REPUBLICA DE COLOMBIA

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

ALCALDIA MAYOR
BOGOTA D.C.
Instituto
DESARROLLO URBANO

CONCURSO DE MÉRITOS

ACTUALIZACIÓN Y/O AJUSTES Y/O COMPLEMENTACIÓN Y/O ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LOS SANTOS DE LA VEREDA EL VERJÓN, LOCALIDAD DE CHAPINERO, EN BOGOTÁ D.C. EN CUMPLIMIENTO DE LA ACCIÓN POPULAR AP 2015-000761

CAPÍTULO 9

COMPONENTE ESTRUCTURAS

BOGOTÁ D.C., OCTUBRE DE 2023

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 9 3
9.1 OBJETIVOS DEL COMPONENTE 3
9.2 ANTECEDENTES 3
9.3 NORMAS APLICABLES 4
9.4 ALCANCE 4
9.5 PRODUCTOS 5
9.5.1 Memorias de cálculo 5
9.5.2 Planos Estructurales 6
9.5.3 Productos Mínimos a Entregar 8
9.5.3.1 Informe de recolección, validación, análisis y complementación de información ... 8
9.5.3.2 Etapa de ajuste, actualización y/o complementación y/o elaboración de estudios y diseños 8
9.6 ACCIONES 10
9.6.1 Acciones en Puentes 10
9.6.1.1 Acciones permanentes 10
9.6.1.2 Acciones variables 11
9.6.1.3 Acciones accidentales 12
9.6.2 Combinaciones de Carga 12
9.7 PARTICULARIDADES Y LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS 12
9.7.1 Estudios de Patología y Reforzamiento de Estructuras Existentes (si aplica) 12
9.7.2 Criterios de Planeación e Implantación de Puentes 15
9.7.2.1 Generalidades 15
9.7.2.2 Puentes Vehiculares 17
9.7.2.3 Puentes sobre cuerpos de agua 18
9.7.3 Consideraciones de Análisis y Diseño Estructural 18
9.7.3.1 Generalidades 18
9.7.4 Estructuras Complementarias 21
9.7.5 Consideraciones Adicionales En Diseños de Reforzamiento Estructurales (si aplica) 22
9.8 PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y DE MONTAJE 23
9.9 PRUEBAS DE CARGA ESTÁTICAS Y DINÁMICAS 24

CAPÍTULO 9

ESTRUCTURAS

La presente sección está dedicada a la concepción, complementación, ajuste y/o elaboración del análisis y diseño de las estructuras resultantes en el proyecto y la evaluación de estructuras existentes en la zona, así como la verificación y revisión de los diseños estructurales existentes, y demás actividades requeridas para la complementación o actualización o ajustes de estudios y diseños para la implementación de la solución prevista para el proyecto; la cual abarca todos aquellos temas referentes al dimensionamiento geométrico, la evaluación de solicitaciones, revisión y 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.

La información que se presenta a continuación corresponde a una guía general de los parámetros a tener en cuenta en los diseños estructurales requeridos en el proyecto y que para el presente caso serán aplicables a estructuras principales como puentes sobre cuerpos de agua y a estructuras complementarias tales como: estructuras hidráulicas, estructuras de contención, estructuras de mobiliario urbano incluyendo sus sistemas de fijación y demás que puedan requerir cálculos estructurales.

La revisión, actualización, ajustes, complementación y/o elaboración de los estudios y diseños estructurales, así como la aplicación de los lineamientos que se presentan en el presente capítulo deberán ser realizados por un profesional especialista en estructuras con experiencia, quien deberá verificar los parámetros que son aplicables al proyecto.

En el documento se presentan las recomendaciones generales en la planeación de nuevos proyectos en la ciudad de Bogotá, relacionadas con la revisión de las estructuras existentes en la zona que se ven afectadas con la implementación del proyecto, así como los requisitos generales para el diseño de nuevas estructuras.

9.1 OBJETIVOS DEL COMPONENTE

Verificar el estado, definir y diseñar el tipo de intervención que se debe realizar a las estructuras existentes y definir y diseñar las estructuras nuevas que requiere el proyecto.

9.2 ANTECEDENTES

El contratista deberá efectuar el análisis de información primaria y secundaria, así como tener en cuenta los estudios realizados por el IDU mediante los siguientes contratos:

Contrato IDU 1667 de 2015. “ESTUDIOS, DISEÑOS Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN EN PUENTES VEHICULARES AÑO 2015, EN BOGOTÁ D.C., INCLUYE SUPERESTRUCTURA, SUBESTRUCTURA Y ACCESOS”.

Teniendo en cuenta, que los contratos mencionados anteriormente pueden referir a otros contratos relacionados o anteriores, estos deberán ser consultados, igualmente, en el repositorio institucional del IDU.

Cabe mencionar que el listado anterior es una guía de la documentación que deberá ser buscada, revisada y analizada, ya que, el consultor deberá realizar la consulta en el IDU y demás entidades y empresas, que puedan tener información de los diseños, obras, reforzamientos y mantenimientos que existan de las estructuras encontradas dentro de la zona de intervención del proyecto.

9.3 NORMAS APLICABLES

El Consultor 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:

- Norma Colombiana de Diseño de Puentes. LRFD. CCP-14, INVIAS - Resolución 108 del 26 de enero de 2015
- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications 2012. American Association of State Highway Bridges
- LRFD Guide Specifications for the Design of Pedestrian Bridges de la AASHTO
- Decreto 279 del 09 de septiembre de 2003 “Por la cual se reglamentan los puentes peatonales en el Distrito Capital”
- Decreto 523 de diciembre 16 de 2010, Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C.
- Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10
- 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
- NCHRP350. Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features.
- NCHRP537. Recommended Guidelines for Curb and Curb–Barrier Installations.
- EN 1317. Road restraint systems. Norma Europea para barandas en puentes vehiculares.
- Roadside desing guide AASTHO. Versión actualizada
- Manual for assessing safety hardware (MASH). FHWA
- Normas SISTEC de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado, Agua y Aseo de Bogotá.
- Especificaciones técnicas de Construcción INVIAS – 2014.
- Especificaciones técnicas generales de materiales de construcción para proyectos de infraestructura y de espacio público para Bogotá D. C. IDU-ET-2018.

9.4 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 cada una de las estructuras existentes, se debe realizar el inventario, levantamiento topográfico e identificación de las patologías existentes, así como la identificación de la intervención que se debe realizar en cada una de ellas indicando si se deben conservar, recuperar, reforzar, o demoler y el procedimiento a seguir para su intervención y afectación con las obras existentes y por construir.

Para el caso de cada una de las nuevas estructuras identificadas en el proyecto se debe realizar el listado y la localización en las mismas, así como su dimensionamiento, la identificación de las características de los materiales, diseños de detalle, memorias de cálculos, despieces de los elementos y detalles de refuerzo entre otros, de igual manera se deben realizar los planos estructurales y la guía para la construcción y montaje.

Por otro lado, se requiere la identificación de las cantidades de obra que permita obtener el presupuesto de las mismas y la identificación de las dedicaciones y perfiles de los profesionales requeridos en obra para este componente.

Entre las estructuras que se deben diseñar se encuentran puentes a desnivel, puentes a nivel, box culvert, deprimidos, glorietas a desnivel, estaciones, portales, estructuras eléctricas, 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, estructuras sobre canales, 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 estudios y diseño para la implementación de la solución prevista.

9.5 PRODUCTOS

9.5.1 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.
- Incluir información acerca de los resultados del estudio de suelos, describiendo los criterios de diseño y recomendaciones propuestas por el geotecnista para el diseño de las estructuras de contención, las cimentaciones requeridas y la evaluación de estructuras existentes y/o nuevas, incluyendo como mínimo la capacidad portante del suelo y los parámetros geotécnicos empleados en la evaluación de cargas si hay lugar a ello.
- Especificaciones de materiales a utilizar en la estructura incluyendo cimentaciones y rellenos.
- Esquemas de localización de las estructuras y sus diferentes elementos.
- Descripción de los modelos de análisis.
- Cargas de diseño y combinaciones utilizadas.
- Esquemas de aplicación de cargas en los modelos.
- Métodos de análisis y diseño empleados.
- 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.
- Memorias de análisis y definición de procesos constructivos para todas las estructuras y memorias de diseño o protocolos de pruebas de carga para puentes.
- 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 los códigos vigentes.

- 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 y obras de intervención de la estructura existente, las memorias de análisis y definición de procedimientos constructivos y las memorias de diseños o protocolos de las pruebas de carga de cada estructura específica.

9.5.2 Planos Estructurales

El Consultor 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.
- ✓ Localización, tipo y detalles de conexiones entre elementos estructurales y sistema de limpieza y protección en el caso de estructuras de acero.
- ✓ Los planos de todas las plantas, despieces, cortes y detalles de los elementos estructurales.
- ✓ 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 IDU exijan o el Consultor 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.

- ✓ Planos generales de cada estructura en planta y alzado, indicando ejes, longitudes, alturas, gálibos horizontales y verticales

- ✓ 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 vial o tramo de estructura en planta y alzado, mostrando la topografía e indicando ejes, longitudes, alturas, gálibos horizontales y verticales, sitios de juntas de dilatación, pendientes, radios de curvatura, peraltes, 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.

- ✓ Planos de detalle de cada estructura. Se deberán elaborar dibujos en planta, cortes transversales, longitudinales y demás que sean necesarios y aclaratorios, donde se presente la geometría completa de cada elemento estructural y las especificaciones de refuerzos principales y secundarios indicando diámetros de refuerzo, separaciones y longitudes. 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. Cada detalle estructural tales como huecos para paso de tuberías, accesos a tanques, etc., debe dibujarse con sus dimensiones y armaduras propias.

- ✓ Planos para indicar la interdependencia y conexiones entre los elementos estructurales, incluidos los detalles tipo de las diferentes juntas utilizadas en la concepción del proyecto.

- ✓ Plantas de Cimentaciones. 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. El plano general de cimentación debe contar con el espacio para el visto bueno del geotecnista, responsable del estudio de suelos con el que se realizó el diseño de la cimentación, el cual debe contener como mínimo el nombre, la matrícula profesional y la firma.

- ✓ Planos de detalle de unidades de subestructura. 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. Se deberá aplicar el mismo criterio que para los planos de subestructura, detallando la sección transversal típica de la estructura tanto a nivel de dimensionamiento como de refuerzo de sus componentes (vigas, tableros, diafragmas, voladizos, bordillos, new-jersey) mostrando despieces longitudinales de las vigas y adicionalmente los detalles del sistema de pre-esforzado (si aplica), detalles de baranda, juntas, drenajes, apoyos, topes sísmicos, losas de aproximación, conexiones y en general todos los

detalles constructivos requeridos incluyendo cuadros de despiece detallado de refuerzo, y cuadros de volúmenes de concretos y especificaciones de os materiales.

- ✓ Plano de revisión de interferencias en el proyecto en el cual se deben presentar las plantas de cimentación georreferenciadas de todas las estructuras con la superposición de redes hidráulicas y secas que permita verificar que no existe ninguna interferencia entre los diseños. Este plano debe contar con el visto bueno de los especialistas de redes secas e hidráulicas.

- ✓ Se deberán incluir cuadros de despiece detallado de refuerzo, cuadros de volúmenes de concretos, cuadros de cantidades de estructura metálica y demás cantidades estructurales especificadas en el proyecto, así como especificaciones de los materiales en general y mezclas de concreto a emplear, recubrimientos de estructuras metálicas.

- ✓ Planos de detalles de construcción, como formaletas, niveles de demolición, protecciones de excavaciones, secuencias de montaje, etc.

- ✓ Planos de levantamiento estructural de la estructura existente. Sin importar si se encontraron planos del proyecto inicial, el Consultor deberá elaborar planos de levantamiento estructural incluyendo geometría de cada uno de los elementos a intervenir y su acero de refuerzo con cortes y alzados, diámetros, longitudes, etc. Si el Consultor obtiene información de la estructura como fue construida podrá usarla como referencia, pero el resultado final será el plano detallado de la estructura ajustado a las condiciones actuales. (sólo aplica para estructuras existentes).

- ✓ Planos para el seguimiento a la ejecución de pruebas de carga, los cuales deberán incluir todas las tablas de control, el tipo de carga, el posicionamiento de la misma en cada una de las etapas, los equipos a emplear y lugares de instalación incluyendo las especificaciones mínimas de los equipos.

9.5.3 Productos Mínimos a Entregar

9.5.3.1 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,

- ✓ Listado de la información encontrada (memorias de cálculo, planos, estudios de rehabilitación o reforzamiento etc.) de las estructuras existentes y/o de las estructuras planteadas,

- ✓ Análisis de vigencia, relevancia y utilidad de la información,

- ✓ Conclusiones relacionadas con la recopilación y el análisis de la información.

9.5.3.2 Etapa de ajuste, actualización y/o complementación y/o elaboración de estudios y diseños

- Obras para Estructuras Existentes

- ✓ Estructuras que no requieren intervención: Características de las estructuras que no requieren intervención, estado actual, ensayos realizados en la etapa de Estudios y Diseños,

recomendaciones para la ejecución de la obra contigua sin afectar la estabilidad de la estructura que no requiere intervención.

- ✓ Estructuras para rehabilitar o a mantener: Definición del procedimiento por estructura a implementar para su rehabilitación o mantenimiento, identificando las actividades, materiales y especificaciones, según las normas técnicas vigentes, incluyendo planos con planta de localización, especificaciones generales, cimentación, planta y alzado de cada estructura y detalles de construcción.

- ✓ Estructuras para reforzar y/o ampliar: Diseño de la solución del reforzamiento y/o ampliación, y definición del procedimiento por estructura a implementar para su reforzamiento y/o ampliación, identificando las actividades, materiales y especificaciones, según las normas técnicas vigentes, incluyendo planos con planta de localización, especificaciones generales, cimentación, planta y alzado de cada estructura y detalles de construcción. Además, debe incluirse el procedimiento de construcción y/o montaje (definición reforzamiento- mejoramiento o incremento de la resistencia y capacidad estructural)

- ✓ Estructuras para demoler: Guía para la demolición, que incluya la condiciones a tener en cuenta antes, durante y después, con el fin de evitar afectaciones a obras de infraestructura, estructuras adyacentes, espacios púbicos, zonas de preservación ambiental y otras. Además, debe incluir los volúmenes esperados de escombros.

- Diseño de Estructuras Nuevas

  - ✓ Listado de estructuras: Listado y localización de las estructuras Nuevas, de acuerdo con la nomenclatura vial de la ciudad, los CIVs del segmento donde se encuentren con sus respectivos códigos de identificación.

  - ✓ 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, cantidades de obra. 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 púbicos, 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.

- ✓ Perfiles profesionales y dedicaciones: Identificación de los perfiles de los profesionales, técnicos y personal asistencial de acuerdo con las tablas de perfiles del IDU, indicando la cantidad de cada uno y porcentaje de dedicación para la ejecución de la obra en las etapas de actividades preliminares y de construcción tanto para el constructor como para el interventor.

- 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.

- ✓ Identificación de riesgos previsibles del componente que puedan afectar el desarrollo del proyecto.

- ✓ Conclusiones y recomendaciones generales y específicas del proyecto a tener en cuenta en la siguiente etapa.

- Informe Pruebas de Carga Estáticas y Dinámicas

- ✓ Memoria de cálculo, que incluya la metodología (además de los soportes de la modelación realizada por medio de graficas o tablas del software de diseño utilizado), los resultados, conclusiones y recomendaciones para ejecutar estos procedimientos de obra.

- ✓ Planos estructurales para la realización de las pruebas, que incorporen las especificaciones a detalle para su ejecución de acuerdo a los análisis realizados.

9.6 ACCIONES

9.6.1 Acciones en Puentes

En el cálculo de los elementos estructurales de estructuras que se rijan por el CCP-14 se deben considerar por lo menos las siguientes acciones, para estructuras diferentes deberá revisarse lo estipulado en el código aplicable:

9.6.1.1 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 la densidad propia de los materiales utilizados

- ✓ **Peso de cargas muertas (DW)**: Debe incluir el peso de todos los componentes de la estructura, adicionales a los elementos estructurales, que estarán siempre colocados en la estructura, tales como: barandas, pisos, cielorasos, equipos fijos, pavimentos, incluyendo los recubrimientos

futuros, y de los ensanchamientos proyectados, etc; efectuando los ajustes a las cargas calculadas por los modelos con base a estimaciones reales de cargas muertas de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes.

- ✓ **Carga de Suelo (EH, ES y DD)**: Incluye las cargas por presión de suelo, por sobrecarga de suelo, y por fricción negativa.

9.6.1.2 Acciones variables

- ✓ **Cargas vivas vehiculares de camión y uniforme en carril componentes verticales (LL):** La carga viva vehicular en las calzadas del puente 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.

- ✓ **La fuerza de carga viva extrema debe determinarse considerando cada combinación** posible del número de carriles cargados multiplicados por un factor correspondiente de presencia múltiple para tener en cuenta la probabilidad de ocupación simultánea de los carriles por la carga viva HL93 completa. En puentes vehiculares las cargas peatonales pueden tomarse como un carril cargado, para efectos de determinar el número de carriles cuando la condición de carga incluye las cargas.

  El camión de diseño (LL), consistente en tres ejes de 40kN, 160kN y 160kN de carga y separación de 4300mm entre el primero y segundo y variable entre 4300mm y 9000mm entre el segundo y el tercero. La separación de ruedas en transversal es de 1800 mm y éstas se ubican no más cerca de 600mm del límite del carril en general o 300mm de su límite en el caso de estar ubicadas en un voladizo. Esta carga se afecta del coeficiente de amplificación dinámico (IM).

  En el caso de que el puente 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 actuando simultáneamente en varios carriles, 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 en puente peatonal:** Debe aplicarse las cargas vivas para puentes peatonales encontradas en la LFRD Guide Specifications for the Pedestrian Bridge de la AASHTO. La carga viva será de 450 kg/m² como mínimo.

- ✓ Fuerza de frenado (BR).

- ✓ Fuerza centrífuga (CE).

- ✓ Flujo plástico del concreto (CR).

- ✓ Retracción del concreto (SH).

- ✓ Gradiente térmico (TG).

- ✓ Temperatura uniforme (TU).

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

simularse de ser aplicable el presfuerzo externo que sea definido; y para el caso de puentes peatonales que sean configurados con base en el diseño típico de la Cartilla se deberá definir y simular como condición de carga el pretensionamiento de las barras diagonales.

9.6.1.3 Acciones accidentales

- ✓ **Sismo (EQ):** El Procedimiento General debe usar el coeficiente de Aceleración Pico del Terreno (PGA) y los coeficientes de período corto (SS) y período largo (S1) para calcular el espectro. Debe determinarse los valores de PGA, SS y S1. Los efectos locales deben incluirse dentro de la descripción del sismo de diseño según el tipo de perfil de suelo.

  Se deberán utilizar los espectros de diseño que recomiende el especialista en geotecnia de acuerdo con las exigencias descritas en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes 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 en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes o por el estudio de microzonificación sísmica tal como lo exige el Decreto Distrital mencionado.

9.6.2 Combinaciones de Carga

Para estructuras de puentes peatonales y vehiculares, y 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 consultor deberá definir el porcentaje de carga viva a utilizar de acuerdo con la composición del tráfico y el nivel de congestión esperado.

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 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 o puentes peatonales sobre cuerpos de agua o calzadas vehiculares.

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.

9.7 PARTICULARIDADES Y LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS

9.7.1 Estudios de Patología y Reforzamiento de Estructuras Existentes (si aplica)

Las actividades descritas en este ítem aplican para cada una de las estructuras principales (puentes), edificaciones y complementarias (estructuras hidráulicas, de contención, box…) existentes en la zona del proyecto, que para cumplir con el objeto del presente contrato se requiera de su evaluación y posterior diseño de modificación, ampliación, rehabilitación o reforzamiento.

Para adelantar los estudios de patología y reforzamiento de estructuras, en general, el Consultor deberá adelantar como mínimo las etapas de consecución de información, verificación en campo de la construcción real, valoración de la condición actual de la estructura, determinación de posibles

condiciones de inseguridad y de peligro potencial recomendando las acciones inmediatas a implementar, y la definición de parámetros para la modelación de la estructura y parámetros para el diseño de las soluciones de reforzamiento, rehabilitación, reparación y mantenimiento. El Consultor sin perjuicio de lo descrito en el presente numeral deberá garantizar el resultado del estudio dentro de lo cual existe alguna información de referencia como la “Evaluación de Estructuras de Concreto Reforzado previa su Rehabilitación” publicada por la Seccional Colombiana del ACI y la bibliografía relacionada en dicho documento.

Siempre que se realice una modificación a una estructura existente deberá realizarse el análisis estructural de la estructura modificada y reforzada, requerido para garantizar su estabilidad y cumplimiento con los requisitos de resistencia y funcionalidad establecidos en la normatividad vigente.

Así el consultor deberá efectuar una búsqueda, recopilación y análisis de toda la información relacionada con planos y memorias de diseños iniciales, planos récord, bitácoras de obra, registros fotográficos, y especificaciones técnicas empleadas tanto en la construcción inicial como en actividades posteriores de reforzamiento, rehabilitación, reparación y mantenimiento parcial o total; e información de estudios de diagnóstico y diseños de reforzamientos previos, entre otros.

Sin importar la cantidad y calidad de la información que sea recopilada, el Consultor deberá efectuar, incluso paralelamente a la recopilación de información, una inspección de diagnóstico preliminar de la estructura que deberá quedar consignada en un informe provisto de esquemas estructurales y registros fotográficos y fílmicos en formato digital, con base en la cual el consultor deberá definir la metodología para la inspección detallada y la exploración de campo y someterla a la aprobación de la Interventoría del proyecto, la cual deberá definir las actividades de campo a realizar, el personal requerido, los equipos necesarios, el tipo de ensayos destructivos y no destructivos a utilizar, la cantidad y distribución de los mismos a ejecutar a lo largo de la estructura y las especificaciones técnicas que rigen estos ensayos.

Así, el Consultor deberá adelantar una verificación en campo de la construcción real dentro de la cual se incluye:

- ✓ Recopilación de la Información de proyecto y de obra tal como, Estudios de suelos, (Estudios hidrológicos y de socavación si se requiere), Planos de construcción, Memorias de cálculo, Registros de control de calidad de obra, Registro de mantenimientos efectuados, Garantías.

- ✓ Inspección, análisis y diagnóstico preliminar: El Consultor deberá, realizar una inspección a la estructura, utilizando para ello un formato adecuado y aprobado por la Interventoría, verificando la estabilidad de la cimentación, infraestructura y superestructura de estos, desde el punto de vista geotécnico, estructural, hidrológico si es del caso y demás aspectos que se consideren necesarios. El diagnostico preliminar deberá quedar consignado en un informe provisto de esquemas estructurales y registros fotográficos y fílmicos en formato digital, con base en la cual el consultor deberá definir la metodología para la inspección detallada y la exploración de campo.

- ✓ El levantamiento detallado de las dimensiones longitudinales y transversales definiendo el tipo de material de cada uno de los elementos de la estructura como barandas, guardarruedas, carpeta asfáltica, espesores de placa tanto en voladizos como en secciones intermedias, vigas, riostras, juntas, neoprenos, vigas cabezales, pilas y/o columnas, vigas de cimentación, dados, zapatas, pilotes, muros de cerramiento, estructuras de contención, estructuras de tratamiento y distribución de agua y cimentaciones de los mismos; para estos últimos deberán efectuarse demoliciones y excavaciones sobre zonas verdes, calzadas o espacio público y reponer las condiciones iniciales existentes; y para determinar espesores de placa deberán efectuarse extracción de núcleos o demoliciones puntuales de la carpeta asfáltica y perforación con taladro, u otro método propuesto por el Consultor, siempre que se garantice el conocimiento de la distribución de los espesores de placa y carpeta, e incluso rellenos sobre estructuras enterradas, cubriendo toda la superficie del tablero de la estructura.

- ✓ Un levantamiento topográfico de precisión del alineamiento longitudinal de los diferentes elementos en su sección transversal para detectar posibles asentamientos, deformaciones torsionales, deformaciones de construcción, pandeos laterales, deflexiones permanentes, etc., levantando como mínimo secciones transversales cada cinco (5) metros para elementos de superestructura, cada metro para elementos subestructura (vigas cabezales, pilas o columnas), y los extremos y sección media de dados o zapatas; referenciando en cada sección transversal mínimo los puntos donde existen quiebres en la superficie.

- ✓ Un levantamiento detallado de fisuras y grietas de los diferentes elementos indicando su geometría, longitud, espesor y trayectoria documentándolo en forma gráfica, para lo cual deberá preverse el lavado con agua a presión de algunos sitios críticos definidos por el Consultor, en forma tal que se pueda visualizar el nivel de fisuración y/o agrietamiento adecuadamente.

- ✓ Un levantamiento detallado del acero de presfuerzo o refuerzo tanto a flexión como a cortante, determinando el número, posición, diámetro, longitud y espaciamiento de las barras de refuerzo, y trayectoria tipo y cantidad de torones de tensionamiento, y recubrimientos de concreto; mediante métodos de ultrasonido y regatas de verificación. Se aclara que si bien el muestreo debe ser propuesto por el Consultor, el tema de correspondencia o detección de errores constructivos asociados a los aceros de refuerzo y presfuerzo es de vital importancia en la toma de decisiones de reforzamiento, y que será responsabilidad del Consultor cualquier defecto derivado de un muestreo insuficiente. Se deberá poner especial cuidado en el refuerzo a cortante para ménsulas, vigas con voladizos, secciones acarteladas, transiciones de refuerzo a cortante en vigas y columnas, zonas de confinamiento de columnas o pilas, continuidad de refuerzo a cortante en vigas cabezales sobre columnas, refuerzo en sitios de apoyo de vigas, acero de repartición en placas y voladizos de tableros, conectores de sistemas con prelosas, etc.

- ✓ Determinación del avance de frentes de carbonatación en las superficies de concreto y nivel de afectación por corrosión del refuerzo estableciendo zonas vulnerables a tratar para cada elemento estructural. Y de acuerdo con la aplicabilidad del tipo de estructura a diagnosticar, se deberá determinar el nivel de ataques químicos y biológicos mediante ensayos de análisis químicos y pretrográficos propuestos por el Consultor.

- ✓ Determinación de resistencias de los concretos de cada elemento estructural buscando a través de los diferentes ensayos cubrir el 100% de la estructura, y calidad de aceros de refuerzo tanto a flexión como a cortante. Para lo cual deberán efectuarse extracción de núcleos y el sellado del elemento, medición de la velocidad del pulso ultrasónico, medición del espesor de láminas de acero por el método de ultrasonido, medición de resistencias de elementos de acero mediante la extracción de probetas, determinación de calidad de acero mediante la extracción de probetas para ensayos metalográficos; u otro tipo de ensayos complementarios o modificatorios que proponga el Consultor.

- ✓ Con base en esta exploración y ensayos de campo, el consultor deberá efectuar una comparación entre lo realmente construido y la información recopilada, elaborando planos detallados del levantamiento realizado que incluyan registros de avances de frentes de carbonatación, recubrimientos, resistencias de materiales, deformaciones permanentes en las estructuras, asentamientos, desplomes de elementos, etc., en forma tal que puedan ser incorporados en el análisis estructural; adicionalmente deberá efectuar un análisis de los defectos encontrados advirtiendo la incidencia en el comportamiento de la estructura y proponiendo correctivos provisionales que garanticen la movilidad bajo las condiciones normales de servicio.

- ✓ Para estructuras metálicas es necesario que se realice una evaluación en la cual se verifique como mínimo si existe algún tipo de corrosión como puede ser localizada, uniforme o galvánica; el estado de las conexiones soldadas o atornilladas; la calidad del recubrimiento de protección del acero; fallas de elementos por sobreesfuerzos o fatiga; auscultación de pedestales y elementos de cimentación y cualquier otro tipo de verificación que el Consultor considere

indispensable para conocer el estado actual de la estructura. Para la inspección a realizar deberán utilizarse ensayos no destructivos.

- ✓ Así mismo, una vez obtenidos los resultados de los ensayos, el Consultor deberá definir los parámetros a ser incorporados en los modelos matemáticos en términos de geometrías de elementos, deformaciones de los mismos, resistencias de materiales, proyección de la vida residual de la estructura; y parámetros para la verificación de los diferentes elementos y para los diseños de soluciones de reforzamiento, incluyendo las hipótesis y combinaciones de cargas a emplear; así como, efectuar una viabilización de la posibilidad de reforzar la estructura según el estado de conservación de la misma y los defectos constructivos encontrados; para lo cual deberá elaborar un documento escrito.

- ✓ Para esta etapa muy seguramente el Consultor deberá estimar restricciones al tráfico vehicular y ciclopeatonal tanto sobre la estructura como en las vías sobre las cuales cruza, por lo cual se deberá diseñar e implementar un plan de manejo de tránsito debidamente aprobado por la SDM; en el caso de troncales TransMilenio se deberá garantizar el servicio permanente del sistema por lo cual las intervenciones de calzadas deberán ejecutarse en horarios nocturnos obligatoriamente cuando el servicio se encuentre en su suspensión rutinaria.

9.7.2 Criterios de Planeación e Implantación de Puentes

9.7.2.1 Generalidades

Para el diseño de las estructuras se deberán haber surtido los estudios de tráfico correspondientes sobre el tramo en estudio definiendo los puntos probables de cruce peatonal, vehicular y el tipo de solución a implementar, producto del análisis de la accidentalidad, velocidades de flujo, volúmenes de tráfico vehicular y peatonal, encuestas origen-destino, verificación de la infraestructura existente, la normatividad vigente y el cumplimiento de los requerimientos mínimos de flujos para construcción de puentes; y el procesamiento de las mismas a través de software especializado en planeamiento.

Estos estudios de tráfico, adicionalmente a definir la ubicación óptima del cruce sobre la vía vehicular o cuerpo de agua, deberán definir cuál de los andenes laterales a cada una de las vías secundarias perpendiculares a la vía principal canaliza el mayor flujo peatonal y los dispositivos de cruce peatonal sobre la vía secundaria para dar mejor accesibilidad al puente incluyendo los mejoramientos geométricos a que haya lugar.

Una vez surtido el inventario total de redes de servicios públicos y se tengan los puntos de ubicación de construcción de los puentes proyectados, se procederá a efectuar las diferentes alternativas de implantación donde se tengan en cuenta los siguientes aspectos: la interferencia y necesidad de traslado de redes de servicios públicos existentes, los futuros proyectos de infraestructura vial en la zona, la necesidad de adquirir predios incluyendo la optimización de los predios afectados, la ubicación de apoyos y cimentaciones, los materiales, tratamiento geométrico y planteamiento arquitectónico del puente vehicular, peatonal o paso peatonal adosado y sus áreas circundantes como plazoletas o accesos en zonas bajas de intersecciones viales y continuidad de corredores viales y peatonales.

Las diferentes alternativas de implantación deberán tener en cuenta que sobre las redes de acueducto y alcantarillado no podrán ubicarse los apoyos de los puentes, tampoco se permite la localización de tuberías dentro de los apoyos de los puentes, incluso las tuberías que se encuentren “relativamente” cerca de los apoyos deben estar separadas como mínimo a una distancia cuya longitud sea la mayor medida entre tres (3) metros, la estipulada en la norma técnica NS-139 de la EAB-ESP y la altura del relleno más el equivalente a una y media veces el diámetro externo de la tubería, entendiéndose como altura del relleno la diferencia entre el nivel del lomo de la tubería y la rasante de la vía o andén existente o proyectado; razón por la cual producto de la fase de factibilidad

no sólo será definir tentativamente la ubicación de apoyos y cimentaciones, sino definir franjas de holgura para la ubicación de los mismo a fin de que en la etapa de estudios y diseños se pueda aprovechar esta holgura si fuera necesario.

Deberán tenerse en cuenta los parámetros del manual de la AASHTO para vías urbanas de alta velocidad; y deberá garantizarse en cada punto del alineamiento de la intersección la facilidad de evacuación de aguas lluvias evitando formación de películas de agua que puedan disminuir el coeficiente de fricción.

De otro lado, cuando la vía presente líneas entre 0,6 kv y 230 kv las alternativas de implantación y ubicación del tramo principal deberán no sólo buscar la optimización de adquisición predial, modificación de redes subterráneas, afectación de especies arbóreas, sino también de mantener las distancias de seguridad a las redes eléctricas bajo la mínima intervención posible bien sea mediante el acercamiento a las torres o postes de la red donde la línea presenta su punto más alto; si se requiere alguna modificación deberá cuantificarse y valorarse para la evaluación de las alternativas.

Para el predimensionamiento de la superestructura de pasos vehiculares y/o peatonales sobre pasos deprimidos se deberá contemplar que la parte inferior de la misma sea una superficie continua sin aberturas y que garantice la uniformidad de la construcción.

En la ubicación de unidades de apoyo (subestructura y cimentación) el Consultor deberá garantizar la mínima unidad de apoyos posibles dejando previsiones para futuras ampliaciones de las calzadas vehiculares en cada sentido, y en el caso de aquellas vías donde existan separadores centrales y laterales deberá buscarse implementar apoyos únicamente en el separador central. Así mismo, en la configuración de las diferentes intersecciones deberá preverse la posibilidad de futuras ampliaciones de las calzadas vehiculares de cada una de las estructuras conectantes, que en caso de puentes rectos se deberá buscar la unificación de calzadas en una sola estructura y prever futuras ampliaciones hacia los costados externos de las unidades estructurales.

En el análisis de alternativas de implantación de nuevas estructuras se deberá elaborar un registro fotográfico y/o fílmico de las zonas de intervención verificando predios a utilizar, zonas de acceso a predios que serían afectadas por el proyecto, estado de las viviendas aledañas, aislamientos y estado de la infraestructura existente en el área de influencia.

Las tuberías tanto de redes de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, gas, etc.) como de otros sistemas (por ejemplo, hidrocarburos), deberán ser ubicadas con una precisión tal que se evite cualquier tipo de daño durante la ejecución de las obras y antes de realizar cualquier apique o excavación se deberá mantener informadas a las empresas responsables de dicha infraestructura, de lo contrario o sin haber obtenido las aprobaciones o viabilidad o concepto favorable de las mismas, el Consultor se hará responsable de los daños y perjuicios causados a la ciudadanía. Para ello se deberán establecer y diseñar los diferentes procedimientos de excavación en profundidad y sistemas de protección mecánica que impidan causar daños a las redes e infraestructura existentes, antes, durante y luego de la ejecución de las obras.

Sin perjuicio de lo anterior, en el área de influencia de puentes, box culvert, conectantes vehiculares a desnivel y edificaciones se deberá revisar la coincidencia entre los planos obtenidos en la recopilación de información y lo encontrado en campo, realizando apiques de verificación para la ubicación exacta de las redes de servicios públicos en la proyección de las estructuras en zonas cercanas a bordes externos de cimentaciones proyectadas, después de los cuales deberá efectuarse la correspondiente restitución del espacio público con las condiciones que existían inicialmente. Colocando especial atención a las redes matrices la cual deberá ser ubicada con precisión en forma tal que se evite cualquier tipo de daño durante la ejecución futura de las obras y antes de realizar cualquier apique o excavación se deberá mantener informada a la EAB, de lo contrario o sin haber obtenido la aprobación o viabilidad o concepto favorable de la EAB el Consultor se hará responsable de los daños y perjuicios causados a la ciudadanía.

En el caso de intersecciones existentes a complementar se deberá efectuar un análisis de capacidad de las calzadas vehiculares verificando la necesidad de ampliación de los mismos, y diagnosticar las deficiencias que en términos de conectividad ciclopeatonal y vehicular existe planteando las acciones correctivas a implementar en las diferentes alternativas.

- Gálibos en puentes

Para gálibos de puentes deberá tenerse en cuenta lo indicado en el CCP-14 en el numeral 2.3.3. En colindancia con construcciones se sugiere utilizar gálibos horizontales a fachadas que garanticen como mínimo aislamientos de cinco (5) metros para puentes peatonales y de diez (10) metros para puentes vehiculares; sin embargo, el Consultor deberá tener en cuenta que este aspecto deberá evaluarse con la SDP y que el aislamiento a utilizar corresponderá al aprobado en el componente de urbanismo y espacio público.

Si el puente proyectado cruza total o parcialmente sobre la línea férrea los aislamientos, gálibos horizontales y verticales, deberán solicitarse a la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) o quien haga sus veces para tenerlas en cuenta en el planteamiento de alternativas.

9.7.2.2 Puentes Vehiculares

El primer insumo en la proyección de nuevos puentes vehiculares en la ciudad es el estudio técnico que la SDM, como autoridad del tema en la Ciudad, deberá aprobar en términos de tránsito y de seguridad vial, en el que se analicen detalladamente volúmenes vehiculares, trayectorias de conflictos existentes, análisis de accidentalidad y demás, los diferentes análisis de alternativas de movilidad, así como la propuesta de implantación del puente y su localización.

Igualmente, es necesario que se realicen los estudios de geometría y urbanismo armonizados con el Plan de Ordenamiento Territorial vigente de la ciudad, los instrumentos que lo desarrollen y el plan distrital de desarrollo urbano. Por lo cual, para el diseño estructural de puentes en la ciudad es necesario tramitar la viabilidad o no objeción de la implantación de estas por parte de la Secretaría Distrital de Planeación SDP.

El Consultor deberá efectuar un predimensionamiento para puentes vehiculares nuevos de superestructura en concreto preesforzado o en acero estructural, efectuando una evaluación económica de construcción y desde el punto de vista de durabilidad y mantenimiento, seleccionando el material más apropiado para lograr la solución técnico-económicamente óptima.

- Gálibos

El gálibo mínimo para las calzadas vehiculares incluyendo retornos en las zonas bajas será mínimo de 5,00 m y se deberá prever una altura adicional de veinte (20) centímetros para futuros reparcheos o pavimentaciones de las calzadas vehiculares. Debe revisarse la posibilidad de la reducción del gálibo debido al asentamiento de la estructura, si el asentamiento esperado excede 2.50cm debe añadirse al gálibo especificado.

El gálibo horizontal deberá ser como mínimo de 1,60 m a las calzadas adyacentes, entendiéndose como la distancia mínima desde el borde del sardinel al borde externo de cualquier elemento estructural a excepción de los terraplenes de acceso cuyo gálibo horizontal mínimo será de 0,60 metros. En zonas verdes y separadores se deberá mantener como mínimo el aislamiento de 1,60 m a las estructuras del puente; solo en apoyos en separadores donde las condiciones técnicas impidan cumplir con el gálibo horizontal como puede presentarse al cruzar sobre líneas férreas o en separadores con redes matrices, podrá darse la excepción de este parámetro, pero garantizando el aislamiento a la estructura a través de barreras de protección en concreto.

9.7.2.3 Puentes sobre cuerpos de agua

Para la proyección de estructuras sobre cuerpos de agua y zonas de reservas ambientales, deberán consultarse y seguirse los lineamientos de las entidades a su cargo, tales como la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB ESP y la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá o entidad competente correspondiente.

El consultor deberá llevar a cabo la solicitud de datos técnicos ante las Empresas de Servicios Públicos y con base en ellos se deben elaborar los diseños de las nuevas estructuras y seguir los procedimientos que las entidades y entidades de servicios públicos, correspondientes, designen para la aprobación de las implantaciones de las estructuras proyectadas.

De acuerdo con lo indicado en el numeral 2.3.3.1 del CCP-14, deberá obtenerse permiso de construcción de puentes sobre vías acuáticas de las entidades que tengan jurisdicción sobre aquellas y los gálibos verticales y horizontales para estos puentes deben establecerse en cooperación dichas autoridades.

Por lo cual, en la etapa de diseño de los proyectos deben tramitarse los conceptos de viabilidad o de no objeción de las estructuras proyectadas sobre cuerpos de agua por parte de las entidades a cargo.

- Gálibos

Los gálibos verticales y horizontales deben definirse desde el componente de hidrología, hidráulica y ambiental, los cuales deben contar con la viabilidad, o aprobación, o concepto de no objeción por parte de las entidades a cargo de los cuerpos de agua competentes.

En general se recomienda que como mínimo los gálibos deben corresponder a:

- ✓ Sobre corrientes de agua, relativamente limpias en toda época: mínimo dos metros (2.00 m) por encima del Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (N.A.M.E.).

- ✓ Sobre corrientes de agua que en algunos períodos transportan desechos, troncos y otros objetos voluminosos: mínimo dos metros con cincuenta centímetros (2.50 m) por encima del N.A.M.E.

9.7.3 Consideraciones de Análisis y Diseño Estructural

9.7.3.1 Generalidades

El Consultor deberá ser consciente que se deben efectuar tres (3) diferentes tipos de análisis; a saber: el primero para el diseño de la estructura, el segundo para verificar el diseño bajo las condiciones propuestas de construcción y montaje, y el tercero para definir los parámetros de control bajo las diferentes hipótesis de las pruebas de carga.

En el primer caso deberá considerarse totalmente la interacción entre las diferentes estructuras proyectadas, incluyendo en el caso de pasos vehiculares las diferentes conectantes componentes y sus cimentaciones; e incluir los efectos de interacción suelo estructura, y en el caso de puentes peatonales tramos principales, rampas, escaleras y cimentación.

También deberán efectuarse modelaciones matemáticas adicionales, que permita calcular las cargas a nivel de cimentación (incluyendo la definición de los accesos en concreto), estableciendo

guías para el análisis y diseño de unidades de cimentación, correspondientes a planos que definan convenciones de fuerzas y momentos, numeraciones de unidades de cimentaciones y las magnitudes y direcciones de las fuerzas y momentos de diseño.

En el caso de puentes con infraestructura en concreto, el Consultor 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 y en el espaldar de los estribos, o donde el diseñador lo estime conveniente.

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 pilas y 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 la superestructura 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 del puente como en sentido longitudinal involucrando dentro del trabajo de disipación la capacidad de absorción de energía de los rellenos de los terraplenes de los accesos, este aspecto debe quedar claramente definido en las memorias de cálculo y el Consultor deberá explicar claramente la formulación del modelo de análisis para contemplar las juntas de dilatación de los extremos del puente.

Así mismo, deberán efectuarse las modelaciones geotécnicas necesarias para garantizar el adecuado comportamiento tanto de terraplenes de acceso como de las tuberías cercanas a cimentaciones verificando que los esfuerzos inducidos por estas no superen los admisibles de las redes de servicios públicos, en especial de la EAAB.

Se deberán tomar las medidas necesarias para que el diseño estructural de la alternativa escogida brinde un adecuado comportamiento bajo los puntos de vista principales: Rigidez, Resistencia, Economía y Funcionalidad. Con respecto a la rigidez, el puente peatonal no deberá presentar grandes deformaciones bajo un nivel de cargas de servicio, a su vez, deberá evitarse al máximo los efectos de vibración excesiva por parte de cargas dinámicas y en general cualquier otro efecto que vaya en contra de un adecuado nivel de servicio para los usuarios; por otro lado, la resistencia deberá ser garantizada bajo el régimen de cargas últimas de diseño en las cuales se garantizará que la estructura no colapse al momento de verse sometida a dicho régimen de cargas.

Para el análisis y diseño de la placa o tablero no se aceptará por ningún motivo el uso de plaquetas prefabricadas (sólo se aceptarán losas macizas con continuidad en el refuerzo de distribución), y deberá utilizarse el momento producido por carga viva formulado en el LRFD CCP-14; involucrando como efecto adicional el cálculo y aplicación de los momentos producidos por diferencia en la deformación de los elementos que funcionan de soporte a la placa (para este análisis, se debe considerar la posición crítica del camión de diseño en el sentido transversal).

Adicionalmente, en el caso que la placa se encuentre apoyada en más de dos vigas, se debe colocar la misma cantidad de refuerzo de distribución o repartición tanto en la parte superior como en la parte inferior de la misma; este refuerzo de distribución debe ser calculado basado en el LRFD CCP-14.

El Consultor deberá poner especial cuidado en el diseño y definición de cargas actuantes de elementos críticos en la estructura como: secciones de apoyo en vigas, vigas en voladizo, 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 subdiseñados.

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

Sólo se permitirá la implementación de juntas de dilatación en los extremos de la superestructura (en sectores intermedios no serán aceptables), las cuales deben especificarse de tipo elastomérico, en ningún caso se aceptarán juntas metálicas.

En el diseño de puentes nuevos la clasificación operacional, definida en el numeral 3.10.5 del CCP-14, para puentes sobre vías de la malla vial arterial principal y complementaria deberá definirse como puentes críticos; para el resto de puentes su clasificación será de puentes esenciales.

El Consultor deberá definir la vida útil de los puentes nuevos a diseñar (mínimo de 75 años) 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.

El Consultor deberá realizar el diseño del sistema de piso a utilizar en las estaciones y los puentes peatonales, teniendo en cuenta las recomendaciones del estudio “Análisis, diagnóstico y propuesta de solución del sistema de pisos de puentes peatonales y estaciones del sistema Transmilenio” realizado por la Universidad de los Andes en el 2007, bajo el contrato IDU-122-2005, efectuando una evaluación económica de construcción y desde el punto de vista de durabilidad y mantenimiento, seleccionando el material más apropiado para lograr la solución técnico-económicamente óptima.

Se deberá diseñar un sistema de piso para estaciones y puentes peatonales que no presente ruido y garantice una superficie antideslizante, para lo cual deberá tener en cuenta el resultado del estudio, análisis y diagnóstico y propuesta de solución del sistema de pisos de puentes peatonales y estaciones del sistema TransMilenio adelantado por el IDU.

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

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

Tanto en puentes peatonales como vehiculares, el espacio público aledaño y zonas bajas deberán contar con iluminación artificial aprobada por la UAESP, en forma tal, que en horario nocturno ningún sitio de las superficies permanezca en penumbra garantizando la seguridad a los usuarios (Ver

Manual de Alumbrado Público). Se aclara que a los puentes y/o deprimidos no se podrán adosar ningún tipo de ductería, salvo los requeridos por su propia iluminación.

Al referirse a que no se permite adosar ductos o tuberías en los puentes y pasos deprimidos, esto aplica para cualquier tipo de red de servicios públicos, y comprende el hecho de no generar pasos especiales o celdas, que estén de alguna manera integrados a los elementos de las estructuras. En caso de que en desarrollo del proyecto se requiera disponer el paso de una red de servicio, este deberá diseñarse de forma independiente a las estructuras de los puentes o pasos deprimidos.

Tanto para puentes vehiculares como peatonales deberá diseñarse la señalización propia en zonas bajas, tramos de inducciones, superficies de uso, etc., de tal manera que sea sencilla y de la mayor legibilidad para todos los usuarios ubicándose en sitios estratégicos que no interrumpan el flujo peatonal y vehicular e informen eficientemente a todo tipo de usuarios (ver disposiciones NTC y SDM). En ningún caso se permitirá la colocación de propaganda ni anuncios sobre el puente y sus zonas de acceso.

9.7.4 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 que no hacen parte de los puentes peatonales y vehiculares.

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 consultor deberá realizar de acuerdo a las necesidades geométricas, geotécnicas e hidráulicas específicas, entre otras, la identificación, dimensionamiento geométrico y estructural y cuantificación de las estructuras complementarias nuevas que deberán diseñarse.

Se deberán realizar los diseños estructurales correspondientes para los muros de contención, las obras de taludes, andenes, plazoletas, obras de protección a redes de servicios públicos, barreras de protección, etc; así mismo deberá efectuarse una verificación del sistema de barandas y barreras para contención de vehículos y su anclaje a la estructura conforme a la formulación de diseño para prototipos de ensayo propuestos en el Código AASTHO-LRFD.

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.

Lo anterior a fin de definir cuáles de estas estructuras podrán ser reforzadas o por el contrario diseñadas nuevamente. Ver el numeral para estudios de patología y reforzamiento estructural del presente documento.

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 solicitaciones 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).

En el caso de elementos de mobiliario, barandas de protección y demás aspectos, deberán evaluarse los materiales, sistemas de recubrimiento, y sistemas de anclaje, entre otros, tanto del elemento general como de sus elementos constitutivos, proponiendo si es del caso leves modificaciones para mejorar el comportamiento en términos de durabilidad y estabilidad del elemento durante el período de exposición.

Dentro de los productos correspondientes al diseño estructural de estos elementos y que deben ser entregados por el Consultor 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.

9.7.5 Consideraciones Adicionales En Diseños de Reforzamiento Estructurales (si aplica)

En la recopilación y análisis de la información el Consultor 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 como: losa, vigas, viga cabezal, pilas, etc.) 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. Ver el numeral para estudios de patología y reforzamiento estructural del presente documento.

Se deberán definir con exactitud las acciones correctivas por durabilidad presentando esquemas de áreas a: renovar o aplicar pinturas o recubrimiento de protección, aplicación de inhibidores de corrosión, restitución y/o limpieza de acero de refuerzo afectado por corrosión, inyección o sellado de fisuras, etc., incluyendo planos donde se dibujen las áreas a implementar y/o ubicación y geometría de las fisuras o grietas a inyectar con la cantidad estimada de actividad para ejecución según la unidad determinada por el Consultor.

En el caso de que se requiera la repotenciación de vigas longitudinales y/o cabezales, a menos que la resistencia del concreto u otras condiciones técnicas o económicas particulares no lo permitan, se deberá preferir el presforzado externo a la utilización de fibras para adición de refuerzo a flexión y a cortante, teniendo en cuenta que el tensionamiento no sólo mejora el comportamiento a flexión sino genera un alto incremento de la capacidad a cortante del elemento y su funcionamiento futuro no se ve afectado por golpes de vehículos.

En el caso de reforzamiento de cimentaciones dadas las limitaciones para efectuar pilotaje que obligan a extender los dados fuera de la proyección de las superestructuras deberá preferirse la construcción de faldones y aumento en el confinamiento de zonas de articulación plástica en columnas o pilas en uno o varios ejes de cimentación, por lo cual se deberán considerar como una de las alternativas de reforzamiento si no existen condiciones técnicas que lo impidan.

Igualmente, en el caso de reforzamiento de tableros se preferirá el recalce superior y en caso de losas prefabricadas se deberá efectuar un análisis minucioso, debido al mal comportamiento detectado en otras estructuras, y si es del caso proponer la reconstrucción total del tablero.

Con base en los resultados obtenidos de los estudios de diagnóstico y reforzamiento estructural de las estructuras existentes el Consultor deberá alimentar la herramienta de gestión de infraestructura que para tal efecto ha desarrollado el IDU.

9.8 PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y DE MONTAJE

El consultor deberá definir, diseñar y/o verificar 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 ciclopeatonal según los procesos de construcción estimados.

Así, en el caso de construcción de puentes peatonales y estaciones según las respectivas Cartillas y sus actualizaciones el Consultor deberá definir la secuencia de montaje revisando el diseño para las diferentes condiciones de carga generadas por las labores de montaje, diseñando procedimientos, accesorios, definiendo equipos, capacidad de los mismos y soldaduras de campo, entre otros, para lo cual elaborará los correspondientes planos y memorias de cálculo o listas de chequeo de esfuerzos y deformación de la estructura que garanticen la integridad estructural durante las labores de montaje. Se deberá poner especial atención en especificar los procedimientos y las especificaciones precisas de la forma y magnitud de aplicación de los presfuerzos de tensión inducidos en el diagonalado de varillas de 1”, incluyendo las herramientas adecuadas para efectuar este presfuerzo, el momento de aplicación (previo a montaje o después de montaje) y la secuencia de instalación (desde los apoyos hacia el centro de la luz o viceversa) específico para cada una de las estructuras diseñadas. Así mismo deberá tener en cuenta las redes que pudieran verse afectadas durante las maniobras de montaje tomando en cuenta la altura y radios de giro de las maquinas propuestas; incluso en caso de requerirse, el consultor deberá plantear, cuantificar y presupuestar las protecciones necesarias para las redes.

En el caso de puentes vehiculares nuevos se deberá adelantar el mismo trabajo, poniendo especial cuidado en los apuntalamientos temporales de tramos de superestructura, detallado secuencia de construcción para garantizar el sistema de continuidad de la superestructura, la verificación de acortamientos esperados verificando esfuerzos inducidos en pilas y pórticos que puedan ocasionar fisuración o agrietamiento de estos elementos, sistema de izaje de vigas previendo orificios para disposición de cables y otros elementos de montaje, entre otros aspectos.

Así mismo, en el caso de sistemas deprimidos el Consultor deberá especificar detalladamente las secuencias de excavación y vaciado de pantallas verificando esfuerzos generados durante la construcción sobre estos elementos, garantizando que durante el proceso constructivo los empujes generados no ocasionen desplazamiento de las pantallas en forma convergente que disminuyan el ancho útil definido para el deprimido en la etapa de diseño y evitando que se generen fisuraciones o agrietamientos en el espaldar de la pantalla que faciliten el deterioro por fenómenos de corrosión del refuerzo; 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 o pilas, vigas, etc., cuál será la altura máxima de demoliciones de recubrimiento en cada fundida para evitar poner en riesgo la estabilidad estructural, cuáles serán los requerimientos previos para garantizar que el sistema de presforzado externo produzca los esfuerzos de diseño sobre las estructuras existentes

(pe. en algunos casos ha sido necesario interrumpir continuidades de tableros en puntos de apoyo de superestructura), en el caso de sellado o inyección de fisuras o grietas o recalces de tableros definir como se evitarán microfisuraciones o falta de monolitismo entre la capa de recalce y el tablero existente como consecuencia de las vibraciones inducidas por el flujo vehicular durante el período de maduración temprana de los epóxicos de inyección y las mezclas de concreto (pe. en algunos casos ha sido necesario generar una junta longitudinal provisional en el tablero), y como se estimarán las restricciones de calzadas para tal propósito.

9.9 PRUEBAS DE CARGA ESTÁTICAS Y DINÁMICAS

El Consultor deberá elaborar los protocolos para la ejecución pruebas de carga estáticas y dinámicas para puentes o deprimidos vehiculares y peatonales nuevos y existentes reforzados, como requisito para el recibo final de las estructuras, partiendo de la premisa que se tratan de pruebas para la verificación de la capacidad estructural.

Para tal propósito el consultor deberá adelantar las modelaciones matemáticas necesarias que reflejen cada una de las condiciones de carga de la prueba, definiendo los puntos críticos a controlar en términos de esfuerzos y deformaciones, tabulando los rangos de magnitudes esperadas tanto de esfuerzos como deformaciones según los modelos para cada uno de los incrementos y decrementos de carga incluyendo condiciones de precargas y elaborando memorias y planos detallados que incluyan dichas tablas para el seguimiento a las pruebas; también se deberán definir las especificaciones mínimas de los equipos a emplear y los sistemas de advertencia o alerta para definir la suspensión temporal o total de cada prueba específica.

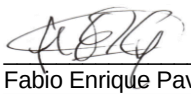
En el caso de las pruebas de cargas dinámicas sólo serán aceptables mediciones con velocímetros y para estas el Consultor deberá hacer una verificación del análisis modal identificando los modos aplicables al tipo de excitación forzada a inducir en la estructura para cada una de las tres direcciones principales de la misma.

El Consultor deberá tener en cuenta los estudios, análisis y resultados de ejecución de pruebas de carga ejecutados con anterioridad en los diferentes proyectos del IDU, las guías metodológicas para el diseño y realización de las pruebas de carga estática y dinámica del IDU, y la bibliografía internacional aplicable, mejorándolas y cubriendo como mínimo lo especificado en ellas.

NOTA. Los Productos deben ser recibidos, revisados y aprobados por la Interventoría

Es de precisar, que los resultados que arrojan las memorias de cálculo, las concepciones de diseño utilizadas, análisis realizados, modelaciones y planos, así como del diseño resultante y su calidad, son responsabilidad exclusiva del Consultor diseñador y de la Interventoría encargada de su revisión y aprobación.

Elaboró:



Fabio Enrique Pava Cely
Contratista – Especialista en Estructuras
Dirección Técnica de Proyectos