



**REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.**

**ESTUDIOS, DISEÑOS Y CONSTRUCCIÓN DE PATIOS TEMPORALES TRONCALES DEL
SISTEMA TRANSMILENIO, EN BOGOTÁ, D.C.**

CAPITULO 8 - ESTRUCTURAS

BOGOTA D. C., JULIO DE 2018

Contenido

CAPITULO 8	- ESTRUCTURAS.....	3
8.1	OBJETIVOS DEL COMPONENTE	3
8.2	NORMAS APLICABLES	3
8.3	ALCANCE	3
8.4	PRODUCTOS.....	4
8.4.1	<i>Memorias de cálculo.....</i>	<i>4</i>
8.4.2	<i>Planos estructurales</i>	<i>6</i>
8.5	PARTICULARIDADES Y LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS	8
8.5.1	<i>Consideraciones de análisis y diseño estructural.....</i>	<i>8</i>
8.5.2	<i>Acciones.....</i>	<i>10</i>
8.5.3	<i>Combinaciones de carga</i>	<i>11</i>
8.5.4	<i>Portales, patios, estaciones</i>	<i>11</i>
8.5.5	<i>Estructuras complementarias</i>	<i>12</i>
8.5.6	<i>Consideraciones Adicionales de Diseño.....</i>	<i>13</i>
8.5.7	<i>Procesos constructivos y de montaje</i>	<i>13</i>

CAPITULO 8 - ESTRUCTURAS

8.1 OBJETIVOS DEL COMPONENTE

Realizar los estudios y diseños de estructuras requeridas para el proyecto.

8.2 NORMAS APLICABLES

El Concesionario de Operación deberá dar cumplimiento a lo establecido en las normas, códigos y/o reglamentos de diseño y construcción nacionales e internacionales aplicables, dentro de los cuales cabe destacar:

- Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.
- Decreto 523 de diciembre 16 de 2010, “Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D. C.”
- Normas NTC 4774 Accesibilidad de las personas al medio físico. Espacios Urbanos y Rurales. Cruces peatonales a nivel, elevados o puentes peatonales y pasos subterráneo.
- NTC 4143 (Tercera actualización) Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios y Espacios Urbanos. Rampas fijas adecuadas y básicas.
- Cartilla de Estaciones Sencillas.
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes LRFD CCP-14, INVIAS – Resolución 108 del 26 de enero de 2015.
- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications 2012.
- Especificaciones técnicas generales de materiales de construcción para proyectos de infraestructura y de espacio público para Bogotá D. C. IDU-ET-2011.
- Especificaciones técnicas de Construcción INVIAS – 2014.
- Normas SISTEC de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado, Agua y Aseo de Bogotá.

8.3 ALCANCE

La búsqueda, recopilación y análisis de información secundaria, deberá contemplar aspectos principales como: antecedentes de proyectos, estudios y normatividad, y en general todos aquellos aspectos que permitan tener un adecuado conocimiento del proyecto desde el punto de vista estructural, lo cual se deberá complementar con el reconocimiento visual de las zonas que hacen parte del proyecto, con el objetivo fundamental de realizar un diagnóstico preliminar.

Para las estructuras nuevas se debe realizar un listado de las estructuras requeridas, definiendo el tipo de estructura, localización, dimensionamiento, identificación de los materiales, memorias de cálculo, despiece de los elementos, detalles de refuerzo y cantidades de obra.

Entre las estructuras que se deben diseñar se encuentran elementos de protección de redes, estructuras hidráulicas, elementos de modificación o complementación de redes existentes, estructuras de contención necesarias para garantizar la estabilidad o para atender la diferencia de niveles, barandas y elementos de mobiliario incluyendo sus sistemas de fijación.

Esta sección incluye todos aquellos temas referentes al dimensionamiento geométrico, revisión y cálculo de cargas, establecimiento de solicitaciones, cálculo de esfuerzos y deformaciones, selección de materiales, reforzamiento, así como, la interacción con el suelo de fundación tanto para estructuras nuevas como para estructuras existentes y las actividades requeridas en la etapa de complementación, actualización o ajustes a los estudios y diseño para la implementación de la solución prevista.

8.4 PRODUCTOS

8.4.1 Memorias de cálculo

En las Memorias de Cálculo se debe indicar en forma clara la descripción de las estructuras y los elementos que las componen así como su geometría y materiales, el registro descriptivo de los cálculos realizados para el análisis y diseño de la estructura y las consideraciones empleadas lo cual soporta y fundamenta las dimensiones y refuerzos determinados, permitiendo verificar el cumplimiento de los procedimientos exigidos por la normatividad aplicable. Comprende además, como mínimo lo siguiente:

- Descripción del proyecto (resultados generales del estudio de diseño).
- Contenido general (resultados de los análisis y diseños, resultados generales del estudio de suelos)
- Códigos y reglamentos tomados como base para la elaboración del proyecto.
- Especificaciones de materiales a utilizar en la estructura incluyendo cimentaciones y rellenos.
- Descripción de los modelos de análisis.
- Cargas de diseño, sus combinaciones y método de diseño empleado.
- Criterio para el análisis de cargas.
- Definición y justificación de los parámetros de resistencia empleados en la definición de la cimentación propuesta para las estructuras nuevas y existentes.
- Análisis sísmico.
- Verificación en condiciones de montaje, construcción y servicio.

- Resumen de resultados del análisis. Debe ser breve y conciso, que relacione mediante gráficas y tablas filtradas los resultados seleccionados de los listados dados por el software de análisis, para cada combinación de carga empleada.
- Esquemas de soporte.
- Diseño de juntas.
- Memoria de cada uno de los elementos diseñados. Debe quedar claramente definida la selección del factor de modificación de respuesta para los elementos de soporte y el diseño debe garantizar la capacidad de disipación de energía de acuerdo con las exigencias de los sismos probables definidos en la etapa de diseño.
- Memoria impresa de la utilización del computador, señalando las zonas de las cuales se tomaron los valores de diseño. (No se aceptan listados de computador sin esta consideración).
- Despieces de los elementos estructurales y sus componentes.
- Índice de Cálculos.
- Cantidades de materiales de obra a ejecutar.

Las memorias se deberán dividir en las memorias de la etapa de diagnóstico, las memorias de diseño de la estructura nueva o reforzamiento de la existente y las memorias de análisis y definición de procedimientos constructivos de cada estructura específica.

La información mínima que debe contener para cada una de las etapas las memorias son los siguientes;

8.4.1.1 Informe de recolección, validación, análisis y complementación de información

- ✓ Inventario e identificación de las estructuras existentes: Listado y localización de las estructuras que se encuentran dentro de la zona de influencia del proyecto, (si aplica)
- ✓ Listado de la información encontrada (memorias de cálculo, planos, estudios de rehabilitación o reforzamiento etc.) de las estructuras existentes,
- ✓ Análisis de vigencia, relevancia y utilidad de la información,
- ✓ Conclusiones relacionadas con la recopilación y el análisis de la información.

8.4.1.2 Diseño

- Diseño de Estructuras Nuevas
 - ✓ Listado de estructuras: Listado y localización de las estructuras Nuevas.
 - ✓ Dimensionamiento de estructuras: Diseño estructural de cada una de las estructuras nuevas, que incluya el dimensionamiento, características de los materiales, memorias estructurales

incluyendo descripción, normas, especificaciones de materiales, cargas de diseño, resultados generales del estudio de suelos, método de diseño, definición y justificación de los parámetros de resistencia, descripción de los modelos de análisis, resultados de los análisis y diseños, despieces de los elementos estructurales, entre otros.

- ✓ Planos de las estructuras propuestas: Planos firmados que contenga las dimensiones, detalles del refuerzo, incluyendo plantas y cortes de todos los elementos estructurales tanto de cimentación, subestructura y superestructura, planos con planta de localización, indicando ejes, conectantes, tramos de estructura y puntos de ejecución de sondeos geotécnicos, especificaciones generales, plantas y alzados de cada estructura y detalles de construcción.
- ✓ Procesos constructivos y/o de montaje: Guía para la construcción y montaje, verificando a través de modelaciones matemáticas el estado de esfuerzos y deformaciones de los diferentes elementos estructurales, que incluya la condiciones a tener en cuenta antes, durante y después de la construcción con el fin de evitar afectaciones a obras de infraestructura, estructuras adyacentes, espacios públicos, zonas de preservación ambiental y otras. Se deben incluir planos indicando niveles de demolición, protecciones de excavaciones, secuencias de construcción y montaje, etc.
- Estimación de Cantidades de Obra y personal
 - ✓ Listado de ítems de obra: Ítems del componente de estructuras y descripción detallada de los mismos, para reforzamiento, rehabilitación, adecuación, mantenimiento y/o construcción.
 - ✓ Cálculo de cantidades de obra: Memoria de cantidades de materiales de obra con base en los estudios y diseños realizados que incluya la cartilla de despiece de hierros por cada elemento.
- Documento Técnico de Soporte
 - ✓ Especificación de construcción: Identificación y definición de las especificaciones generales y anexar las particulares por cada uno de los ítems de obra.
 - ✓ Planos Firmados y vigentes de los productos del estudio en Planta y Perfiles.
 - ✓ Licencia de construcción o justificación en caso de no requerirse (para proyectos de edificaciones).
 - ✓ Plano de Planta y perfil general de verificación donde se muestre la superposición de las redes de servicios públicos con las estructuras diseñadas.

8.4.2 Planos estructurales

8.4.2.1 Diseño

El Concesionario de Operación deberá ser consciente que este es el principal insumo para adelantar las labores de construcción, por lo cual los planos deben permitir la verificación de los siguientes aspectos:

- Definición y localización de la Estructura incluyendo planos con plantas generales y alzadas.

- Consistencia y uniformidad entre los diferentes dibujos y planos.
- Detalles de los elementos estructurales incorporados en la solución.
- Detalles constructivos especiales.
- Despieces detallados de cada uno de los elementos estructurales existentes y proyectados tales como vigas, pilas, cimentaciones y rampas, con plantas y alzados, incluyendo despieces de refuerzo de elementos de concreto. Dimensionamiento completo.
- Especificación de materiales.
- Especificación de las cargas de diseño.
- Especificaciones especiales sobre la fundación de estructuras.
- Los planos deben contener el resumen del estudio de suelos (perforaciones) identificando la localización de cada perforación, características y propiedades mecánicas y cuadros de cantidades de obra.
- Planos de fabricación y montaje con sus respectivas recomendaciones.
- Detalles generales de Construcción a escalas comprensibles.
- Cantidades de obra.

Como mínimo se deberán estructurar los planos de la siguiente forma, sin perjuicio de que la interventoría o el Ente Gestor exijan o el Concesionario decida incorporar complementaciones a lo indicado:

- Índice de planos con el proyecto general.
- Planta de la localización del proyecto georreferenciado. Indicando ejes, conectantes, tramos de estructura y puntos de ejecución de sondeos geotécnicos nuevos o existentes, diferenciando estructuras nuevas y/o existentes a reforzar, y delimitando el proyecto.
- Plano de especificaciones generales de diseño incluyendo cargas, normativas utilizadas, relación de estudios anteriores tenidos en cuenta; y cuadro general de cantidades de obra y especificaciones de materiales a emplear, entre otros.
- Planos generales de cada conectante o tramo de estructura en planta y alzado, indicando ejes, longitudes, alturas, gálidos horizontales y verticales, sitios de juntas de dilatación, pendientes, radios de curvatura, etc.; incluyendo en el corte un perfil estratigráfico del suelo de fundación con indicación a las perforaciones nuevas y existentes y detallando las principales propiedades de los diferentes estratos del suelo de fundación. En el caso de estructuras existentes a reforzar, deberán enumerarse cada una de las labores a ejecutar referenciando los puntos de intervención.

- Plantas de Cimentaciones por conectante o tramo de estructura. Se deberá elaborar una planta de cimentaciones con dimensiones generales de cada unidad de cimentación, coordenadas de cada eje de cimentación, ubicación de pilotes (si aplica), longitud entre ejes de cimentación, cotas, cortes de geometría general de cada unidad de cimentación indicando niveles de desplante del dado o zapata, de pilotes, y de superficie actual de terreno y superficie proyectada para cada unidad de cimentación.
- Planos de detalle de unidades de subestructura por conectante o tramo de estructura. se deberán elaborar dibujos de dos vistas en alzado donde se presente la geometría completa de cada unidad de subestructura, incluyendo cortes transversales; adicionalmente, para las mismas vistas y cortes elaborados para identificar la geometría se deberán realizar dibujos adicionales en los cuales se realice el detallado del refuerzo. Se deberán incluir cuadros de despiece detallado de refuerzo, y cuadros de volúmenes de concretos, y especificaciones de los materiales en general y mezclas de concreto a emplear.
- Planos de detalle de unidades de superestructura por conectante o tramo de estructura. Se deberá aplicar el mismo criterio que para los tramos de subestructura.
- Planos de detalles de construcción, como formaletas, niveles de demolición, protecciones de excavaciones, secuencias de montaje, etc.

8.5 PARTICULARIDADES Y LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS

8.5.1 Consideraciones de análisis y diseño estructural

El Concesionario de Operación debe ser consciente que deberá efectuar dos (2) diferentes tipos de análisis, a saber: el primero para el diseño de la estructural inicial o de reforzamiento y el segundo para verificar el diseño bajo las condiciones propuestas de montaje.

En el primer caso deberá modelarse totalmente la interacción entre las diferentes estructuras proyectadas, incluyendo rampas y escaleras y cimentación; e incluir en la modelación los efectos de interacción suelo estructura.

El Concesionario de Operación deberá adelantar el análisis y diseño en forma tal que la estructura sea provista de articulaciones (rótulas) que puedan desarrollar la plastificación ante las cargas espectrales determinadas dentro de los lineamientos establecidos en el presente documento, con el fin de disipar la energía sísmica protegiendo los elementos de más difícil mantenimiento en caso de un evento sísmico, concentrando el daño en zonas de fácil acceso y minimizando costos de reparación y mantenimiento; las articulaciones o rótulas deberán concentrarse en los elementos de columna, principalmente, o donde el diseñador lo estime conveniente después de ser revisado y aprobado por la Interventoría. Se deberá tener en cuenta un chequeo en aquellos casos en que los niveles de relleno y las zonas duras ejerzan algún tipo de restricción al libre comportamiento de columnas evitando efectos de columnas cortas u otras condiciones.

Se deberá tomar como consideración de diseño que la estructura no puede colapsar para las cargas de diseño incluido el sismo con las características espectrales definidas. Se deberá establecer como criterio de análisis el hecho de que los elementos, y en especial los pilotes, no

deberán ser exigidos por encima del rango elástico, sin que esto implique sobredimensionamiento, ya que al proporcionar las articulaciones, los valores de momento y cortante sísmico no deberán superar los valores plásticos de las rótulas, los cuales no pueden ser superiores a los elásticos de los mencionados elementos. Los fusibles sísmicos podrán implementarse tanto para movimientos esperados en sentido transversal como en sentido longitudinal, involucrando dentro del trabajo de disipación la capacidad de absorción de energía de los rellenos, este aspecto debe quedar claramente definido en las memorias de cálculo.

Cuando la solución geométrica exija diseñar estructuras nuevas que presentan empalmes o juntas de construcción con estructuras existentes, o las estructuras nuevas se proyecten adyacentes a estructuras existentes, debe revisarse en detalle tanto la compatibilidad de deformaciones y que el tipo de junta a emplear sea apta para absolverlas, como que el distanciamiento entre estructuras sea tal que no exista golpeteo entre la estructura proyectada y la estructura existente, en la eventualidad de que el movimiento, por efectos inerciales de ambas estructuras, sea convergente.

El Concesionario de Operación deberá poner especial cuidado en el diseño y definición de cargas actuantes de elementos críticos en la estructura como: secciones de apoyo, voladizos, ménsulas, etc., ya que en muchos casos en la concepción del modelo estructural se realizan suposiciones de conexiones o transferencias de carga que en la realidad generan que este tipo de elementos, de los cuales depende en gran medida la estabilidad estructural, queden sub-diseñados.

Se deberá poner especial atención al sistema y longitud de apoyo de los elementos utilizando como mínimos los valores definidos de acuerdo a las normas, pero seleccionando dicha longitud según los movimientos longitudinales y transversales (revisar posibilidad de divergencia de movimiento de unidades de apoyo) derivados del análisis estructural.

Se deberán realizar los diseños estructurales correspondientes y se deberán verificar y establecer las recomendaciones pertinentes para las obras de taludes, andenes, y protección a redes de servicios públicos, barreras de protección; así mismo deberá efectuarse una verificación del sistema de barandas y su anclaje a la estructura conforme a la formulación de diseño.

El Concesionario de Operación deberá definir la vida útil de la estructura en términos de durabilidad y patología de materiales, estudiando las medidas preventivas para evitar el deterioro por agentes agresivos del ambiente donde se proyecta, para lo cual deberá con base en los agentes existentes efectuar una modelación del efecto de estos en el tiempo con relación al avance de frentes de carbonatación en superficies de concreto y de reducciones de espesores de elementos metálicos por la acción de fenómenos de corrosión; diseñando las medidas a implementar desde la construcción como por ejemplo: mayores espesores de recubrimiento del acero de refuerzo, características de las mezclas de concreto, sistemas y espesores de recubrimientos de elementos metálicos, recubrimientos de protección de superficies de concreto, etc.; y elaborando una guía de mantenimiento correctivo, preventivo y rutinario que permita garantizar la durabilidad de las estructuras durante la vida útil definida.

En esta etapa el Concesionario de Operación deberá analizar las diferentes alternativas de reforzamiento de cada uno de los elementos componentes de la estructura, en forma tal que se logre el diseño óptimo; incluso conforme a la magnitud inicial del reforzamiento posible se deberá efectuar una comparación técnico económica en la cual se determine si la mejor solución es el reforzamiento o la reconstrucción parcial (reconstrucción de algunos elementos de la estructura)

o la reconstrucción total de la estructura de acuerdo al volumen de la intervención requerida, los precios del mercado y las actividades futuras de intervención que sean previsibles. (si aplica)

8.5.2 Acciones

En el cálculo de los elementos estructurales se deben considerar por lo menos las siguientes acciones:

8.5.2.1 Acciones permanentes

- **Peso propio de la estructura (DC):** El peso propio de los distintos elementos estructurales de concreto reforzado y presforzado se calculará a partir de su geometría, sección transversal, adoptando una densidad de 24KN/m^3 . Y para las estructuras metálicas una densidad de 78KN/m^3 .
- **Peso de cargas muertas (DW):** Debe incluir el peso de todos los componentes, y sus aditamentos, de la estructura, de los recubrimientos del suelo, pavimentos, de los recubrimientos futuros, y de los ensanchamientos proyectados.
- **Carga de Suelo (EH, ES y DD):** Incluye las cargas por presión de suelo, por sobrecarga de suelo, y por fricción negativa

8.5.2.2 Acciones variables

- **Cargas vivas vehiculares de camión y uniforme en carril componentes verticales (LL):** La carga viva vehicular en las calzadas o en estructuras incidentales, designada como CC-14, debe consistir en una combinación de Camión o tándem de diseño, y Carga de carril de diseño. Cada carril de diseño bajo consideración debe estar ocupado por el camión o por el tándem de diseño, coincidente con la carga de carril, donde sea aplicable.

En el caso de que forme parte del trazado de troncales TransMilenio existentes o futuras se deberán efectuar evaluaciones adicionales con la utilización de las cargas impuestas de los Buses TransMilenio, sin aplicar el criterio de reducción por simultaneidad de cargas por número de carriles, redefiniendo los parámetros de impacto generados por el bus de acuerdo con los resultados obtenidos en el contrato IDU 019 de 2005 cuyo objeto fue *“La realización de pruebas de cargas dinámicas con el bus TransMilenio para los puentes de la calle 80 por NQS, 68 y Boyacá”*.

- **Carga viva de peatones:** La carga viva será de 450 kg/m^2 como mínimo. Sin embargo en el caso de estaciones deberá adicionalmente tenerse en cuenta lo descrito en las normas NSR-10.
- Flujo plástico del concreto (CR).
- Retracción del concreto (SH).
- Gradiente térmico (TG).
- Temperatura uniforme (TU).

- Efectos de preesfuerzo interno o externo. Dentro de la evaluación de cargas se deberá contemplar y se deberán simular las condiciones del sistema de preesfuerzo previsto de vigas nuevas, así mismo en el caso de estructuras existentes que requieran aumentar su capacidad deberá simularse de ser aplicable el preesfuerzo externo que sea definido.

8.5.2.3 Acciones accidentales

- **Sismo (EQ):**

Se deberán utilizar los espectros de diseño que recomiende el especialista en geotecnia de acuerdo con las exigencias descritas en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y/o el Decreto Distrital 523 de 2010. A criterio del especialista en geotecnia para aquellas estructuras cercanas a espectros calculados mediante estudios de amenaza sísmica local ya aceptados, que presenten las mismas condiciones del subsuelo y características similares de respuesta sísmica local, deberá analizarse la posibilidad de homologar los mismos y utilizarlos en los estudios y diseños estructurales; finalmente, para aquellas estructuras donde no exista información de estudios previos o no se tenga previsto estudios de amenaza sísmica local se deberán utilizar los espectros definidos por el estudio de microzonificación sísmica tal como lo exige el Decreto Distrital mencionado o en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes.

8.5.3 Combinaciones de carga

Para estructuras de estaciones y edificios deberán tener en cuenta las combinaciones de carga descritas en la NSR-10, incluyendo los enlaces peatonales internos de los mismos, tipo puente, salvo cuando se trate de túneles peatonales o puentes peatonales sobre cuerpos de agua o calzadas vehiculares.

Para estructuras hidráulicas deberán tenerse en cuenta los tipos de carga y combinaciones definidos en la norma técnica SISTEC de la EAB-ESP.

Para estructuras de conducción de aguas y de estabilización y/o contención asociadas a las vías vehiculares, deberán tener en cuenta las combinaciones de carga descritas en el LRFD CCP-14; teniendo en cuenta combinaciones adicionales que contemplen un porcentaje de carga viva como carga muerta para las combinaciones de carga que involucran los análisis sísmicos, a fin de tener en cuenta las probables congestiones de tráfico peatonal y vehicular y cubrir la eventualidad de existencia de cargas vivas cuando ocurra el evento sísmico, para tal propósito el Concesionario de Operación deberá definir el porcentaje de carga viva a utilizar de acuerdo con la composición del tráfico y el nivel de congestión esperado.

No obstante, lo anterior el especialista deberá advertir cualquier incongruencia entre las diferentes normativas de referencia y adoptar las combinaciones de diseño aplicables al proyecto específico.

8.5.4 Portales, patios, estaciones

Se debe realizar los estudios y diseños de patios temporales requeridos para el Sistema Troncal de TransMilenio de acuerdo con la normatividad vigente y teniendo en cuenta los *Parámetros técnicos operacionales* elaborado por Subgerencia Técnica y de Servicios de TransMilenio.

8.5.5 Estructuras complementarias

Las estructuras complementarias comprenden entre otras, obras civiles como elementos de tratamiento y distribución de agua potable, lluvia y residual, elementos de protección de redes, así como aquellas estructuras de contención y soporte.

Entre las principales estructuras complementarias se pueden enumerar: los muros de gravedad, muros en voladizo, muros anclados, canales, cunetas y canaletas, box culvert, cajas de interconexión de redes, cajas para accesorios en redes de acueducto (válvulas, pitómetros, bocas de acceso, ventosas, etc.), entre otros.

El Concesionario de Operación deberá realizar de acuerdo a las necesidades hidráulicas específicas, la identificación, dimensionamiento geométrico y estructural y cuantificación de las estructuras complementarias nuevas que deberán diseñarse.

Así mismo, deberá efectuar una verificación estructural adicional a la exigida por la EAB del estado de conservación de las estructuras existentes, efectuando una investigación preliminar tanto de documentación como de reconocimiento directo de las estructuras (levantamiento dimensional y estructural) incluyendo la programación de ensayos de diagnóstico estructural en caso de considerarse necesario. Se deberá efectuar un análisis de alternativas desde el punto de vista de capacidad hidráulica, deterioro estructural, y capacidad de carga (cargas transitorias y permanentes mayores a las de diseño inicial) desde lo cual se permita establecer las necesidades entre reforzar y reconstruir parcial o totalmente, y partiendo de prediseños que permitan analizar también la implicación económica de cada una de las alternativas propuestas. (si aplica)

Lo anterior a fin de definir cuáles de estas estructuras podrán ser reforzadas o por el contrario diseñadas nuevamente.

Para el diseño de las estructuras de tratamiento y distribución de aguas deberá presentarse una modelación en elementos finitos en la cual se presenten los esfuerzos y deformaciones máximas a las que se verá sometido el elemento estudiado. Con relación a las consideraciones de diseño y a las solicitudes de las normas establecidas. Dicho modelo debe venir acompañado de la respectiva verificación y diseño respectivo. En ningún caso se aceptará un listado de computador sin que exista la verificación respectiva del especialista encargado.

Para el diseño de las estructuras de contención deberán ser tenidos en cuenta durante los análisis de estabilidad, las características del suelo, condiciones hidráulicas, los coeficientes de presión actuantes, la geometría de la estructura propuesta, las sobrecargas de las obras vecinas, los sistemas y procesos constructivos y los efectos sísmicos, entre otros. Así mismo, los factores de seguridad para las diversas verificaciones de comportamiento establecidas, deben cumplir con lo establecido en el CCP-14 y/o en el capítulo H de la NSR-10 siendo como mínimo los indicados en la tabla H.6.9-1 (NSR-10).

Dentro de los productos correspondientes al diseño estructural de estos elementos y que deben ser entregados por el Concesionario de Operación están los modelos matemáticos y de computador implementados, las memorias de cálculo, los planos de todas las plantas, despieces, cortes y detalles de los elementos estructurales, así como las especificaciones técnicas, información que determinará con todo detalle las partes de la estructura necesarias para su interpretación y ejecución material en la obra.

8.5.6 Consideraciones Adicionales de Diseño

Las barandas, pasamanos y bordillos deberán cumplir con lo exigido en la norma NTC 4774. Así mismo, se deberá prever en el acabado de los pasamanos (definidos por la norma a 60 y 90 cm de la superficie peatonal) que el contacto de la mano con el pasamanos sea agradable al tacto y su aspecto debe invitar al usuario a asirse de él con firmeza y seguridad con continuidad a lo largo del enlace peatonal. Adicionalmente, deberá tenerse en cuenta que para los pasamanos debe especificarse un color contrastante con la baranda de protección para que resalte y pueda ser identificado fácilmente por los peatones con baja visión.

Cuando las estructuras existentes no permitan su adecuación para cumplir con la normatividad vigente en términos de acceso a personas con movilidad reducida exigiendo la reconstrucción total o parcial como alternativa, el Concesionario de Operación deberá efectuar una mesa de trabajo para definir conjuntamente con la interventoría y el Ente Gestor las medidas correctivas a adoptar y a diseñar.

Para las superficies en concreto deberá definirse en las especificaciones de construcción que las formaleas sean metálicas y garanticen un acabado uniforme, limpio y libre sin quiebres, porosidades, rugosidades, etc.

8.5.7 Procesos constructivos y de montaje

El Concesionario de Operación deberá definir cada uno de los procesos constructivos y de montaje de estructuras verificando a través de modelaciones matemáticas el estado de esfuerzos y deformaciones de los diferentes elementos estructurales tanto de estructuras nuevas como existentes y de las excavaciones, definiendo puntos de control y especificaciones del proceso de construcción; aspectos que deberán estar coordinados con las posibilidades de efectuar restricciones al flujo vehicular y ciclo-peatonal según los procesos de construcción estimados.

El Concesionario de Operación deberá especificar detalladamente las secuencias de excavación y vaciado verificando esfuerzos generados durante la construcción, garantizando que durante el proceso constructivo los empujes generados no ocasionen desplazamiento; también se deberán definir las condiciones mínimas requeridas por la excavación para mantener la estabilidad (deberán hacerse modelaciones matemáticas de estabilidad desde el punto de vista geotécnico) de la misma durante todo el proceso de construcción, incluyendo los sistemas para el control de estabilidad de excavaciones durante la construcción.

Igualmente, en el caso de reforzamiento de estructura se deberán efectuar los mismos análisis dentro de los cuales se deberán definir, entre otros, en el recalce de dados, columnas, vigas, etc., cuál será la altura máxima de demoliciones de recubrimiento en cada fundida para evitar poner en riesgo la estabilidad estructural, en el caso de sellado o inyección de fisuras o grietas o recalces definir como se evitarán microfisuraciones o falta de monolitismo entre la capa de recalce y el tablero existente como consecuencia de las vibraciones durante el período de maduración temprana de los epóxicos de inyección y las mezclas de concreto.