDA DILIGENCIA 11
3.4.1 Proyectos de transporte e infraestructura vial 12
3.5 ETAPA DE FACTIBILIDAD – CENTROS DE TRANSFERENCIA DE CARGA 12
3.6 ETAPA DE FACTIBILIDAD – ESTACIONES DE PASAJEROS 14
3.6.1 Lineamientos generales 14
3.6.2 Diseño Estético Conceptual 15
3.6.3 Diseño Funcional y Operacional 17
3.6.4 Elementos electromecánicos de transporte 26
3.6.5 Sistema de ventilación 27
3.6.6 Sistema de protección contra incendios 27
3.6.7 Alumbrado 28
3.6.8 Integración de las instalaciones 30
3.6.9 Climatología, hidrología y drenaje 31
3.6.10 Estructuras 31
3.6.11 Instalaciones no ferroviarias 31
3.6.12 Estudio de evacuación 31
3.6.13 Señalética 32

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

4 PRODUCTOS 33

4.1 ETAPA DE DEBIDA DILIGENCIA 33

4.2 ETAPA DE FACTIBILIDAD TÉCNICA – CENTROS DE TRANSFERENCIA DE CARGA 33

4.3 ETAPA DE FACTIBILIDAD TÉCNICA – ESTACIONES DE PASAJEROS .. 35

4.3.1 Diseño Estético Conceptual (para la estación típica) 35

4.3.2 Diseño Funcional – Operacional (para todas las estaciones) 35

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Definiciones

Centros intermodales: Corresponde a los nodos/paradas del corredor del proyecto ferroviario en los cuales se podrá realizar conexiones con otros servicios y modos tanto para el servicio de transporte de pasajeros como para el servicio de transporte carga. Dentro de este término se encuentran las Estaciones de pasajeros y Los Centros de transferencia de carga (CTC).

Centros de transferencia de carga (CTC): Se refiere a las paradas de los servicios de transporte de carga en los cuales se realizarán las actividades de transferencia de carga del Proyecto desde y hacia otros servicios férreo u otros modos de transporte, como carretero, fluvial o marítimo, sea mediante trasferencia directa o mediante actividades logísticas intermedias de consolidación, desconsolidación o almacenamiento y las área respectivas o infraestructuras conexas para realizar actividad de reclasificación de carga para la operación de la línea Dentro de los CTCs se incluyen también las áreas requeridas para realizar estas actividades de transferencia. o conexión en los terminales portuarios, en caso de que aplique.

Los CTCs pueden plantearse para incluir áreas de servicios logísticos o industriales complementarios, áreas operacionales del corredor como vías de reclasificación, zonas de patios o talleres.

Estaciones de pasajeros: Se refiere a las paradas de los servicios de transporte público de pasajeros en los cuales se realizarán las transferencias de usuarios del Proyecto desde y hacia otros modos y servicios de transporte mediante infraestructura dedicada que permita una conexión eficiente y cómoda. Las estaciones deberán asegurar infraestructura y soluciones de conexión, según se requiera, con otros servicios de transporte férreo de pasajeros y con los modos peatonal, bicicleta, transporte público, taxi y transporte privado.

Los Estaciones de pasajeros deberán plantearse para incluir, adicional a las áreas técnicas y operativas requeridas para su correcto funcionamiento, áreas de servicios comerciales e institucionales complementarios.

MEP: Instalaciones se elementos electromecánicos, de energía y plomería de una edificación.

1.2 Objetivos

Los objetivos que se deben cumplir para desarrollo de este Producto corresponden a:

Diseños de Centros intermodales

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

-Definir la ubicación y realizar a nivel de factibilidad los estudios y diseños de los Centros Intermodales del corredor (correspondiente a los Centros transferencia de carga y las Estaciones de Pasajeros), de forma integrada y articulada con los estudios y diseños de los demás componentes del Proyecto. Los estudios y diseños deben incluir los componentes arquitectónicos, funcionales, de instalaciones, de sistemas y de equipos de los Centros intermodales.

Diseño de Espacio público

-Realizar los análisis, estudios y diseños a nivel de factibilidad del espacio público requerido para la inserción de la infraestructura del Proyecto en el Área de influencia directa para: los Centros transferencia de carga, Estaciones de Pasajeros, patios y talleres, centros de control operacional y pasos a nivel o desnivel del Proyecto.

Estudios de Patrimonio

-Realizar un diagnóstico y un proyecto de diseño a los Bienes de Interés Cultural del orden nacional, departamental, distrital o municipal que se encuentren en el corredor, con el fin de plantear una propuestas técnica, arquitectónica y económica de aprovechamiento e integración con el proyecto, en el marco de la normatividad aplicable para su intervención.

2 NORMATIVIDAD

Para la elaboración de los diseños de factibilidad se deben utilizar todas las normas vigentes de aplicación, tanto nacional como internacional, instrucciones, recomendaciones y pliegos oficiales vigentes en la República de Colombia, así como la normativa local en materia urbanística y medioambiental y las directrices vigentes sobre la ordenación y contenido de los proyectos, así como las instrucciones que dicte el Revisor Técnico o Interventor cuando no existan otras referencias sobre el tema. El seguimiento de la normatividad es solo una guía general y no exime al Consultor de la responsabilidad legal que tiene sobre la calidad de los estudios y diseños, por lo que debe profundizar, ampliar y cubrir todo aspecto técnico no contenido en ella.

Sin limitarse a estas se debe considerar la normativa aplicable para el diseño de las estaciones siguiente:

2.1 DISEÑO DE CENTROS DE TRANSFERENCIA DE CARGA O ESTACIONES DE PASAJEROS

• NFPA-130: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems. National Fire Protection Association.

• NFPA-101: National Fire Protection Association 101, Life Safety Code

• Normas UIC - International Union of Railways.

• Eurocodes. CEN. European Committee for Standarization.

• Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10 (2010), correspondiente a la segunda actualización, expedida por medio del Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, que adopta el Reglamento de Construcciones Sismo-Resistentes o la norma vigente en caso de actualización.

• Normativa urbanística de aplicación de los municipios que atraviesa el sistema férreo a diseñar, incluyendo sus Planes de Ordenamiento Territorial vigentes al momento de realizar los diseños.

• Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.

• Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP

• Normas Técnicas Colombianas (NTC), entre las cuales se destacan, sin limitarse a estas:

- NTC 6047 – Accesibilidad al Medio Físico.

- NTC 414 Accesibilidad a Edificios y Espacios Urbanos.

- NTC 5183 Ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores

- NTC 4139 - Por el cual se reglamenta la accesibilidad a los modos de transporte a la población en general y en especial de las personas con discapacidad.

• Ley 361 de 1997 - Por la cual se establecen mecanismos de integración social de las personas en situación de discapacidad y se dictan otras disposiciones.

2.2 DISEÑO DE ESPACIO PÚBLICO

- Manual de Señalización Vial Colombia.
- Manueles diseños y construcción de espacio público y señalización existentes en los entes territoriales del corredor del Proyecto.
- Ley 1618 de 2013 "Por medio de la cual se establecen las disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad"
- NTC 4142/1997. Accesibilidad de las personas al medio físico. Símbolo de ceguera y baja visión.
- NTC 4141/1997. Accesibilidad de las personas al medio físico. Símbolo de sordera e hipoacusia o dificultad de comunicación.
- NTC 4695/1999, Accesibilidad de las personas al medio físico, señalización para tránsito peatonal en el espacio público urbano.

- NTC 4902/2000. Accesibilidad de las personas al medio físico, cruces peatonales a nivel, señalización sonora para semáforos peatonales.
- NTC 4144/2005. Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, espacios urbanos y rurales. Señalización
- NTC 4279/2005, Accesibilidad de las personas al medio físico. Vías de circulación peatonales horizontales.
- NTC 4143/2009, Accesibilidad de las personas al medio físico. edificios y espacios urbanos. rampas fijas adecuadas y básicas.
- NTC 4140/2012 Normas Técnicas de Accesibilidad de las personas al medio físico; Edificios, pasillos y corredores, características generales y Rampas fijas adecuadas y básicas
- NTC 4201/2013, Normas Técnicas de Accesibilidad; Equipamientos, bordillos, pasamanos y agarraderas
- NTC 4695, Normas Técnicas de Accesibilidad; Accesibilidad de las personas al medio físico.
- NTC 4774/2006
- Normas Técnicas de Accesibilidad; Cruces peatonales a nivel, elevados o puentes peatonales y pasos subterráneos
- NTC 5351, Accesibilidad de las personas al medio físico, Paraderos accesibles para transporte público, colectivo y masivo de pasajeros.
- NTC 5610/2008, Normas Técnicas de Accesibilidad; Accesibilidad al medio físico: señalización táctil.

3 ALCANCE

3.1 ALCANCE CENTROS DE TRANSFERENCIA DE CARGA

Teniendo presente el diseño geométrico establecido, el Plan Operacional Preliminar (POP), el Estudio de demanda y logística, así como las proyecciones de demanda de transferencia hacia los modos carreteros, portuarios y ferroviarios a nivel departamental y nacional, y las cadenas logísticas identificadas, se deberá proponer y justificar la localización, capacidad, funcionalidad y disposición de los Centros de transferencia de carga del Proyecto.

El análisis y el diseño de estos incluye centros deberá incluir:

- Estimaciones de áreas funcionales con base en las necesidades de movilización, manipulación y almacenamiento de los distintos tipos de carga a servir.
- Diseño de layout para definir áreas y circulaciones eficientes para las actividades logísticas, aduaneras y de transferencia a otros modos, mediante estudios de flujos.
- Definición de equipos especializados para la manipulación y transferencia de distintos tipos de carga.

- Infraestructura y medida de seguridad para cumplir con estándares internacionales para la operación de cadenas logísticas de importación y exportaciones especializadas.
- Diseño de edificios administrativos y operaciones incluido los componentes arquitectónicos y de instalaciones MEP y su conexión con redes de servicios públicos.
- Diseño preliminar y definición de requerimientos de sistemas eléctricos, hidráulicos, de comunicación y de CCTV.
- Condiciones y prestaciones para los equipos electromecánicos, con el grado suficiente de definición para obligar a unos altos estándares de calidad, pero sin que se predefina el fabricante.

El Consultor debe basarse en las especificaciones relacionadas en el presente documento para llevar a cabo el diseño básico o de factibilidad, estimación de cantidades de obra, materiales a emplear, presupuesto y planos y memorias de cálculo. Igualmente, debe tener presente las demás especificaciones técnicas de modo que gestione, en debida forma, las interfaces técnicas y funcionales.

3.2 ALCANCE DISEÑO DE ESTACIONES DE PASAJEROS

El diseño, a nivel de factibilidad, de las estaciones del Proyecto deberán incluir todos los elementos y espacios asociados requeridos para un correcto funcionamiento de esta, para las labores de operación, mantenimiento y usos complementarios. El proyecto debe contemplar la integralidad entre el tren, la infraestructura de la ciudad, el entorno urbano, el sistema de transporte y los proyectos regionales en desarrollo.

El alcance del diseño arquitectónico de las estaciones, a nivel de factibilidad comprende:

- El diseño estético - conceptual que permita la generación de identidad, según alcance que se detalla en el numeral 3.6.2 de esta especificación técnica.

- El diseño funcional y operacional que incluye la definición y distribución de los espacios (accesos, vestíbulos, andenes o plataformas de abordaje, espacios de uso técnico y operacional), los elementos electromecánicos de transporte y espacios para instalación de sistemas. Lo anterior se detalle en el numeral 3.6.3 de la presente especificación técnica.

El desarrollo de la arquitectura y la funcionalidad de las estaciones como un conjunto, debe permitir obtener un diseño integrado, con la obtención de espacios eficientes, seguros y confiables; con un buen nivel de confort; flexibles;

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

que permitan la accesibilidad universal; que eviten la evasión del pago y utilizando materiales durables y de fácil mantenimiento.

A continuación, se incluye a modo indicativo, un listado de algunos de los aspectos que el Consultor debe estudiar convenientemente según las particularidades de cada una de las estaciones:

- Localización detallada de las estaciones y las condiciones de acceso en los diferentes sitios seleccionados. A manera de referencia se tiene una localización preliminar del estudio de Prefactibilidad.
- Las diferentes tipologías de las estaciones considerando su entorno, accesibilidad, integración con otros modos de transporte existentes y/o proyectados, localización en el trazado. De este modo el Consultor debe estudiar, formular, proponer y desarrollar los diseños funcionales y operacionales para todas las estaciones, aplicándoles, en cada caso, una guía de diseño.
- Concepto de imagen arquitectónica de las estaciones con características uniformes para toda la línea, pero con propuestas de armonización con características particulares de los distintos territorios.
- Cumplimiento de la normatividad, reglamentación y especificaciones vigentes aplicables.
- Condiciones de accesos en superficie o en edificios aledaños y urbanismo exterior, incluyendo los corredores o vías existentes tanto vehiculares como peatonales y ciclorutas, con el propósito de dar soluciones de integración modal físico con otros modos de transporte, incluyendo los modos no motorizados (peatones, ciclorutas).
- Vestíbulos y conexiones con andenes y demás facilidades o servicios que ofrezca la estación. (locales comerciales, interconexiones, servicios, etc.).
- Dependencias técnicas y resto de espacios asociados a la estación.
- Distribución funcional de los espacios.
- Definiciones geométricas básicas de todos los elementos constitutivos de la estación.
- Soluciones estructurales dimensionadas.
- Caracterización de materiales y acabados.
- Espacio público existente y/o proyectado en el área de influencia de las estaciones.
- Especificación y características de los equipos al interior de las estaciones tales como: escaleras y ascensores (si se requieren), climatización, iluminación, señalización, entre otros, con su respectivo dimensionamiento y previsión de espacios técnicos y pasos de servicios.
- Condiciones y prestaciones para los equipos electromecánicos, con el grado suficiente de definición para obligar a unos altos estándares de calidad, pero sin que se predefina el fabricante.
- Asimismo, la obra civil se diseñará de forma que sea compatible con las características de los mejores fabricantes de estos equipos.

- Estudio de flujos de viajeros y relaciones intermodales (para aquellas estaciones que lo requieran).
- Estudio de movilidad y de evacuación de usuarios al interior de la estación considerando las condiciones de acceso y salida de los mismos.
- Afectación de elementos preexistentes que incidan en el proyecto de forma importante (edificaciones, monumentos, elementos patrimoniales y culturales, vías, equipamientos, servicios, elementos del paisaje, etc.). Se deberá propender por la integración de las estaciones antiguas de los corredores férreos que puedan ser aprovechadas por el nuevo trazado.
- Afectación y requerimientos de las diferentes instalaciones y redes de servicios públicos existentes y las necesarias en las estaciones.
- En general, el Consultor debe hacer un análisis de las diferentes alternativas y opciones que se puedan contemplar para el diseño de todos y cada uno de los diferentes aspectos mencionados, con el fin de hacer la mejor selección para el diseño esperado. Estudiar soluciones que propendan por la autosostenibilidad de las instalaciones diseñadas, con medidas tales como energía solar, diseños bioclimáticos, reutilización de agua lluvia, entre otros; en este sentido el Consultor debe realizar un análisis de ventajas y desventajas, para determinar la conveniencia de adoptar este tipo de soluciones.

El Consultor debe basarse en las especificaciones relacionadas en el presente documento para llevar a cabo el diseño básico o de factibilidad, estimación de cantidades de obra, materiales a emplear, presupuesto y planos y memorias de cálculo. Igualmente, debe tener presente las demás especificaciones técnicas de modo que gestione, en debida forma, las interfaces técnicas y funcionales.

3.3 ALCANCE DISEÑO URBANO Y DE ESPACIO PÚBLICO

Se definen a continuación los criterios y lineamientos para la realización del diseño, a nivel de factibilidad, del espacio público y de elementos de paisajismo del Proyecto para reconfigurar el espacio urbano existente de forma que puedan responder adecuadamente a:

- La presencia física de la línea férrea y su infraestructura asociada.
- A las necesidades espaciales generadas por los flujos peatonales y vehiculares, personas con movilidad reducida y de bici usuarios que serán atraídos hacia las Centros intermodales del nuevo sistema férreo de pasajeros y de carga o de los trabajadores y proveedores que deben acceder a las instalaciones del Proyecto (Centros de transferencia de carga, patios y talleres y centros de control operacional).
- A la articulación con el sistema de equipamientos colectivos y espacio público de la zona de influencia del proyecto.
- Integración física con otros modos de transporte públicos y privados, a través de bahías, paraderos, etc.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

- A las condiciones ambientales y paisajísticas presentes a lo largo del corredor férreo.

Para el desarrollo de los estudios de este componente se definen los siguientes polígonos, en cada uno de los cuales se deben hacer análisis y propuestas según lo indicado en estas especificaciones técnicas. Estos polígonos se definen de manera conceptual; sin embargo, será el Consultor quien debe presentar una propuesta de delimitación de los mismos para aprobación del Revisor Técnico, o Interventor, previa socialización con el cliente, la cual podrá ser objeto de revisión durante el desarrollo de los estudios correspondientes, según sea necesario:

3.3.1 Área de influencia indirecta o Áreas de estudio:

Según lo definido en mayor detalle en la Especificación técnica 22 corresponde a:

"Es el ámbito espacial alrededor del corredor del Proyecto en la que se pueden identificar y analizar los impactos y oportunidades derivados de su desarrollo y ejecución, en cualquiera de las fases de ejecución; esta área debe partir del análisis de información secundaria desde una perspectiva multidimensional del ámbito espacial del conjunto de municipios que están involucrados en el trazado e implantación del proyecto. El área de estudio final puede definirse de forma independiente para los análisis de distintas disciplinas o alcances de los componentes como los son: ambiental, social, tránsito o movilidad, demanda, predial, urbanístico y desarrollo territorial, entre otros, o delimitarse a partir de la superposición de las áreas de influencia indirectas de los diferentes componentes (…)"

Adicionalmente en esta área se debe hacer la identificación de áreas de oportunidad entendidas como aquellas que por sus características pueden ser sujeto de procesos de renovación y/o redensificación y/o cambios de uso, impulsados por la construcción del nuevo sistema férreo de carga y pasajeros y que, además, presenten potenciales fuentes de ingresos por concepto de captura de valor. Estos análisis deberán realizarse en el alcance de la Especificación Técnica 22 – Desarrollo territorial y Captura de valor.

3.3.2 Polígono de intervención o Área de influencia directa:

Según lo definido en mayor detalle en la Especificación técnica 22 corresponde a:

"Es el área más próxima alrededor del corredor del proyecto y de su infraestructura hasta la cual se deberán realizar los diseños urbanos o de espacio público del Proyecto para asegurar una inserción adecuada de esta

infraestructura con otras estructuras del territorio. Esta es un área heterogénea que se definirá alrededor de los distintas componentes del Proyecto. (…)”

Sobre el Área de influencia directa el Consultor debe realizar el diseño del urbanismo, espacio público y paisajismo del Proyecto, con un alcance a nivel de factibilidad, de acuerdo con lo establecido en esta especificación técnica. Así mismo, el Consultor debe proyectar todos los espacios públicos aferentes al corredor que se encuentren en el polígono de intervención.

En el Área de influencia directa, en zonas urbanas o urbanizadas, el Consultor debe presentar un diseño en planta a escala 1:500 de las franjas funcionales propuestas para el corredor.

El Consultor debe elaborar el diseño de factibilidad en las dimensiones urbana y de paisajística necesarios para el desarrollo del proyecto de factibilidad, de acuerdo con la normatividad, alcance y contenido general que se incluye en el presente capítulo.

Adicionalmente, el Consultor debe generar propuestas de intervención alrededor de cada una de las Estaciones de pasajeros, Centros de transferencia de carga y patios dentro del Polígono de intervención, de acuerdo con los resultados de los análisis de accesibilidad para cada estación realizados en el marco del estudio de tránsito. Estas propuestas incluirán la ampliación del espacio peatonal, peatonalización de calzadas o su conversión a bici-carriles, pasos de tipo pompeyano y, en general, medidas a favor de los peatones y bici-usuarios que se relacionen con el corredor férreo. Estas propuestas deben plantearse a nivel de esquema básico para cada estación en escala 1:500 o 1:750 y deberán estar integrados con el alcance de *la Especificación técnica 06 – Diseño geométrico férreo y vial.*

Las autoridades competentes municipales y departamental disponen de manuales y cartillas donde se dan lineamientos para el diseño del espacio público (perfiles viales tipo, mobiliario urbano, cartilla de materiales y colores, arborización, dimensionamiento de aceras, vías y ciclorrutas, etc.). No obstante, el Consultor debe presentar sus propios lineamientos y criterios para ser validados por el Revisor Técnico o Interventor.

3.4 ETAPA DE DEBIDA DILIGENCIA

El Consultor recopilará y analizará, previo al inicio de las actividades de diseño objeto del presente Contrato, los diferentes estudios y diseños de la disciplina realizados para el proyecto o sobre proyectos similares en el corredor, así como los estudios, diseños o estado de construcción actual de otros proyectos de transporte férreo o vial o de otro tipo de infraestructura que puedan tener influencia o interacción del Proyecto.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

Con base en los anterior se Identificarán las posibles deficiencias en la información disponible, para evaluar su impacto en la realización del estudio y proponer, de ser necesarias, soluciones específicas para suplirlas.

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

3.4.1 Proyectos de transporte e infraestructura vial

El Consultor debe identificar y localizar los proyectos de infraestructura vial, de transporte, de espacio público y de desarrollo urbano que se están diseñando y adelantando por parte de las autoridades competentes municipales y departamentales, con el fin de prever la armonización entre los proyectos que están en curso y el diseño del Proyecto.

Este componente se debe precisar en el documento de diagnóstico mediante la presentación de los documentos y la cartografía asociada de estos proyectos, para integrarla como parte de los planos base del diseño del urbanismo, espacio público y paisajismo.

Con respecto a este insumo, el Consultor solicitará a las entidades nacionales, municipales y departamentales una lista de las intervenciones actualmente en ejecución y de las proyectadas.

3.5 ETAPA DE FACTIBILIDAD – CENTROS DE TRANSFERENCIA DE CARGA

Para cada Centro de transferencia de carga se debe realizar un dimensionamiento y diseño en planta de la infraestructura y las áreas requeridas para las operaciones de cargue y descargue en las vías férreas. Para almacenamiento, para transferencia interna y con otros modos de transporte, zonas de circulación, áreas administrativas y demás áreas para servicios logísticos que sean necesarias.

Los Centros de transferencia de carga deberán diseñarse con el fin de realizar un intercambio modal eficiente para los distintos tipos de carga que con potencial de uso del corredor y dar soluciones especializadas para cada uno de estas, incluida carga contenerizada, carga granel sólido, carga granel líquido, carga general y carga Roll-On/Roll-Off (Ro-Ro), según los volúmenes estimados en el estudio de demanda.

Para áreas y la estimación de equipos deberá ser realizada por medio de aproximaciones analíticas partiendo de las cifras de demanda del Proyecto en

sus diferentes escenarios y sus cálculos deberán ser presentados en memorias del cálculo.

Dado el nivel de incertidumbre sobre los volúmenes de demanda que usarán estos centros de transferencia a lo largo del tiempo y al riesgo comercial que se genere por la construcción de nuevos centros de transferencia de carga en el corredor o a través de ramales, esta infraestructura deberá ser diseñada de forma modular en todas sus zonas, con el fin de que su construcción y operación pueda desarrollarse de forma gradual y flexible.

Acorde al nivel de detalle de la fase de factibilidad deberán realizarse análisis, estimaciones y prediseños para los siguientes componentes: de instalaciones y sistemas, equipos y áreas de los Centros intermodales:

Funcional: estudios de flujos de carga para estimar capacidades máximas de atención de las áreas según niveles de servicios y capacidad atención propuestos por el consultor.

Instalaciones y sistemas no ferroviarios (los sistemas ferroviarios se estudiarán en el alcance de la *Especificación técnica 10 – Sistemas ferroviarios*):

- Instalaciones hidráulicas y sanitarias
- Instalaciones mecánicas
- Sistemas de aire acondicionado y ventilación
- Sistemas contra incendios
- Sistemas eléctricos
- Sistemas de seguridad (CCTV, Control de acceso, etc)

Equipos:

- Identificación y cuantificación de equipos (entre otros):

    Grúas pórtico

    Bandas transportadoras

    Maquinaria amarrilla para cargue y descargue

    Terminal trucks

    Ductos y equipos de bombeo

    Reack stackers

    Tolvas

    Elevadores

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

Straddle carriers

Basculas

Demás equipos especializados

Áreas:

Vías férreas para cargue y descargue por tipo de mercancía

Áreas de cargue y descargue para modos carretero, fluvial y marítimo, según se requiera

Zonas de almacenamiento para generadores de carga

Zonas logísticas

Servicios de truck center

Áreas para autoridades aduaneras, sanitarias y de policía (DIAN, ICA, INVIMA y Policía Antinarcóticos, entre otros)

Áreas para agentes y operadores de carga

3.6 ETAPA DE FACTIBILIDAD – ESTACIONES DE PASAJEROS

3.6.1 Lineamientos generales

Se desea que la volumetría, los materiales y sistemas constructivos seleccionados participen en la creación de una estación ligera, en armonía con el entorno espacial existente o el espacio público a existente o a construir. Asimismo, se buscará la transparencia y visibilidad, de manera a contribuir a la protección de los pasajeros en la estación y fomentar un sentimiento de seguridad.

Consecuente con el propósito de obtener un diseño técnico del proyecto buscando la menor intrusión en el paisaje, la imagen que se proponga para las estaciones debe contribuir a este fin; es decir, el diseño de la estación debe trasmitir un mensaje amable, ligero y respetuoso con el entorno.

Se necesita contar con una ventilación natural que participe al confort de los usuarios. De la misma manera se debe proporcionar una protección adecuada contra el sol y la lluvia. Estos elementos deben ser parte integral del diseño de la estación y no deben ser considerados únicamente como un criterio técnico; una arquitectura de filosofía bioclimática será entonces fundamental, concepto que se amplía más adelante. Además, los materiales propuestos serán duraderos, resistentes al vandalismo y fáciles de mantener, fomentando un sistema sostenible y durable.

Otro criterio a tener en cuenta será la contribución a la seguridad y a la sensación de seguridad. Ambos criterios van estrechamente ligados a la transparencia, a la posibilidad de ver y ser visto desde el exterior; valor que de paso se liga a la conveniencia de utilizar elementos bioclimáticos, que aporten a la iluminación y a la ventilación natural de las estaciones.

Los diseños a nivel de factibilidad deben cumplir con los requerimientos propios de una estación férrea de pasajeros, con las particularidades y realidades propias de la ciudad y demás municipios por donde se implantará el sistema, para lo cual se requiere de la participación de especialistas con experiencia en diseños de estaciones férreas de pasajeros y con experiencia en diseños de edificios públicos en la ciudad. Estos diseños deben contener los planos de planta, secciones, alzados, memorias descriptivas e infografías, según el detalle indicado en el numeral 4 de este documento técnico.

Debe estudiarse el planeamiento urbanístico vigente en la zona de afectación de las estaciones; para ello se realizarán los planos y toda aquella documentación necesaria para definir correctamente los condicionantes urbanísticos. En el caso de que las obras no se adecuen al planeamiento urbanístico, será necesario especificar las modificaciones necesarias y el procedimiento administrativo para que así lo sea.

3.6.2 Diseño Estético Conceptual

Las estaciones y su arquitectura se deben constituir en un nuevo elemento del paisaje urbano, integradas perfectamente a su entorno, claramente identificables y contribuyendo a la imagen de los municipios donde se implementará el nuevo sistema férreo. El diseño debe inspirarse en la cultura local sin caer en estereotipos, para poder simbolizarla; asimismo, las estaciones deben encarnar la modernidad que el sistema representa; en consecuencia, este componente del diseño busca la conceptualización arquitectónica de las estaciones del sistema que permita la generación de identidad.

3.6.2.1 Metodología - Alternativas

El diseño estético - conceptual arquitectónico se desarrollará de manera paralela a los diseños funcionales. El Consultor debe realizar presentaciones intermedias de avance que permitan ir validando la evolución del concepto en cada momento clave, así:

- Presentación de tres (3) conceptos arquitectónicos desarrollados para una tipología de la estación típica.
- Presentación de una guía de diseño, una vez seleccionada la opción.

Estas presentaciones intermedias tienen como propósito la socialización de las alternativas y el análisis conjunto sobre el avance de los estudios, de manera a

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

obtener las decisiones sobre las elecciones intermedias que serán necesarias a lo largo de los estudios.

Los pasos para desarrollar este componente del alcance, en términos generales, son los siguientes:

3.6.2.2 Estudio de Búsqueda Conceptual

El Consultor debe desarrollar tres conceptos distintos con el fin de proporcionar una gama de opciones. Cada concepto representará una temática de inspiración distinta que permitirá tener tres orientaciones conceptuales diferentes. Todos los conceptos tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

- Creación de identidad de la línea, integración en el contexto urbano y los aspectos estéticos y funcionales.
- Criterios de eficiencia y sostenibilidad ambiental, considerando conceptos de diseño que garanticen un aprovechamiento racional y eficiente de los recursos naturales necesarios para su buen funcionamiento
- Utilización de materiales locales y procedimientos constructivos utilizados en Colombia.
- Facilidad de mantenimiento.

Los conceptos no deben limitarse a la forma y materiales de la estación, si no que deberán tener como objetivo la definición de una filosofía de diseño que guíe la concepción en general, con el propósito de crear una verdadera identidad arquitectónica para la línea que genere una imagen de marca para el sistema.

Se deben considerar referencias colombianas y extranjeras para presentar propuestas que se adapten a la cultura local y estén simultáneamente al nivel de las expectativas internacionales.

Asimismo, dado que se debe propender por aprovechar al máximo las estaciones antiguas del ferrocarril que estén el nuevo trazado geométrico, el concepto deberá integrar los valores arquitectónicos y espacialidad de estos edificios y deberá proponer soluciones de integración con los volúmenes de las nuevas estaciones.

El Consultor debe presentar los conceptos con imágenes 3D y elaborar un reporte o informe arquitectónico que acompañará los conceptos con explicaciones sobre la visión y filosofía de cada uno de los tres conceptos. Asimismo, el Consultor presentará una estimación económica básica que permita comparar los tres conceptos.

La información antes indicada será presentada al Cliente al Interventor, tras ello se le definirá al Consultor cuál de los tres conceptos será el que deberá aplicarse al diseño integral de las estaciones.

3.6.2.3 Elaboración de la Guía de Diseño

Una vez el concepto arquitectónico haya sido seleccionado y comunicado al Consultor, este debe proceder a la realización de la guía de diseño arquitectónico. Este documento sirve, por un lado, como guía de diseño para el desarrollo funcional, estructural, electromecánico de las estaciones y, por otro, como prescripciones arquitectónicas para los futuros constructores.

El objetivo de la guía será profundizar el concepto de manera a definir los materiales de las estaciones, así como definir los márgenes de adaptaciones que se pueden realizar o no al concepto para aplicarse a los diferentes tipos de estaciones; las adaptaciones posibles deberán conservar siempre la filosofía, la visión y las características principales del concepto inicial.

En consecuencia, esta guía será la base para realizar las adaptaciones necesarias a todas las estaciones, según sus características particulares y tipologías:

- Típicas o de paso.
- Estaciones terminales.
- De conexión entre las dos líneas férreas de pasajeros

3.6.3 Diseño Funcional y Operacional

La estimación de demanda del proyecto que elabore el Consultor (ver especificación técnica ET-01) establecerá las proyecciones de pasajeros dentro de unos escenarios de evaluación a corto, mediano y largo plazo, y en función de esta se debe establecer la infraestructura necesaria en términos de cantidad y dimensiones para accesos, rampas, andenes, número de escaleras fijas, escaleras, eléctricas, ascensores o bandas transportadoras (en caso de requerirse) y estacionamientos.

Se deben destacar los criterios utilizados en el diseño de las estaciones, especificando, especialmente:

- Criterios de funcionalidad, espacialidad, movilidad y accesibilidad.
- Criterios de confort al pasajero y al personal de servicio.
- Criterios de seguridad, control de accesos, protecciones contra actos vandálicos, etc.
- Criterios de mantenimiento de la explotación.
- Criterios estéticos/arquitectónicos/ bioclimáticos/ eficiencia energética.

Con base en estos criterios el Consultor realizará una definición funcional, operacional y volumétrica de todas las estaciones, así como la distribución y dimensionado de los diferentes espacios: accesos, vestíbulos, andenes, locales de servicio, etc. Debe favorecerse al máximo la movilidad y la accesibilidad de

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

estos espacios entre ellos; acortando siempre que se pueda los recorridos necesarios entre el exterior y los andenes.

También se definirán, dimensionarán y ubicarán los equipos necesarios como son las escaleras mecánicas, ascensores, elementos de ventilación, etc.

A continuación, se desarrollan algunos criterios a tener en cuenta en la elaboración del diseño funcional y operacional de cada una de las estaciones del sistema férreo:

3.6.3.1 Criterios generales para la definición y distribución de los espacios

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

- Todos los diseños cumplirán con las buenas prácticas de ingeniería y arquitectura
- El acceso al andén se efectuará directamente desde el/los vestíbulos de acceso. Cualquier rampa que sea necesaria para salvar desniveles tendrá en todos los casos la pendiente máxima establecida en la normatividad vigente y una anchura superior a 1.50m, garantizando así el acceso a Personas de Movilidad Reducida.
- Todas las estaciones cumplirán la normativa vigente referente a supresión de las barreras arquitectónicas sobre accesibilidad para PMR (Personas con Movilidad Reducida). En todas las estaciones se establecerán rutas uniformes para aquellas personas con capacidades diferentes y de la tercera edad mediante señalización y acabados texturizados, de tal forma que se orienten siempre bajo los mismos criterios. Se aplicarán las normas de accesibilidad vigentes. Para los invidentes se considerará un señalamiento en pisos que pueda detectar su bastón indicando la circulación continua, los cambios de dirección o la presencia de obstáculos, etc. Igualmente se colocará la señalización oportuna mediante el Sistema Braille para su perfecta orientación.
- El diseño de las estaciones debe facilitar la orientación del usuario por lo que se analizarán los recorridos habituales y de evacuación con sumo detalle. Se atenderán todas las medidas que garanticen la seguridad del usuario de transporte y del operador dentro de las estaciones.
- Mobiliario de la estación debe estar integrado al diseño del conjunto de la estación.
- La distancia mínima entre cualquier obstáculo fijo (papeleras, pasamanos, vallas publicitarias, muros de cierre bajo escaleras, escaleras, ascensores, etc.) y el borde del andén será la que establezca la norma.
- Se estudiará la posibilidad de emplazar locales comerciales para optimizar la explotación del sistema. La integración de estos se realizará respetando

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

la funcionalidad de la estación, sin dificultar el movimiento de los viajeros en sus recorridos de acceso y salida.
- Se tendrán en cuenta en su diseño los aspectos relativos a la seguridad y protección contra incendios., según la normatividad aplicable.

3.6.3.2 Criterios específicos para zonas de uso público y técnico

En las estaciones se pueden encontrar dos grandes zonas diferenciadas por su uso y calidad espacial: las de uso público y las de uso técnico. En los numerales siguientes, para cada una de estas zonas, se explica su función y los requerimientos establecidos.

3.6.3.2.1 Espacios de uso público

El objetivo de la zona de uso público es llevar al pasajero desde el exterior de las estaciones hasta el acceso a los trenes, y viceversa. Así mismo, se considerarán espacios de uso público aquellos que permitan la movilización de los usuarios para uso de los servicios diferentes al sistema férreo que ofrezcan las estaciones (comercio, vigilancia, oficinas, servicios sanitarios, etc.)

Será necesaria la definición de la geometría, esquemas de circulación, torniquetes, venta de tiquetes (ventanilla y/o dispensadores), vigilancia, mobiliario y equipos al servicio del pasajero, atención de emergencias, entre otros.

En cualquier caso, tomando como base los criterios indicados y considerando las características y volumen de utilización previstos, se debe hacer un dimensionado particular para cada una de las estaciones. El resultado debe ser un dimensionado coherente de todos los elementos de las estaciones, de modo que no se produzcan cuellos de botella, partiendo del supuesto básico de no admitir la formación de largas filas en la entrada de ninguno de estos elementos.

3.6.3.2.2 Accesos

Los accesos permitirán a los usuarios ingresar desde la vía pública hasta el vestíbulo, y viceversa. Las estaciones dispondrán de salidas alternas a la calle para ser utilizadas en caso de accidente.

El diseño debe contemplar acciones y mecanismo que eviten el acceso de usuarios evadiendo el pago. Las estaciones serán totalmente accesibles y utilizables para personas con movilidad reducida (PMR) y habrán de cumplir los requerimientos normativos aplicables, asegurando:

- La accesibilidad física a todas las áreas durante la operación normal de la estación.
- Las escaleras fijas o rampas se utilizarán cuando las áreas a unir sean de cotas diferentes. El Consultor debe analizar en cuales casos particulares se deben instalar ascensores, escaleras mecánicas y/o cualquier otra instalación de transporte vertical mecanizado.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

- En aquellas estaciones que lo requieran se diseñarán y dimensionarán las zonas de parqueo y estacionamiento de vehículos particulares, alimentadores, buses, taxis y bicicletas. Acorde a los requerimientos que se establezcan en el respectivo análisis de tráfico y demanda en cada estación.

3.6.3.2.3 Vestíbulos

Las estaciones, según el caso, tendrán la configuración de uno o dos vestíbulos. Cada uno de ellos se dividirá en dos zonas mediante la barrera de control de tiquetes:

- Zona de venta de tiquetes con acceso desde el exterior (zona no paga) y sitios para máquinas de venta y recarga de tiquetes.
- Zona de comunicación andenes (zona paga).

En el vestíbulo existirán diversas áreas que permiten albergar las siguientes actividades:

- Área de servicios al cliente: venta de tiquetes y disposición de espacios de espera y de orientación.
- Zona comercial (opcional)
- Puntos o barreras de control para la entrada y salida del sistema de transporte.

Dentro del vestíbulo los diferentes espacios que lo componen han de estar dispuestos de tal manera que permitan el control de las zonas de uso restringido.

El área de servicios al cliente tiene especial importancia a causa de sus dimensiones y su ubicación preferente. En este espacio es necesario integrar el punto de información (tarifas + línea tren + plano de zona) y las máquinas expendedoras de tiquetes.

La conexión entre el vestíbulo y el andén (en el caso de encontrarse a distinto nivel), una vez se traspasa la línea de torniquetes, se preverá mediante una rampa para personas con movilidad reducida (independiente del que comunica con el exterior), además de escaleras fijas.

3.6.3.2.4 Andenes o plataformas de abordaje.

El ancho libre de los andenes o plataformas de abordaje se establecerá en función del volumen de usuarios previsto y del nivel de servicio acordado con el cliente.

El nivel de los andenes o plataformas coincidirá con el nivel del piso de los coches en su estado de carga máxima. Estarán libres de elementos que obstaculicen la circulación de los usuarios. En caso de alguna excepción, se destacarán de manera ostensible.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

3.6.3.2.5 Espacios de uso técnico

Se deben considerar todos los espacios o locales que se requieran para la operación y explotación de la Línea (según la tipología de las estaciones), entre las que se deben tener en cuenta:

- Salas de comunicación.
- Sala de enclavamiento.
- Cuarto jefe estación.
- Taquillas.
- Vestuarios.
- Aseo personal estación.
- Cuarto limpieza.
- Almacén.
- Sala de acometidas.
- Subestación
- Centros de transformación.
- Salas técnicas.
- Otros

3.6.3.3 Criterios de confort

En el diseño de las estaciones el Consultor debe garantizar el confort de sus usuarios y del público en general, en todos los aspectos relacionados con las actividades que se llevan cotidianamente en su interior; por lo tanto, el diseño de sus espacios debe cumplir con los siguientes criterios generales de confort y arquitectura bioclimática:

- Espacios amplios y libres de obstáculos, que permitan una fácil e intuitiva circulación para los usuarios, privilegiando las rutas que generen el menor recorrido para los usuarios. Se debe evitar espacios angostos, circulaciones que generen embudos o estrechamientos, o cualquier tipo de obstáculo o barrera que aumente la probabilidad de congestionamiento.
- Los espacios para los pasajeros deben, en la medida de lo posible, aprovechar la luz natural.
- Se deben evitar las zonas oscuras para evitar caídas de los usuarios, así como mejorar el nivel de percepción de seguridad.
- La circulación desde el ingreso hasta la plataforma de embarque (andenes) debe ser lógica e intuitiva, fácilmente identificable y visible.
- Priorizar la ventilación natural de todos los espacios de las Estaciones para una adecuada renovación de aire, disponiendo de ventilaciones forzadas solo en los espacios donde la ventilación natural no sea posible. El Consultor debe analizar la necesidad de diseñar sistemas de aire acondicionado, definiendo las áreas que requieran de este sistema.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

- El diseño debe evitar el ingreso de agua lluvia a cualquier espacio dentro de la Estación.
- El diseño debe evitar el ingreso de gases de combustión generados por el tráfico vehicular a cualquier espacio dentro de la Estación.
- El diseño debe considerar la protección al usuario de la radiación directa del sol.

3.6.3.4 Criterios de seguridad para los usuarios

En el diseño de las estaciones el Consultor debe considerar criterios que propendan por la seguridad real de los usuarios y los empleados del sistema, al igual que a percepción de seguridad; para ello, entre otros aspectos, debe considerar:

- Las estaciones deben ser diseñadas en sus espacios y materiales buscando minimizar y evitar la posibilidad de cualquier tipo de accidente; prestando especial atención a los espacios que generan mayor probabilidad de caída, tales como las plataformas de embarque, escaleras y rampas.
- El diseño de las estaciones debe tener en consideración elementos que sean resistentes al vandalismo.
- El diseño de las estaciones debe evitar la evasión de las barreras de control de acceso al sistema, incluyendo además de barreras físicas la implementación de sistemas de seguridad tales como circuito cerrado de televisión - CCTV (En este último caso se debe generar la interfaz con la especificación técnica ET-10 "Sistemas ferroviarios")
- Las estaciones deben diseñarse bajo los parámetros de seguridad contemplados por las normas nacionales e internacionales para edificaciones de este tipo, tanto para las situaciones de operación regular como para situaciones de emergencia.
- Las estaciones deben contar con los equipos para la detección y extinción de incendios, incluidos los sistemas de ventilación para disipar el humo cumpliendo con la norma NFPA 130 - 2017. En este sentido el Consultor socializar sus diseños y propuestas con el cuerpo de Bomberos de cada municipio, quién deben avalar esta parte del diseño.
- Las estaciones deben cumplir con el Titulo K de la Norma NSR-10 – "Requisitos complementarios".

3.6.3.5 Criterios de eficiencia y sostenibilidad ambiental

El diseño de las estaciones debe contemplar criterios de estandarización de materiales y especificaciones de equipos.

Uno de los objetivos principales del diseño de las estaciones es la obtención de soluciones amigables con el medio ambiente; para ello se deben considerar criterios de diseño que garanticen un aprovechamiento racional y eficiente de

los recursos naturales necesarios para su buen funcionamiento. A continuación, se mencionan algunos de esos criterios:

- Sistemas para la recolección de aguas lluvias para utilizarse como riego o limpieza.
- Todas las llaves, grifos, sanitarios deben contar con dispositivos para el ahorro de agua.
- Toda la iluminación debe ser LED u otra tecnología más eficiente.
- Sistemas de control de la iluminación para optimizar el consumo de energía.
- El consumo eléctrico de todos los equipos de la estación debe tener certificado de bajo consumo, excluyendo aquellos equipos en los que no exista esta especificación o condición en el mercado.
- Sistema de generación de energía fotovoltaica, paneles solares, sobre las cubiertas de las estaciones.
- Se debe contar con técnicas de arquitectura bioclimática.
- La temperatura al interior de los Áreas Técnicas debe responder a la norma técnica para cada tipo de cuarto.
- Los equipos que sean usados para garantizar el confort térmico no podrán hacer uso ni generar gases efecto invernadero.
- Las áreas públicas deben permitir la emisión de mensajes de información al público de manera clara e inteligible.
- El sistema de información a pasajeros debe poderse escuchar en todo momento por encima del ruido mecánico emitido por ventiladores u otros sistemas.
- Se debe buscar en el diseño el menor impacto posible sobre los individuos arbóreos existentes e, incluso, analizar la posibilidad de que algunos de ellos queden integrados al diseño mismo de las estaciones, según cada caso.

3.6.3.6 Lineamentos para la definición de materiales de acabados

En las zonas de circulación y permanencia de público se deben proponer materiales en paramentos verticales y horizontales que garanticen los siguientes objetivos:

- Fácil mantenimiento y reparación (recambio de piezas deterioradas, remoción de rayones, pinturas, etc.)
- Buena respuesta a las agresiones y a un uso intensivo
- Buen comportamiento ante la suciedad (de fácil limpieza)
- Teniendo en cuenta la existencia de información sonora al público (megafonía) y el ruido producido por el propio material móvil, se aplicarán materiales que absorban o reflejen el ruido para obtener el nivel de confort adecuado.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

- Tratamientos antivandalismo sin deterioro del material (aplicación de productos antigraffiti y evitar colores fuertes que fomenten el vandalismo).

Según estos criterios, el diseño básico debe definir los materiales a utilizar en las estaciones. La justificación en la elección de los materiales debe contemplar los aspectos técnicos, estéticos y económicos.

En el aspecto técnico, se deben cumplir los siguientes aspectos:

- Poco y fácil mantenimiento.
- Resistencia al uso intenso.
- La forma debe facilitar la limpieza de los materiales.
- Materiales y esquinas sin aristas vivas, para evitar daños.
- Falsos techos registrables en zonas públicas y zonas restringidas.
- Pavimentos antirresbaladizos para el gran tráfico, con material antideslizante en escaleras y bordes de andén.
- Todos los vidrios empleados serán de seguridad.
- Garantizar un rápido suministro de recambio en caso de deterioro.

3.6.3.6.1 Cerramientos y divisiones

Todas las paredes deben ser de un material estructuralmente estable y resistente al fuego.

3.6.3.6.2 Revestimientos de paredes verticales

En zonas públicas interiores accesibles por los usuarios como vestíbulo, escaleras vestíbulo-andenes y andenes, se colocará preferentemente un sistema modular que permita el desmontaje individual con el objeto de facilitar los trabajos de sustitución de un panel dañado o de supervisión de las infraestructuras existentes detrás.

3.6.3.6.3 Revestimientos de paramentos horizontales: Pisos

Todos los pisos de las estaciones y especialmente los recorridos del tráfico de pasajeros tendrán una Rd>45 (Resistencia a la resbaladicidad según el ensayo del péndulo norma UNE-ENV126333:2003).

Los peldaños de las escaleras contarán con una tira de material antideslizante. Los peldaños dispondrán un canal lateral por ambos extremos con el mismo tipo de pisos de 10 cm de ancho y 5 cm de fondo para facilitar la limpieza y el desguace del agua.

En el caso de que no se coloquen puertas de andén, debe utilizarse una pieza de borde de andén diferenciada.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

En todos los espacios de uso público de la estación se emplearán elementos podotáctiles para marcar y facilitar los recorridos de aquellas personas con movilidad reducida y problemas de visión.

3.6.3.6.4 Falsos techos

En general, en los espacios públicos es preferible no disponer de falso techo; no obstante, para facilitar el mantenimiento de las instalaciones y la supervisión del estado de las infraestructuras, en el caso de disponer de un falso techo, éste debe ser registrable.

3.6.3.6.5 Equipamiento - Mobiliario

En el interior de las estaciones se empleará mobiliario anti vandálico y de fácil limpieza y reposición.

Los bancos de los espacios interiores de la estación cumplirán lo dispuesto por la normativa de accesibilidad. Es conveniente que dispongan de respaldo, que no contengan aristas vivas y sin espacios inaccesibles.

3.6.3.6.6 Accesos

En todas las estaciones los acabados de los accesos cumplirán, con la normativa correspondiente.

En las zonas públicas exteriores correspondientes al acceso a la estación hasta la puerta o reja de acceso, los requerimientos principales serán de imagen, de durabilidad, y de fácil mantenimiento.

En el diseño de los accesos se evitarán los recorridos sinuosos y excesivamente largos que puedan suponer un riesgo para los usuarios. Estos deben ser lo suficientemente anchos y estar bien iluminados para permitir la visión total del recorrido.

El piso de esta zona será preferentemente del mismo material que en el interior de la estación, pero con acabado flameado abujardado (acabado antideslizante) y con el espesor suficiente para resistir a la intemperie.

3.6.3.6.7 Salas técnicas

En general, los materiales utilizados en las salas técnicas (en pisos, paredes y techos) tendrán los mismos condicionantes que los materiales empleados en las salas de uso público excepto el condicionante estético, añadiendo otros como pueden ser: peso de la maquinaria de cada sala, posibilidad de caída de residuos tipo aceites o abrasivos, etc. Por este motivo, los materiales a emplear en dichas salas técnicas vendrán fuertemente condicionados por el uso de la sala y, por ello, su validez debe analizarse de manera independiente.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

3.6.3.6.8 Salidas de emergencia

En general, los materiales utilizados en las salidas de emergencia tendrán los mismos condicionantes que los materiales utilizados en las salas de uso público excepto el condicionante estético.

La iluminación en estos espacios será la adecuada para garantizar la correcta evacuación y claridad del recorrido de evacuación hasta un espacio exterior seguro. El espacio estará libre de obstáculos que dificulten el recorrido de evacuación. Se dimensionarán según la normativa teniendo en cuenta la capacidad máxima de cada estación para garantizar la evacuación en el menor tiempo posible.

3.6.4 Elementos electromecánicos de transporte

En caso de requerirse se dispondrán de ascensores, escaleras mecánicas o pasillos rodantes. Es esos casos se debe considerar los siguiente:

3.6.4.1 Ascensores

Con la instalación de ascensores en las estaciones se obtienen las siguientes mejoras en el servicio:

- Permiten el acceso a andenes o plataformas a personas de movilidad reducida (PMR).
- Reducen el tiempo de viaje. En caso de ser necesaria la instalación de ascensores de gran capacidad, éstos permiten reducir el tiempo de viaje mediante su sincronización con la llegada de trenes a la estación.

Todas las estaciones serán accesibles a personas con movilidad reducida y dependiendo de la tipología de las estaciones y las condiciones de acceso a las PMR se analizará la necesidad de la instalación de ascensores, en los accesos a los vestíbulos como a los andenes según se requiera. En ese caso, preferiblemente estos deben ser de alimentación eléctrica.

En caso de contemplarse la instalación de éstos, los cuales no se consideran vías de evacuación, deben en caso de emergencia activarse para dirigirse a la planta de nivel de calle y mantenerse inactivos en ella. Deben igualmente disponer de un sistema de alimentación eléctrica por batería para el rescate automático y el control prioritario para "uso de bomberos".

Así mismo, los ascensores estarán preparados para ser operados a partir del cuadro de control y dispondrán de renovación de aire de cabina y de foso.

Las indicaciones de cada aparato elevador deben ser tanto visuales como acústicas, de forma que los discapacitados físicos (invidentes y personas sordas) no tengan problemas para la utilización de los elevadores.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

Los recintos de los ascensores deben ser preferentemente acristalados para evitar la sensación de claustrofobia, aunque se debe contemplar condiciones de vandalismo.

3.6.5 Sistema de ventilación

3.6.5.1 Ventilación salas MT/BT

Para la ventilación de las estaciones transformadoras y salas de cuadros de Baja Tensión se prevé la instalación en cada una de ellas de una unidad de ventilación para la extracción del aire caliente de la sala, expulsándolo al exterior mediante reja y conducto metálico. La aportación de aire se realizará de la misma manera que la expulsión.

La impulsión y expulsión deben asegurar un flujo de aire cruzado y así obtener una correcta disipación de calor. En estas salas se preverán puntos de admisión de aire fresco en zonas bajas de la dependencia.

Tanto en la impulsión como en la expulsión se instalarán compuertas cortafuegos conectadas al sistema de protección contra incendios para, en caso de fuego, parar la ventilación e independizar las salas Media Tensión (MT) y Baja Tensión (BT) del resto de dependencias.

3.6.5.2 Ventilación de dependencias

En los vestuarios, sanitarios, lavabos y cabina del jefe de estación, la renovación del aire se realizará mediante extractores individuales.

En cualquier caso, dadas las condiciones climáticas de la región, el Consultor debe analizar la conveniencia de instalar, en ciertas áreas, sistema de aire acondicionado.

3.6.6 Sistema de protección contra incendios

Todas las medidas contra incendios deben tener como principal objetivo garantizar la evacuación de las personas en un tiempo mínimo. El Consultor debe considerar los siguientes aspectos en el diseño de los sistemas contra incendio Medidas pasivas de protección contra incendios.

- Sistema de detección de incendios.
- Sistema de extinción de incendios.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

3.6.6.1 Medidas pasivas de protección contra incendios

Las medidas pasivas son de tipo constructivo y se basan principalmente en la utilización de materiales no combustibles y/o auto extinguibles.

Debe prestarse especial atención a los materiales utilizados en instalaciones, sobre todo eléctricas, debiendo ser éstas de baja emisión de humos, resistentes al fuego y auto extinguibles.

3.6.6.2 Sistema de detección de incendios

La elección de cada sistema concreto de detección de humos dependerá del tipo de espacio a cubrir, utilizándose en cualquier caso sistemas analógicos direccionables.

Los detectores se deben incluir entre otros, en andenes, vestíbulos, zonas de paso de usuarios y salas técnicas siendo preferentemente del tipo óptico. Los detectores deben enviar información permanente a los centros de control de la estación y el Puesto Central de Control (PCC) con el fin de recibir y emitir avisos y poder dar las instrucciones correspondientes a través del sistema de comunicación al público, en caso de recibir una alarma de incendio ya sea en modo manual o automático. Todas las señales de alarma se transmiten a una central de alarmas ubicada en el centro de control.

3.6.7 Alumbrado

Existirán 2 tipos de alumbrado: alumbrado general y alumbrado de emergencia.

3.6.7.1 Alumbrado general

El diseño del sistema de iluminación contempla su alimentación desde dos sistemas de distribución de energía en baja tensión:

- Servicio normal: Alimentado desde el TGAF.
- Servicio preferencial o crítico: Este servicio garantiza, en caso de fallo del suministro general, un nivel de alumbrado mínimo no inferior al 30% del alumbrado general. Este alumbrado se alimentará desde el TGC.

Los niveles de iluminación mantenidos a considerar cumplirán la norma UNE EN 12464.1, el RETILAP y las normas NTC. Como se referencia se indican los siguientes.:

Tabla 1 Niveles de iluminación por área de estación según normas referenciadas

	ÁREA/LOCAL	LUXES PROMEDIO
1	Andenes	300
2	Salas técnicas	300
3	Vestíbulos	200
4	Pasillos	200
5	Escaleras peatonales	250
6	Escaleras mecánicas	250
7	Sanitarios	150
8	Salidas de emergencia	150
9	Vestuarios	150
10	Salas de limpieza	150
11	Dependencias de personal	150
12	Salas de espera	150
13	Almacenes	75
14	Salas de ventilación	50
15	Fosas sépticas	50

3.6.7.2 Alumbrado de emergencia

Se contará con alumbrado de emergencia el cual tiene por objeto evitar el pánico y guiar al usuario fuera de la estación o a un lugar adecuado, en caso de fallo del sistema de alumbrado general. Los valores de luminosidad orientativos son los siguientes:

Tabla 2 Niveles de iluminación para alumbrado de emergencia

	ÁREA/LOCAL	LUXES PROMEDIO
1	Andenes	5
2	Vestíbulos	5
3	Escaleras	5
4	Salidas de emergencia	5
5	Pasillos	5
6	Dependencias técnicas	5
7	Cabina del jefe de estación	5
8	Taquilla	5
9	Resto de dependencias	5

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

3.6.8 Integración de las instalaciones

3.6.8.1 Elementos a integrar en los paramentos verticales

En la zona de uso público de las estaciones existirán ciertos elementos de carácter técnico situados en los paramentos verticales, de tal forma que queden perfectamente integrados arquitectónicamente.

Los armarios a considerar son los siguientes:

- Acceso:

  - Acometidas de compañía.
  - Armario de control de accesos.
  - Armario bomberos.

- Vestíbulo:

  - Armario de control del ascensor o escalera eléctrica (en caso de requerirse su instalación)
  - Armario de agua nebulizada (en el caso de disponerse).
  - Extintores.
  - Tomas de fuerza.
  - Armario bomberos.

- Andén o plataforma de abordaje

  - Extintores.
  - Tomas de fuerza.
  - Armario bomberos.
  - Panel de accionamiento manual de las puertas de andén (en el caso de disponerse).

3.6.8.2 Elementos a integrar en el falso techo

Las instalaciones a integrar en el falso techo son las siguientes:

- Iluminación.
- Iluminación de emergencia.
- Detección de incendios.
- Franjas y carteles informativos, direccionales, etc.
- Pantallas de información al pasajero.
- Video vigilancia.
- Megafonía.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

3.6.9 Climatología, hidrología y drenaje

El Consultor realizará los estudios climáticos e hidrológicos necesarios según se detalla en la especificación técnica ET-07"Interferencias con redes y estudios hidrológicos e hidráulicos" de los cuales se obtendrán todos los datos necesarios para el diseño hidráulico de la red de desagües de la estación.

Para la evacuación de todos los caudales de pluviales de la zona del proyecto se analizará la red de saneamiento existente y la evacuación de dichos caudales a la misma.

3.6.10 Estructuras

El proyecto estructural se desarrollará utilizando la normativa vigente en todo lo que se refiere a acciones, materiales y demás elementos constructivos de la obra. Las especificaciones técnicas para este componente del diseño, con sus respectivos entregables, se detallan en el documento ET-09 "Estructura".

Cuando sea pertinente se detallarán las medidas auxiliares (mejora del terreno, agotamientos, entibaciones, etc.) necesarias para la ejecución de las cimentaciones de las estaciones.

3.6.11 Instalaciones no ferroviarias

Dentro de este apartado se engloban las siguientes instalaciones que el Consultor debe desarrollar en sus diseños de factibilidad:

- Instalaciones eléctricas.
- Alumbrado.
- Ventilación y climatización.
- Equipos electromecánicos (escaleras mecánicas, ascensores, etc.), en caso de requerirse.
- Abastecimiento y evacuación de aguas (saneamiento y drenaje).
- Protección contra incendios.
- Instalaciones de comunicación, señalización y control trenes, suministro eléctrico y demás sistemas ferroviarios, según las especificaciones técnicas particulares de estos. El Consultor debe considerar todas las interfases técnicas y funcionales.
- Instalaciones de Seguridad, control de accesos, circuito cerrado de TV, etc.

3.6.12 Estudio de evacuación

Se realizará un estudio de evacuación para garantizar el cumplimiento de los recorridos de evacuación de los pasajeros de las estaciones teniendo en cuenta los criterios de evacuación establecidos según la normativa en vigor.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

Se debe cumplir como mínimo con la NFPA-30 para espacios de pública concurrencia y de sistemas de transporte ferroviario y con la NSR-10.

3.6.13 Señalética

El principal objetivo de la señalética para el sistema es el de presentar los elementos de comunicación gráfica a través de los cuales cualquier usuario tendrá la posibilidad de orientarse al interior y en el entorno cercano al sistema, conocer de manera detallada y práctica los distintos recorridos y servicios e informarse sobre los códigos de conducta, normatividad y derechos que regulan el uso del servicio.

Así mismo el diseño de la señalética, a nivel de factibilidad, se constituye como una herramienta técnica que indica las cantidades, especificaciones, criterios de uso, ubicación de las piezas de señalética que requieren ser instaladas en el sistema de acuerdo con los estándares internacionales, nacionales y locales.

El Consultor, para el diseño a nivel de factibilidad de la señalética, debe tener en cuenta, entre otros aspectos los siguientes:

- Mapa de la red
- Paraderos.
- Información corporativa
- Publicidad
- Composición gráfica.
- Sistemas de color.
- Tipografía
- Sistema braille
- Iconografía
- Señalética informativa
- Señalética de prohibición
- Señalética reglamentaria
- Señalética preventiva
- De direccionamiento
- Bilingüismo (español e inglés)
- Seguridad industrial
- Prevención de riesgos
- Características técnicas.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

4 PRODUCTOS

En este capítulo se presentan los productos para el desarrollo del alcance de este documento. Estos entregables constituyen el mínimo número de elementos y deben ser entregados en medio digital (se deben entregar los archivos crudos en el software en el que fue desarrollado el producto, así como los archivos exportados al formato tradicional).

Para todos los productos, se debe entregar una base de datos georeferenciada y catalogada (en formatos .gdb o .dwg o similares de tipo SIG o CAD, según aplique). La base de datos debe contener la información de referencia usada y la información de diseño que se ha producido en el entregable, y debe estar construida en línea con las reglas codificación y estructura de la información que se definida en la *Especificación Técnica - Gestión del proyecto de estudios y diseños (ET-22)* y estar en concordancia con el Plan de Ejecución BIM a desarrollarse en la consultoría.

4.1 ETAPA DE DEBIDA DILIGENCIA

Como resultado de esta etapa de Debida Diligencia se deben incluir un informe técnico de análisis de la información secundaria recopilada en donde se indique como mínimo lo siguiente:

- Relación detallada de la información.
- Análisis de vigencia de la información.
- Análisis de relevancia de la información (importancia en el desarrollo del objeto contractual).
- Análisis de utilidad de la información (su uso dentro del desarrollo del objeto contractual).
- Conclusiones relacionadas con la recopilación y el análisis de la información.

Como resultado de esta etapa el Consultor debe presentar, como parte del entregable "Debida Diligencia de la Información", un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

4.2 ETAPA DE FACTIBILIDAD TÉCNICA – CENTROS DE TRANSFERENCIA DE CARGA

De acuerdo con el contenido de actividades indicado en el numeral 3.5 de esta especificación técnica, el Consultor debe entregar, como mínimo:

- Memorias de cálculos de todos los diseños arquitectónicos y de la estimación de áreas y equipos requeridos para la operación.
- Posición geográfica y longitudinal, mediante abscisado, sobre el corredor férreo.
- Planos de vías férreas.
- Planos esquemáticos con la distribución de áreas.
- Planos en planta con vías internas
- Diseño de las áreas de almacenamiento y en general de las instalaciones
- Listado del equipo logístico necesario para cada uno de los Centros de transferencia.
- Informe y conclusiones sobre el potencial uso de energía solar, aprovechamiento de agua lluvia y otros aspectos que coadyuven con la autosostenibilidad del sistema.
- De manera general, para todos los sistemas o subsistemas electromecánicos, eléctricos e hidrosanitarios de los centros se debe incluir una descripción suficiente del sistema o subsistema, incluyendo los cálculos de dimensionado básico necesarios para la definición de los diferentes componentes, además de incluir los criterios de diseño y normatividad nacional e internacional aplicados.
- Planos de los centros y sus instalaciones:

  Plano de conjunto, a escala 1:5000.
  Plano general de implantación urbana a escala 1:1000
  Planos de plantas, secciones y alzados, a escala 1:500 o 1:750
  Cuadros de áreas
  Renders
  Imágenes que permitan visualizar la integración de la infraestructura con el entornourbano, la distribución general de los espacios internos y el diseño estético propuesto (resolución HD 1920x1080 o superior)

  *Las escalas de planos, no indicadas o cuales se puedan optimizar por el área de cada uno de los centros, se deben acordar previamente con el Interventor.

- Cálculo de cantidades de obra y de equipos estimados.
- En función de la investigación y recopilación de información sobre proyectos que afecten el área de influencia, el Consultor debe entregar una ficha que contenga la descripción de cada infraestructura o nodo de infraestructura del proyecto, la manera como éste impacta el diseño, las acciones necesarias para articular las intervenciones y una matriz de coordinación y gestión interinstitucional.

  En ella se definirán, según sea el caso, todas las gestiones que se deban adelantar con las diferentes entidades que tengan competencia en

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

desarrollo del proyecto objeto del proceso Licitatorio, bien sea para trámites como solicitud de los respectivos conceptos, determinantes, presentaciones o entregas para aprobaciones, el plazo para la gestión, el tipo de trámite, el objetivo, la conclusión y/o los temas pendientes de resolver. De estas gestiones se deben anexar como soporte las actas respectivas incluyendo la firma de los asistentes o las comunicaciones y oficios que hayan obtenido con estas gestiones.

4.3 ETAPA DE FACTIBILIDAD TÉCNICA – ESTACIONES DE PASAJEROS

Dentro del entregable Estaciones se deben incluir como mínimo los siguientes productos:

4.3.1 Diseño Estético Conceptual (para la estación típica)

Informe técnico sobre el Estudio de Búsqueda Conceptual, de acuerdo con el contenido de actividades indicado en el numeral 3.6.2 de esta especificación técnica, que incluye:

- Imágenes 3D de las tres opciones estudiadas.
- Informe arquitectónico con los conceptos elaborados, incluyendo las explicaciones sobre la visión y filosofía de cada uno de los tres conceptos.
- Documentos elaborados para las presentaciones de avance, previas a la selección de la opción a implementar.
- Presupuesto preliminar de las opciones.
- Otros documentos elaborados por el Consultor dentro del estudio de búsqueda conceptual.

Guía de diseño arquitectónico, con sus anexos, soportes técnicos, planos, imágenes, etc., elaborados por el Consultor, incluyendo los documentos elaborados para las presentaciones de avance de la guía.

4.3.2 Diseño Funcional – Operacional (para todas las estaciones)

De acuerdo con el contenido de actividades indicado en el numeral 3.6.3 de esta especificación técnica, el Consultor debe entregar, como mínimo:

- Memorias de cálculos de todos los diseños arquitectónicos y de sistemas electromecánicos. Se deben considerar todas las estaciones definidas en el diseño de factibilidad.
- Memorias e informe del diseño bioclimático y sus recomendaciones específicas.
- Informe y conclusiones sobre el potencial uso de energía solar, aprovechamiento de agua lluvia y otros aspectos que coadyuven con la autosostenibilidad del sistema.
- De manera general, para todos los sistemas o subsistemas electromecánicos, eléctricos y hidrosanitarios de las estaciones se debe

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

incluir una descripción suficiente del sistema o subsistema, incluyendo los cálculos de dimensionado básico necesarios para la definición de los diferentes componentes, además de incluir los criterios de diseño y normatividad nacional e internacional aplicados.

- Planos de las estaciones e instalaciones (para cada estación):

- Plano de conjunto, a escala 1:5000.
- Plano general de implantación urbana a escala 1:1000
- Planos de plantas, secciones y alzados, a escala 1:100
- Planos de cubiertas y drenajes a escala 1:100
- Planos de fachadas a escala 1:100
- Cuadros de áreas
- Infografías
- Informe y planos de señalética.
- Planos de definición de materiales (plantas, secciones y alzados) a escala 1:100
- Cuadros de carpinterías (puertas y ventanas) a escala 1:75
- Planos con instalaciones y equipamientos a nivel de diseño básico (abastecimiento, saneamiento, alumbrado, ventilación,) a escala 1:100 y detalles 1:75
- Imágenes que permitan visualizar la integración de la infraestructura con el entorno urbano, la distribución general de los espacios internos y el diseño estético propuesto (resolución HD 1920x1080 o superior)
- Cálculos de Evacuación (NFPA-30) y recorridos en planta.
- Definición Equipos electromecánicos.
- Definición de equipos para detección y protección contra incendios

*Las escalas de planos, no indicadas o cuales se puedan optimizar por el área de cada uno de los centros, se deben acordar previamente con el Interventor.

- Esquemas constructivos típicos.
- Cálculo de cantidades de obra estimados.