ALCALDIA MAYOR
BOGOTA D.C.
Instituto
DESARROLLO URBANO

CONCURSO DE MÉRITOS

ACTUALIZACIÓN Y/O ELABORACIÓN Y/O COMPLEMENTACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA AVENIDA LONGITUDINAL DE OCCIDENTE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA AV. CALLE 80 Y AV. CALLE 153 Y TRAMOS COMPLEMENTARIOS EN BOGOTÁ D.C.

CAPITULO 9 - ESTRUCTURAS

BOGOTÁ D.C., AGOSTO DE 2023

CONTENIDO

CAPITULO 9 – ESTRUCTURAS 3

9.1 OBJETIVOS DEL COMPONENTE 3

9.2 ANTECEDENTES 4

9.3 ALCANCE 4

9.4 PRODUCTOS 4

9.4.1 Memorias de cálculo 4

9.4.2 Planos estructurales 9

9.5 PARTICULARIDADES Y LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS 11

9.5.1 Estudios de patología y reforzamiento de estructuras existentes 11

9.5.2 Consideraciones de análisis y diseño estructural 14

9.5.3 Acciones 16

9.5.4 Combinaciones de carga 18

9.5.5 Intersecciones vehiculares a desnivel (elevadas o deprimidas) nuevas o complementaciones a intersecciones existentes 18

9.5.6 Pasos peatonales a desnivel independientes o adosados a estructuras existentes 21

9.5.7 Estructuras complementarias 24

9.5.8 Consideraciones Adicionales de Diseño 25

9.5.9 Procesos constructivos y de montaje 27

9.5.10 Pruebas de carga estáticas y dinámicas 28

9.6 ENTREGABLES 28

9.6.1 Factibilidad 28

9.6.2 Estudios y diseños 29

9.7 NORMATIVIDAD APLICABLE 34

CAPITULO 9 – ESTRUCTURAS

La presente sección está dedicada a la concepción, 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.

En la ejecución del presente proceso se debe desarrollar para la *AVENIDA LONGITUDINAL DE OCCIDENTE - ALO*: la actualización, elaboración, complementación, de los estudios y diseños para los tramos 1 y 5; así como la factibilidad, estudios y diseños de los tramos 2 y 3. Así:

"ACTUALIZACIÓN, ELABORACIÓN, COMPLEMENTACIÓN, DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL **TRAMO 1** – ALO ENTRE CALLE 80 Y AV. MORISCA (CALLE 91), Y **TRAMO 5** – ALO ENTRE CALLE 127 Y CALLE 153 (AV. LAS MERCEDES), INCLUYENDO LA CONEXIÓN CON LA AVENIDA CALI A TRAVÉS DE LA AVENIDA EL TABOR Y LAS CALLES 127 y 129.

Y **FACTIBILIDAD, ESTUDIOS Y DISEÑOS** DEL **TRAMO 2** – AVENIDA MORISCA (CALLE 91), DESDE LA ALO HASTA LA CARRERA 91 Y **TRAMO 3** – CARRERA 91, DESDE LA AV. MORISCA, HASTA LA AV. RINCÓN, INCLUYENDO LA CONEXIÓN CON LA AV. CIUDAD DE CALI.**".**

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 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.

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 estructura nuevas que requiere el proyecto.

Así mismo se deberán desarrollar los diseños a nivel de Factibilidad de la ingeniería que permita definir, analizar y prediseñar la infraestructura que se requiere implementar en el corredor en estudio, para determinar las alternativas más favorables para el proyecto, incluyendo estimación de costos y cantidades; que serán el insumo para la etapa de Estudios y Diseños.

Establecer los insumos, actividades a realizar y los productos (entregables) del componente en la etapa de estudios de Factibilidad, y en la etapa de Estudios y Diseños.

9.2 ANTECEDENTES

Para el desarrollo de las actividades requeridas en el componente el consultor efectuar deberá el análisis de información primaria y secundaria, teniendo en cuenta los estudios realizados por el IDU mediante el Contrato **IDU-1475-2017** cuyo objeto es *"ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA TRONCAL CENTENARIO DESDE EL LÍMITE OCCIDENTE DEL DISTRITO HASTA LA TRONCAL AMÉRICAS CON CARRERA 50, Y DE LA AVENIDA LONGITUDINAL DE OCCIDENTE, RAMAL AV. VILLAVICENCIO HASTA LA AV. CALI Y RAMAL AV. AMÉRICAS HASTA LA AV. CALI. BOGOTÁ D.C"*.

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.

9.3 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 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 las estructuras.

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 puentes a desnivel, box culvert, deprimidos, 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 complementación, actualización, ajustes o estudios y diseño para la implementación de la solución prevista para el corredor vial, la cual se encuentra descrita en el Capítulo Geometría.

9.4 PRODUCTOS

9.4.1 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, 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.

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

9.4.1.1 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,
- ✓ 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.

9.4.1.2 Factibilidad

- ✓ Informe de inspección visual: Se deben incluir todas las estructuras con sus respectivas fotografías, descripción, tipología, material y listado de daños.
- ✓ Recomendación de ensayos propuestos e intervenciones para estructuras existentes que se van a conservar.
- ✓ Listado de estructuras nuevas con su implantación y predimensionamiento macrogeométrico.
- ✓ Análisis de alternativas para las estructuras principales justificando las ventajas y desventajas teniendo en cuenta variables como sistema estructural, material, geometría, estimación de costos.
- ✓ Listado de los ítems y cantidades más representativos para reforzamiento, rehabilitación adecuación, mantenimiento y construcción.

9.4.1.3 Diseño

- Inventario y patología de estructuras existentes a conservar, recuperar, reforzar, ampliar o demoler:

  - ✓ Identificación de estructuras Existentes: Listado y localización de las estructuras que deben ser conservadas, recuperadas o reforzadas y las que se requieren demoler, que se encuentran dentro de la zona de influencia del proyecto (puentes peatonales y vehiculares, deprimidos, estructuras hidráulicas, estructuras de contención y estaciones entre otras), de acuerdo con la nomenclatura vial de la ciudad o los códigos de identificación.
  - ✓ Levantamiento de detalle de las estructuras: Registro de la toma de información en campo, de las dimensiones longitudinales y transversales definiendo el tipo de material de cada uno de los elementos de la estructura, el dimensionamiento geométrico e identificación de fisuras. Levantamiento topográfico de precisión del alineamiento longitudinal de los diferentes elementos en su sección transversal para detectar posibles asentamientos, deformaciones,

pandeos, deflexiones, etc. Levantamiento detallado de fisuras y grietas de los diferentes elementos indicando su geometría, longitud, espesor y trayectoria documentándolo en forma gráfica. Levantamiento detallado del acero de preesfuerzo 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.

- ✓ Informe de estudio de patologías de estructuras existentes: Informe de cada una de las estructuras identificando en cada una de ellas la descripción, tipología, material y listado de daños (si aplica), patologías presentadas, resultados de ensayos y pruebas realizadas, memorias y planos. Determinación del avance de frentes de carbonatación, nivel de ataques químicos y biológicos, resistencias de los concretos, calidad de aceros. Definición de la vida útil residual de la estructura. Informe provisto de esquemas estructurales y registros fotográficos y fílmicos en formato digital. Comparación entre lo realmente construido y la información recopilada, elaborando planos detallados. Análisis de los defectos encontrados advirtiendo la incidencia en el comportamiento de la estructura. Informe de estudio de evaluación estructural: Informe de cada una de las estructuras en el cual se debe presentar la evaluación de la capacidad estructural identificando en cada una de ellas las insuficiencias y las necesidades de tratamiento. Definición de los parámetros a ser incorporados en los modelos matemáticos en términos de geometrías de elementos, deformaciones de los mismos, resistencias de materiales; y parámetros para la verificación de los diferentes elementos y para los diseños de soluciones de reforzamiento, rehabilitación, reparación y mantenimiento. Viabilización de la posibilidad de reforzar la estructura según el estado de conservación de la misma y los defectos constructivos encontrados.

- 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 a 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 a 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 a 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, 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 a 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.

9.4.2 Planos estructurales

9.4.2.1 Factibilidad

Como mínimo se deberán estructurar los planos de la siguiente forma, sin perjuicio de que el Contratista, la interventoría o el IDU decidan incorporar complementaciones a lo indicado:

- Planta de la localización del proyecto, indicando ejes, conectantes, tramos de estructura diferenciando estructuras nuevas y existentes.

- Planos generales de cada conectante vial o tramo de estructura en planta y alzado, indicando ejes, longitudes, alturas, gálibos horizontales y verticales.

- Plano general de patología estructural de cada conectante o tramo de estructura en planta y alzado, referenciando los principales problemas de durabilidad y correctivos a ejecutar incluyendo fotografías ilustrativas de la problemática; deberán incluirse en este plano el levantamiento detallado de fisuras o grietas, las zonas de los diferentes elementos afectadas por corrosión en el refuerzo, etc.; también deberán incluirse tablas resumen de recubrimientos promedio (y rangos) de cada elemento estructural, y tablas resumen de ensayos de resistencias de concretos y el promedio adoptado en los cálculos; en general se deberán relacionar los resultados de ensayos de materiales y parámetros adoptados en el prediseño. (sólo aplica para estructuras existentes)

- Planos de levantamiento estructural de cada conectante o tramo de estructura. Sin importar si se encontraron planos del proyecto inicial, el Originador deberá elaborar planos de levantamiento estructural incluyendo geometría de cada uno de los elementos y su acero de refuerzo con cortes y alzados, diámetros, longitudes, etc., como si fuera el proyecto inicial.

9.4.2.2 Diseño

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.

- 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.

- 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, 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.

- Plano general de patología estructural de cada conectante o tramo de estructura en planta y alzado, referenciando los principales problemas de durabilidad y correctivos a ejecutar incluyendo fotografías ilustrativas de la problemática; deberán incluirse en este plano el levantamiento detallado de fisuras o grietas, las zonas de los diferentes elementos afectadas por corrosión en el refuerzo, etc.; también deberán incluirse tablas resumen de recubrimientos promedio (y rangos) de cada elemento estructural, y tablas resumen de ensayos de resistencias de concretos y el promedio adoptado en los cálculos; en general se deberán relacionar los resultados de ensayos de materiales y parámetros adoptados en el diseño. (sólo aplica para estructuras existentes)

- Planos de levantamiento estructural de cada conectante o tramo de estructura. 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 y su acero de refuerzo con cortes y alzados, diámetros, longitudes, etc., como si fuera el proyecto inicial como a continuación se indica.

- 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, detallando adicionalmente los sistemas de preesfuerzo, de barandas, de conexiones, juntas, etc.

- Planos de reforzamiento de estructuras por conectante o tramo de estructura. Para el caso de reforzamiento de estructuras para cada uno de los elementos a intervenir deberán elaborarse las mismas vistas de detalles tanto geométrico como de refuerzo proyectado para las secciones finales, donde se pueda identificar lo existente (incluyendo acero) de lo nuevo a implementar en el elemento, indicando espesores de recubrimientos, resistencias de concretos existentes y proyectados, valores encontrados de frentes de carbonatación por elemento.

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

- 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 PARTICULARIDADES Y LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS

9.5.1 Estudios de patología y reforzamiento de estructuras existentes

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.

Así el consultor deberá efectuar una búsqueda, recopilación y análisis de toda la información relacionada con planos y memorias de diseños iniciales, planos record, 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:

- 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 preesfuerzo 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 preesfuerzo 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, 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 a 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.

- En el caso de puentes con vigas en sección cajón que no posean trincheras de inspección, el Consultor deberá generar una abertura en el tablero que permita realizar una inspección interna del estado de los elementos; igualmente, donde se encuentren escaleras o rampas o zonas bajas encerradas se deberá efectuar una abertura para realizar la inspección y ensayo; y al final en ambas situaciones restituir las condiciones iniciales.

- 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.

- 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.

9.5.2 Consideraciones de análisis y diseño estructural

El Consultor debe ser consciente que deberá efectuar tres (3) diferentes tipos de análisis, a saber: el primero para el diseño de la estructural inicial o de reforzamiento, el segundo para verificar el diseño bajo las condiciones propuestas de montaje, y el tercero para definir los parámetros de control bajo las diferentes hipótesis de las pruebas de carga estáticas y dinámicas.

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

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 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 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.

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

Se debe tener en cuenta que sólo se aceptarán superestructuras continuas con vigas preesforzadas (no se aceptarán vigas simplemente reforzadas) de sección cajón o vigas dorsales de sección trapezoidal para puentes nuevos; y en el análisis de la superestructura de puentes vehiculares nuevos o existentes deberá utilizarse un modelo tipo parrilla (no se aceptará el uso del factor de rueda).

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 caso que la placa se encuentre apoyada en masa 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.

Para el caso de puentes peatonales independientes o adosados se desarrolle total o parcialmente bajo una línea de alta o media tensión que no pueda ser subterranizada, se deberá prever la protección apropiada para los peatones, según las directrices de la Cartilla del Puente Peatonal Prototipo para Bogotá, diseñándose desde el punto de vista de durabilidad y capacidad estructural en conexiones y elementos de soporte.

Tanto para el diseño de estructuras nuevas como para el diseño de reforzamiento de estructuras existentes, el Consultor deberá tener en cuenta que sólo se permitirá la implementación de juntas de dilatación en los extremos de la superestructura (en sectores intermedios no serán aceptables), las cuales deberán especificarse de tipo elastomérico en ningún caso se aceptarán juntas metálicas.

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 Consultor deberá prestar especial atención al 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 subdiseñados.

Se deberá diseñar adecuadamente el sistema y longitud de apoyo de los elementos de superestructura utilizando como mínimos los valores definidos de acuerdo a las formulaciones del LRFD CCP-14, 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 para los muros de encerramiento (contención) y se deberán verificar y establecer las recomendaciones pertinentes para las obras de taludes, andenes, plazoletas, y protección a redes de servicios públicos, barreras de protección; así mismo deberá efectuarse una verificación del sistema de barandas 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, deberán efectuarse las modelaciones geotécnicas necesarias para garantizar el adecuado comportamiento tanto de terraplenes 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.

El Consultor deberá definir la vida útil de la estructura (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.

En esta etapa 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) 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.

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.

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.

9.5.3 Acciones

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

9.5.3.1 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/m³.

- **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

9.5.3.2 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).

- **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 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; 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.

9.5.3.3 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.

9.5.4 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 peatonales 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.

9.5.5 Intersecciones vehiculares a desnivel (elevadas o deprimidas) nuevas o complementaciones a intersecciones existentes

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.

Una vez surtido el inventario total de redes de servicios públicos y se procederá a desarrollar la alternativa de diseño donde se tenga en cuenta los siguientes aspectos: la interferencia y

necesidad de traslado de redes de servicios públicos existentes y futuras ampliaciones, 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 de sus áreas circundantes como plazoletas o accesos en zonas bajas de intersecciones viales, continuidad de corredores peatonales, y compromisos del subsuelo.

Para el desarrollo del diseño definitivo de intersecciones vehiculares a desnivel o complementaciones a intersecciones existentes se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- 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.

- Dentro del desarrollo geométrico se deberá poner especial cuidado en la selección de la velocidad de diseño de cada una de las conectantes de la intersección a desnivel incluyendo sus retornos, orejas, modificaciones previo ingreso y egreso de la intersección, etc., en forma tal, que dicho parámetro sea seleccionado garantizando una uniformidad al cruzar la intersección en la velocidad de operación del recorrido del tramo vial anterior y posterior a la intersección conforme a las mediciones de velocidad de operación realizadas en campo en la etapa de factibilidad, generando seguridad y comodidad.

- Teniendo en cuenta que la modificación de trazados geométricos en las intersecciones viales ya construidas exigen reconstrucciones parciales o totales de las conectantes, para la selección de velocidades de diseño, alineamientos horizontales, variaciones de curvatura, radios de curvatura, geometrías de bifurcaciones, peraltes, transición de peraltes, longitudes de transición para peraltes inversos, rasantes, longitudes de entrecruzamiento, etc., deberán tenerse en cuenta los parámetros del manual de la AASHTO para vías urbanas de alta velocidad; y deberán diseñarse garantizando 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.

- Para el dimensionamiento de la superestructura de cada una de las estructuras componentes de la intersección vial deberá realizarse mediante vigas cajón o vigas dorsales de forma trapezoidal y cada viga deberá cargar como mínimo tres (3) carriles de circulación vehicular, salvo en aquellos casos donde la configuración geométrica de la intersección exija para una o varias conectantes una unidad estructural independiente y se requieran menos de tres (3) carriles para garantizar el nivel de servicio requerido, para los cuales deberá disponerse una sola viga para el ancho exigido.

- Así mismo, para el caso de las barandas de las estructuras de puentes vehiculares tanto nuevos como existentes de la intersección, se deberán utilizar sistemas de barandas en concreto tipo New Jersey que cumplan con el nivel de prueba de colisión requerido según la normatividad vigente adoptando diseños que ya hayan sido probados (por ningún motivo la implantación de sistemas de iluminación puede interrumpir la continuidad de la superficie interior de la barrera); específicamente para puentes vehiculares rectos se deberá garantizar un nivel de prueba TL-4 y para puentes vehiculares curvos un nivel de prueba TL-5, proponiendo el reemplazo de barandas de puentes existentes que no cumplan con estas

características. Se deberá definir la geometría de la baranda, puntos de inicio y terminación, transiciones, etc.

- Adicionalmente, para aquellos puentes vehiculares donde existen guardarruedas que son utilizados como andenes se deberá diseñar la eliminación total de los mismos; y en caso de que exista o se proponga un paso peatonal o ciclopeatonal adosado, se deberá revisar el sistema de protección al peatón y/o ciclista tanto el aislamiento con el tráfico vehicular que se deberá efectuar siempre mediante barreras en concreto, como la baranda de protección hacia el borde externo de la estructura.

- Para el dimensionamiento de las zonas bajas el Consultor deberá tener en cuenta que los terraplenes de acceso deberán constituirse por sí mismos en las zonas encerradas, es decir, que el límite de las zonas encerradas estará definido por los estribos de la estructura y no podrán superar alturas de 2,50 libres en las zonas bajas; así mismo, los terraplenes de acceso deberán tener pendientes de ascenso y descenso inferiores o iguales al 6% y estimarse con rellenos compactados en tierra reforzada (como material compactado pueden usarse las alternativas disponibles como por ejemplo ceniza) con muros de confinamiento preferiblemente inclinados a un ángulo entre 60 y 90 grados del plano horizontal cimentados a una profundidad de mínimo 1,50 metros del nivel de las superficies peatonales de zonas bajas y/o vehiculares proyectadas, y en caso de requerirse se deberán pilotear para garantizar niveles de asentamientos aceptables. Adicionalmente, el consultor deberá tener en cuenta que las zonas bajas deberán mantener un gálibo mínimo a la superficie peatonal de 2,20 metros, es decir, al nivel inferior de las vigas. No se deberán considerar aproximaciones mediante estructuras encerradas tipo caja, a excepción de aquellos casos en que sea definitivamente indispensable para limitar los asentamientos esperados a rangos tolerables sin superar la altura máxima de 2,50 metros, libres, entre la superficie inferior de las vigas y la superficie peatonal de las zonas bajas.

- 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. 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, incluso en zonas verdes y separadores se deberá mantener el aislamiento de 1,60 m a las estructuras del puente como mínimo. Así mismo, 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. Y a las construcciones sugerimos utilizar gálibos horizontales mínimos a fachadas de veinte (20) metros, sin embargo, el Consultor deberá tener en cuenta que este aspecto deberá evaluarse con el Secretaría Distrital de Planeación (SDP).

- 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.

- El Consultor deberá realizar los ajustes que requiera el SDP a los diseños elaborados a cada una de las intersecciones viales y sus áreas de influencia, hasta su aprobación por parte de la Subdirección de Infraestructura y Espacio Público del SDP.

- Finalmente, el Consultor deberá efectuar la evaluación de la amenaza sísmica local para la intersección vehicular a desnivel según lo descrito en el anexo geotécnico y estudios de patología y reforzamiento estructural para las estructuras vehiculares existentes

9.5.6 Pasos peatonales a desnivel independientes o adosados a estructuras existentes

Una vez surtido el inventario total de redes de servicios públicos y definidos los puntos de ubicación de construcción de puentes peatonales, 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 peatonal o paso peatonal adosado y sus áreas circundantes como plazoletas o accesos en zonas bajas de intersecciones viales y continuidad de corredores peatonales.

Para sus accesos deberán tener en cuenta el uso de escaleras y rampas mejorando las condiciones de recorridos peatonales a ambos costados de la vía, así para los accesos deberán considerarse varias alternativas formando un ángulo con el eje del puente incluyendo varios recorridos.

El desarrollo de los diseños deberá realizarse en coordinación con el predimensionamiento estructural que en caso de estructuras independientes mantendrán los diseños definidos en la Cartilla del Puente Prototipo para Bogotá y el documento de actualización de la misma, y sólo cuando existan impedimentos por planes maestros de regularización urbanística de la zona del proyecto específico, el Consultor deberá proponer la tipología de la estructura manteniendo en lo posible la tipología definida en la cartilla y siempre manteniendo el concepto de estructuras livianas, desmontables y reutilizables.

Se aclara que la longitud de las luces no podrá ser un limitante para la utilización de los diseños definidos en la cartilla, ya que la luz máxima de una estructura depende de la capacidad del ingeniero de generar artificios estructurales que permitan mejorar esta condición, y buscando siempre la disposición mínima de unidades de apoyo (subestructura y cimentación) logrando así una eficiencia óptima de la estructura.

Es decir, que a manera de verificación de las implantaciones propuestas, el Consultor deberá revisar desde el punto de vista del diseño estructural las deformaciones y esfuerzos máximos que puedan generarse en los tramos principales propuestos, de manera que estos valores cumplan con los límites estipulados por las normativas y las luces o distancias entre apoyos propuestos sean compatibles con la modulación y geometría propia de los elementos estipulados en la Cartilla del Puente Peatonal Prototipo; y así garantizar que el ejercicio de implantación genere a una solución definitiva que no se modifique en la etapa de diseño estructural.

Para la elaboración de las diferentes alternativas de puentes peatonales o pasos peatonales adosados a estructuras vehiculares se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- 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.

- En el diseño de un puente peatonal se deberá tener en cuenta el proyecto definitivo de la vía vehicular y de las peatonales sobre las que se plantea, así como de los compromisos del subsuelo, en cuanto a redes de servicios públicos, e instalaciones técnicas de modo que con las intervenciones se garantice no interferir con futuras ampliaciones, desarrollos o construcciones de estas redes e instalaciones.

- En caso de que la vía vehicular no se encuentre construida en su totalidad, la longitud del enlace debe prever la sección definitiva y deberá ser prefabricado, liviano y desmontable, con posibilidades de ampliación y reubicación. Si el puente peatonal está próximo a un cruce de vías arterias, su localización debe tener en cuenta el proyecto definitivo de la intersección y no interferir su futura construcción. Para que la implantación del puente peatonal en lo posible corresponda con una futura estación del sistema. Y si el enlace peatonal 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.

- Los puentes peatonales deben diseñarse, construirse y adecuarse de tal manera que faciliten la accesibilidad a las personas con movilidad reducida, sea temporal o permanente, o cuya capacidad de orientación se encuentre disminuida por la edad, analfabetismo, limitación o enfermedad, de conformidad con las normas establecidas en la Ley 361 de 1997 y aquellas que la reglamenten, modifiquen o complementen, tales como las siguientes normas: NTC 4774, NTC 4143 NTC 4145, NTC 4201.

- En especial durante los ejercicios de implantación se deberán tener en cuenta accesos provistos de rampas y escaleras para vías que presenten una sección vial compuesta de tres carriles en cada sentido y separadores cuya suma de sus anchos sea inferior a 10 metros o que presenten un ancho total entre sardineles externos a las calzadas vehiculares menor a 40 metros, y dichas escaleras deberán llegar directamente al nivel del tramo principal del puente peatonal, lo anterior a fin de evitar una relación de sobre-recorrido peatonal por encima del 100% del recorrido peatonal a nivel de calzada, desmotivando el cruce a riesgo por parte del peatón. En el caso de vías que presenten una sección vial diferente se deberán omitir en lo posible las escaleras dejando opcional escaleras de medio recorrido, llegando a nivel de descansos de rampas, en aquellos casos en que permita canalizar flujos peatonales importantes ahorrando el recorrido peatonal que implica el cambio de dirección de la rampa de acceso.

- La implantación del puente y en especial sus accesos ya sea por medio de rampa o escaleras deben responder a los principales flujos peatonales y armonizar con su entorno; donde la pendiente máxima en la rampas de acceso es del 10% con una longitud máxima de desarrollo de 15 metros entre descansos, admitiendo longitudes de desarrollo de rampas de 25 metros entre descansos si la pendiente no supera el 8%; y en el caso de la escalera ésta debe tener como mínimo 0,30 metros y máximo 0,35 de huella, máximo 0,17 metros de contra-huella y tramos de máximo 18 escalones o según lo descrito en la cartilla de puentes. Los descansos

deben ubicarse entre rampas o tramos de escaleras en forma tal que permitan alojar una silla de ruedas o un usuario más un coche de bebe, para lo que se requiere como mínimo 1,50 metros en el sentido del flujo.

- Los puentes peatonales deben mantener libre las vías vehiculares existentes y previstas. En ningún caso la construcción de un puente peatonal podrá impedir el libre tránsito vehicular y peatonal que se desarrolla en superficie, así mismo, deberán evitarse la creación de espacios que impidan la visibilidad del peatón y volumetrías pesadas que limiten la seguridad del sitio.

- Así para la configuración de las rampas y escaleras se deberá tener en cuenta que las áreas encerradas no podrán superar una altura de 1 metro entre la superficie peatonal de la rampa y la de la plazoleta; y prever los cambios de dirección de las rampas o escaleras en los sitios de ubicación de descansos garantizando un gálibo vertical superior a 2,20 metros con el nivel de plazoleta (no incluye las zonas encerradas). Adicionalmente, las rampas deberán configurase en forma tal que el nivel más alto de la rampa se encuentre más cercano a edificaciones o lotes adyacentes y el ingreso a la rampa desde el nivel de plazoleta se encuentra más cercano a la calzada vehicular.

- El gálibo vertical de los puentes peatonales deberá ser mínimo de 5,50 m y se deberá prever una altura adicional de veinte (20) centímetros para futuros reparcheos o pavimentaciones de las calzadas vehiculares, el gálibo horizontal deberá ser como mínimo 1,60 m a las calzadas adyacentes (entendiéndose como la distancia mínima desde el borde del sardinel al borde externo de la estructura de la escalera, rampas o apoyos del puente), incluso en zonas verdes y separadores se deberá mantener este aislamiento a las estructuras del puente como mínimo. 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.

- Y a las construcciones sugerimos utilizar gálibos horizontales a fachadas mínimos entre cinco (5) y diez (10) metros así: para edificaciones con alturas menores a cinco (5) metros se sugiere un gálibo horizontal mínimo de cinco (5) metros, para edificaciones con alturas entre (5) cinco y diez (10) metros se sugiere utilizar un gálibo horizontal mínimo directamente proporcional a la altura de la edificación y para edificaciones con alturas mayores de diez (10) metros se sugiere un gálibo horizontal mínimo de diez (10) metros. Sin embargo, el Consultor deberá tener en cuenta que este aspecto deberá evaluarse con la SDP y que el aislamiento mínimo siempre será de cinco (5) metros.

- Sin perjuicio del ancho útil señalado en el estudio de tránsito elaborado y aprobado por la SDM, el ancho mínimo efectivo del puente peatonal 2,40 m, y en el caso del espacio adyacente al ingreso al acceso del puente donde se puede presentar un conflicto de peatones, ciclistas y personas con movilidad reducida, se deberá prever un área que garantice el nivel de servicio exigido que como mínimo será de dos veces el ancho útil del puente sin invadir las franjas definidas para corredores peatonales, ciclo-rutas, etc.

- En lo posible el lote o lotes donde se ubica el acceso al puente debe estar conformado por una plazoleta que permita hacer las veces de punto de encuentro con facilidades de: accesibilidad, visibilidad, movilidad, equipamiento urbano, señalización, para garantizar su correcto uso por el peatón. Si no es posible la plazoleta, el andén juega un papel clave al implantar el acceso al puente, su ancho compuesto por las franjas de: andén abordador, franja circulación peatonal, franja de acceso a predios; y adicionalmente la franja de ciclo-rutas (si existe).

- La proximidad de algún edificio de importancia público o privado marcará los flujos y sentidos de interés de los usuarios, la posición del acceso al puente debe responder a estos flujos, evitando puntos de conflicto, como es que la rampa o escalera queden interrumpiendo ese flujo de interés peatonal. Igualmente, por lo general un parque, una alameda o la ciclo-ruta conlleva flujos importantes de peatones ciclistas y al interrumpirse por el emplazamiento del puente forman un nodo de importancia e interés peatonal, por lo que la implantación del puente y en especial su acceso debe responder a estos flujo tensionales, resolviendo con su adecuada posición la intersección de estos flujos. Dando prioridad al peatón sobre usuario de la bicicleta.

- La implantación deberá 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 metros 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.

Los puentes peatonales deberán ser autorizados por SDP, en coordinación con las empresas de servicios públicos, a partir de los estudios de planteamiento arquitectónico y geométrico, los cuales deben estar soportados con la existencia de las áreas de cesión necesarias para su diseño apropiado, la evaluación del impacto urbano de la construcción propuesta, su justificación en términos de la necesidad de resolver flujos peatonales a través de altos volúmenes de tráfico y tomando en consideración la coherencia de las obras propuestas con el Plan de Ordenamiento Territorial y los instrumentos que lo desarrollen.

El Consultor deberá realizar los ajustes que requiera la SDP a los diseños elaborados a cada uno de los puentes peatonales y sus áreas de influencia, hasta su aprobación por parte de la Subdirección de Infraestructura y Espacio Público de la SDP.

9.5.7 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 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 EAAB 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.

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).

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.

9.5.8 Consideraciones Adicionales de Diseño

Tanto los pasos peatonales como vehiculares y el espacio público aledaño y las 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 deprimidos no se podrán adosar ningún tipo de ducto o tubería, 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 del puente o paso peatonal.

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.

Las barandas, pasamanos y bordillos deberán cumplir con lo exigido en la norma NTC 4774 y el LRFD CCP-14. 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.

Dentro del diseño hidráulico se deberán garantizar que bajo condiciones de régimen extremo del clima, caso especial de invierno, los espacios circundantes al acceso, los accesos, etc., deben prever drenajes para evitar el apozamiento de agua lluvia, y el acabado y/o material de piso debe ser adherente tanto en condiciones secas como en condiciones de humedad.

Las tuberías 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 informada a la EAB, de lo contrario o sin haber obtenido la aprobación de la EAB el Consultor se hará responsable de los daños y perjuicios causados a la ciudadanía. Para ello se deberán establecer diferentes procedimientos de excavación en profundidad que impidan causar daños a las redes e infraestructura existentes.

Sin perjuicio de lo anterior, en el área de influencia del trazado longitudinal de puentes peatonales, box culvert, conectantes vehiculares a desnivel y edificaciones se deberá revisar la coincidencia entre los planos obtenidos en las entidades de servicios públicos 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 (entre 0-10 metros), 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 milimétricamente 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 de la EAB el Consultor se hará responsable de los daños y perjuicios causados a la ciudadanía.

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 Consultor deberá efectuar una mesa de trabajo para definir conjuntamente con la el IDU las medidas correctivas a adoptar y a diseñar.

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.

Se deberá diseñar un sistema de piso 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.

En el caso de elementos metálicos de estaciones y puentes peatonales, deberán diseñarse garantizando la posibilidad de efectuar galvanizado completo de elementos ya sea por simple o doble inmersión estimando conexiones que eviten la ejecución de juntas soldadas después del procedimiento de galvanizado; así mismo, en el caso de elementos tubulares se deberán prever

el sellado de estos elementos y adicionalmente diseñar el sistema de fijación de piso, cubiertas y otros accesorios, en forma tal que no se requiera perforar ninguno de los elementos tubulares, evitando el ingreso de humedad.

9.5.9 Procesos constructivos y de montaje

El consultor 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 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 preesfuerzos de tensión inducidos en el diagonalado de varillas de 1”, incluyendo las herramientas adecuadas para efectuar este preesfuerzo, 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 preesforzado 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.

9.5.10 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 al presente estudio en los diferentes proyectos del IDU, y la bibliografía internacional aplicable, mejorándolas y cubriendo como mínimo lo especificado en ellas.

9.6 ENTREGABLES

El consultor deberá entregar un Documento Técnico de Soporte que contenga la información total de la fase de manera organizada, contando como mínimo con la siguiente estructura:

9.6.1 Factibilidad

Documento Técnico de Soporte de la especialidad que contenga la información total de la fase de manera organizada, como mínimo con la siguiente estructura:

1. Introducción del componente.

2. Antecedentes y justificación del componente.

3. Objetivos del componente.

4. Localización.

5. Relación de la información de soporte obtenida.

6. Informe de inspección visual: Se deben incluir todas las estructuras con sus respectivas fotografías, descripción, tipología, material y listado de daños.

7. Recomendación de ensayos propuestos.

8. Listado de estructuras que requieren levantamiento topográfico detallado para su análisis, en la etapa de estudios y diseños.

9. Identificar, en lo posible, la fecha de construcción de las estructuras y recomendar su actualización de acuerdo con la norma sismo-resistente vigente.

10. Listado de estructuras nuevas con su implantación y predimensionamiento geométrico caracterización de los materiales.

11. Análisis de alternativas para las estructuras principales justificando las ventajas y desventajas teniendo en cuenta variables como sistema estructural, material, geometría, estimación de costos.

12. Listado de los ítems y cantidades más representativos para reforzamiento, rehabilitación adecuación, mantenimiento y construcción.

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

14. Identificación de los riesgos del proyecto asociados al componente.

15. Conclusiones y recomendaciones generales y específicas del proyecto para tener en cuenta en la siguiente etapa.

9.6.2 Estudios y diseños

Documento Técnico de Soporte de la especialidad que contenga la información total de la fase de manera organizada, como mínimo con la siguiente estructura:

1. Introducción del componente.

2. Antecedentes y justificación del componente.

3. Objetivos del componente.

4. Localización.

5. Relación de la información de soporte obtenida.

6. Identificación de estructuras Existentes: Listado y localización de las estructuras que deben ser conservadas, recuperadas o reforzadas y las que se requieren demoler, que se encuentran

dentro de la zona de influencia del proyecto (puentes peatonales y vehiculares, deprimidos, estructuras hidráulicas, estructuras de contención y estaciones entre otras), de acuerdo con la nomenclatura vial de la ciudad o los códigos de identificación.

7. Levantamiento de detalle de las estructuras: Registro de la toma de información en campo, de las dimensiones longitudinales y transversales definiendo el tipo de material de cada uno de los elementos de la estructura, el dimensionamiento geométrico e identificación de fisuras. Levantamiento topográfico de precisión del alineamiento longitudinal de los diferentes elementos en su sección transversal para detectar posibles asentamientos, deformaciones, pandeos, deflexiones, etc. Levantamiento detallado de fisuras y grietas de los diferentes elementos indicando su geometría, longitud, espesor y trayectoria documentándolo en forma gráfica. 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.

8. Informe de estudio de patologías de estructuras existentes: Informe de cada una de las estructuras identificando en cada una de ellas la descripción, tipología, material y listado de daños, patologías presentadas, resultados de ensayos y pruebas realizadas, memorias y planos. Determinación del avance de frentes de carbonatación, nivel de ataques químicos y biológicos, resistencias de los concretos, calidad de aceros. Definición de la vida útil residual de la estructura. Informe provisto de esquemas estructurales y registros fotográficos y fílmicos en formato digital. Comparación entre lo realmente construido y la información recopilada, elaborando planos detallados. Análisis de los defectos encontrados advirtiendo la incidencia en el comportamiento de la estructura. Informe de estudio de evaluación estructural: Informe de cada una de las estructuras en el cual se debe presentar la evaluación de la capacidad estructural identificando en cada una de ellas las insuficiencias y las necesidades de tratamiento. Definición de los parámetros a ser incorporados en los modelos matemáticos en términos de geometrías de elementos, deformaciones de estos, resistencias de materiales; y parámetros para la verificación de los diferentes elementos y para los diseños de soluciones de reforzamiento, rehabilitación, reparación y mantenimiento. Viabilización de la posibilidad de reforzar la estructura según el estado de conservación de esta y los defectos constructivos encontrados.

9. 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.

10. Estructuras para rehabilitar o para 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.

11. 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).

12. Estructuras para demoler: Guía para la demolición, que incluya la condiciones para 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.

13. Listado de estructuras: Listado y localización de las estructuras Nuevas, de acuerdo con la nomenclatura vial de la ciudad, o códigos de identificación.

14. 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.

15. 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.

16. 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 para 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.

17. Estimación de Cantidades de Obra y personal.

18. Listado de ítems de obra: Ítems del componente de estructuras y descripción detallada de los mismos, para reforzamiento, rehabilitación, adecuación, mantenimiento y/o construcción.

19. 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.

20. 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.

21. Especificación de construcción: Identificación y definición de las especificaciones generales y anexar las particulares por cada uno de los Ítems de obra.

22. Identificación de riesgos previsibles que puedan afectar el desarrollo del proyecto.

23. Conclusiones y recomendaciones generales y específicas para tener en cuenta en la etapa de obra.

24. Para proyectos de edificaciones licencia de construcción o justificación en caso de no requerirse.

25. Planos Firmados y vigentes de los productos del estudio en Planta y Perfiles.

26. Plano de Planta y perfil general de verificación donde se muestre la superposición de las redes de servicios públicos con las estructuras diseñadas.

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

28. Consistencia y uniformidad entre los diferentes dibujos y planos.

29. Detalles de los elementos estructurales incorporados en la solución.

30. Detalles constructivos especiales.

31. 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.

32. Especificación de materiales.

33. Especificación de las cargas de diseño.

34. Especificaciones especiales sobre la fundación de estructuras.

35. 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.

36. Planos de fabricación y montaje con sus respectivas recomendaciones.

37. Detalles generales de Construcción a escalas comprensibles.

38. Cantidades de obra.

39. 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:

40. Índice de planos con el proyecto general.

41. 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.

42. 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.

43. Planos generales de cada estructura en planta y alzado, 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.

44. Plano general de patología estructural de cada estructura en planta y alzado, referenciando los principales problemas de durabilidad y correctivos a ejecutar incluyendo fotografías ilustrativas de la problemática; deberán incluirse en este plano el levantamiento detallado de fisuras o grietas, las zonas de los diferentes elementos afectadas por corrosión en el refuerzo, etc.; también deberán incluirse tablas resumen de recubrimientos promedio (y rangos) de cada elemento estructural, y tablas resumen de ensayos de resistencias de concretos y el promedio adoptado en los cálculos; en general se deberán relacionar los resultados de ensayos de materiales y parámetros adoptados en el diseño. (sólo aplica para estructuras existentes)

45. Planos de levantamiento estructural de cada estructura. 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 y su acero de refuerzo con cortes y alzados, diámetros, longitudes, etc., como si fuera el proyecto inicial como a continuación se indica.

46. Plantas de Cimentaciones por cada 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.

47. Planos de detalle de unidades de subestructura para cada 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.

48. Planos de detalle de unidades de superestructura para cada estructura. Se deberá aplicar el mismo criterio que para los tramos de subestructura, detallando adicionalmente los sistemas de presfuerzo, de barandas, de conexiones, juntas, etc.

49. Planos de reforzamiento de estructuras para cada estructura. Para el caso de reforzamiento de estructuras para cada uno de los elementos a intervenir deberán elaborarse las mismas vistas de detalles tanto geométrico como de refuerzo proyectado para las secciones finales, donde se pueda identificar lo existente (incluyendo acero) de lo nuevo a implementar en el elemento, indicando espesores de recubrimientos, resistencias de concretos existentes y proyectados, valores encontrados de frentes de carbonatación por elemento.

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

51. 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 esta en cada una de las etapas, los equipos a emplear y lugares de instalación incluyendo las especificaciones mínimas de los equipos.

52. Memorias de cálculo para cada estructura que debe contener

- 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.
- 53. Cantidades de materiales de obra a ejecutar.

9.7 NORMATIVIDAD APLICABLE

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.
- Decreto 523 de diciembre 16 de 2010, “Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D. C.”
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.
- LRFD Bridge Design Specifications 2020 de la AASHTO.
- LRFD Guide Specifications for the Design of Pedestrian Bridges de la AASHTO.
- Normas Técnicas Colombianas – NTC.

- 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.
- NTC 5832 Prácticas estándar para edificios y puentes de acero.
- ACI 318-19 Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary. 2019.
- SEI/ASCE 7-22 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. 2022. American Society of Civil Engineers.
- ANSI/AISC 360-16 Specification for Structural Steel Buildings. 2016.
- ANSI/AISC 341-16 Seismic Provisions for Structural Steel Buildings. 2016.
- FEMA NEHRP Recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures. 2015.
- AWS D1.1 Structural Welding Code - Steel. 2020.
- AWS D1.5 Bridge Welding Code - Steel. 2020.
- AWS D1.8 Structural welding code. 2020.
- NCHRP350. Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features.
- NCHRP537. Recommended Guidelines for Curb and Curb–Barrier Installations.
- Roadside desing guide AASHTO. Versión actualizada.
- Manual for assessing safety hardware (MASH). FHWA.
- Especificaciones técnicas generales de materiales de construcción para proyectos de infraestructura y de espacio público para Bogotá D. C. IDU-ET-2018.
- Normas SISTEC de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado, Agua y Aseo de Bogotá.
- Especificaciones técnicas de Construcción INVIAS – 2014.

NOTA: Todos los productos deben ser recibidos, revisados y aprobados por la Interventoría.

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

Elaboró:

Edgar Rolando Barrera Salinas

Edgar Rolando Barrera Salinas
I.C. Especialista en Estructuras – Contratista DTP