

**20. CAPÍTULO TÉCNICO 8. ESTUDIOS Y DISEÑOS
GEOTECNIA Y PAVIMENTOS**



CONCURSO DE MÉRITOS

**"FACTIBILIDAD, ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE LOS PUNTOS INESTABLES DE
LA VÍA BOGOTÁ - LA CALERA"**

CAPÍTULO TÉCNICO 8.1

GEOTECNIA

BOGOTÁ D. C., MAYO DE 2018

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO TÉCNICO DE GEOTECNIA.....	3
8.1.1. OBJETIVO.....	4
8.1.2. ANTECEDENTES.....	4
8.1.3. NORMATIVIDAD APLICABLE.....	4
8.1.4. ALCANCES.....	5
8.1.5. ETAPA DE INVESTIGACIÓN Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	5
8.1.6. ETAPA DE FACTIBILIDAD.....	7
8.1.6.1 PLAN DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA.....	7
8.1.6.2 COMPONENTE DE GEOTECNIA.....	8
8.1.6.3 RIESGOS PREVISIBLES.....	10
8.1.6.4 CANTIDADES DE OBRAS.....	10
8.1.6.5 MATRIZ MULTICRITERIO.....	10
8.1.6.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	11
8.1.7. ETAPA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS.....	11
8.1.7.1. COMPONENTE DE GEOTECNIA.....	11
8.1.7.1.1. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES Y ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS.....	12
8.1.7.1.2. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS (EN CASO QUE APLICHE).....	16
8.1.7.1.3. ANÁLISIS DEL RIESGO PÚBLICO.....	17
8.1.8. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO.....	18
8.1.9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	18
8.1.10 REDES HIDROSANITARIAS.....	19
8.1.11 PLAN DE CONTINGENCIA.....	19
8.1.12 CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO GEOTÉCNICO.....	19
8.1.13 ENTREGABLES.....	21

CAPITULO TECNICO DE GEOTECNIA

A continuación se presentan los lineamientos técnicos mínimos para los componentes de geotecnia que deberán implementarse por parte del Consultor, para efectuar la "FACTIBILIDAD, ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PUNTOS INESTABLES DE LA VÍA BOGOTÁ - LA CALERA", y toda aquella infraestructura que sea requerida para la construcción y puesta en operación de las vías que se ven afectadas por los problemas presentados en los sitios inestables priorizados para la ejecución del contrato, tanto a nivel vial, espacio público y servicios públicos.

Adicionalmente, el Consultor a través de sus estudios y diseños, deberá lograr la integralidad y armonización con todos los proyectos que el Instituto se encuentre ejecutando ya sea a nivel de Estudios y Diseños o de Construcción y entrada en operación, para lo cual deberá coordinar la entrega de información por parte del Instituto, a través del supervisor del Contrato y la Interventoría respectiva.

En este documento se presentan algunos aspectos geotécnicos del proyecto que se requieren para realizar la construcción de la cimentación de estructuras principales, secundarias, redes, estructuras de pavimento y espacio público asociado, y demás estructuras complementarias, que sean requeridas para dar cumplimiento al objeto contractual que se ha previsto para este proyecto.

Para efectos de lo anterior, a partir de los estudios y diseños existentes y de la totalidad de los documentos relacionados en el Numeral – Antecedentes del ANEXO TÉCNICO SEPARABLE, se deberán proponer, analizar y evaluar diferentes alternativas de implantación del proyecto (como mínimo 3 alternativas todas ellas posibles de ser ejecutadas), y finalmente recomendar una alternativa para ser desarrollada a nivel de detalle (con base en la evaluación de una matriz multicriterio, a través de la ponderación de diferentes aspectos, tales como: dificultades durante el proceso constructivo, costo inicial de la construcción, costo asociado a la operación, riesgo asociado a la construcción, plazo de construcción de las obras, etc., o cualquier otro aspecto que los especialistas del Consultor consideren que impacten al proyecto desde estos componentes), para lo cual se deberá efectuar la caracterización geomecánica del depósito de suelo y/o roca presente en las zonas en las que se requiera complementar, actualizar, ajustar o elaborar los diseños específicos que necesite el proyecto, efectuando la exploración complementaria, los ensayos de campo y de laboratorio faltantes o de verificación necesarios para determinar el comportamiento físico-mecánico del suelo; con el objeto de realizar la interpretación técnica que permita definir los parámetros de diseño y las recomendaciones necesarias para la construcción de las cimentaciones y obras relacionadas. Finalmente, en caso de que aplique, evaluar los posibles mecanismos de falla, fenómenos de subsidencia y el diseño e implementación de acciones tendientes a lograr su mitigación.

Por lo tanto, los diseños geotécnicos, comprenden entre otras actividades, la complementación de la investigación del subsuelo, los análisis y las recomendaciones necesarias para el diseño, construcción y conservación de las obras, de manera que se garantice un adecuado



comportamiento de éstas, así como de las estructuras propias del proyecto, instalaciones, predios y construcciones y redes adyacentes al proyecto.

En todo caso, el Consultor debe garantizar que la alternativa de diseño seleccionada es la necesaria y más beneficiosa para el proyecto y la ciudad, enmarcándose dentro del principio de economía.

Es importante anotar que los criterios presentados en los siguientes numerales, corresponden a unos criterios básicos para la elaboración de los Estudios Geotécnicos, pero será responsabilidad del Consultor realizar las actividades y análisis que permitan elaborar un estudio confiable.

8.1.1. OBJETIVO

Elaborar la "FACTIBILIDAD, ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PUNTOS INESTABLES DE LA VÍA BOGOTÁ - LA CALERA" y toda aquella infraestructura que sea requerida para su construcción y puesta en funcionamiento de los corredores viales

8.1.2. ANTECEDENTES

Se deberá tener en cuenta los estudios y diseños, y demás información relacionada en el Numeral ANTECEDENTES, del ANEXO TÉCNICO SEPARABLE.

8.1.3. NORMATIVIDAD APLICABLE

Los estudios indicados en el presente capítulo deberán estar orientados de conformidad con toda la Normatividad vigente, la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10 Ley 400 de 1997 Decreto 926 de 2010, el Decreto 523 de 2010 de la Alcaldía Mayor de Bogotá (Microzonificación Sísmica de Bogotá Distrito Capital) o el que se encuentre vigente y las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción para proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público en Bogotá D.C. – IDU-ET-2011. V.3, o las que se encuentren vigentes a la fecha de inicio del contrato. Así mismo, deberá implementarse la Guía "Toma de información técnica de inventario, diagnóstico y ensayos para la gestión de la infraestructura vial y espacio público de Bogotá D.C." y en la "Guía de entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público", en las versiones que se encuentren vigentes a la fecha de suscripción del acta de inicio del contrato.

En todo caso se deberá acoger la normativa existente en el IDU, en lo referente a la utilización de nuevas tecnologías y/o materiales reciclados, para lo cual debe ceñirse a lo establecido en el documento "CONDICIONES TÉCNICO-AMBIENTALES ESPECIALES" Versión 2, o aquel que lo modifique o sustituya y que se encuentre vigente a la fecha de suscripción del acta de inicio del contrato, actualizado por el IDU, documento que hace parte integral del presente pliego de condiciones y que se refiere a la implementación de la Resolución No. 1115 de 2012 para el "Aprovechamiento y Tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)".

NOTA:

Así mismo, el Consultor deberá presentar el Plan de Calidad específico para el proyecto, en donde se evidencie la forma en que se dará cumplimiento a los requisitos establecidos por el Sistema de Gestión de Calidad interno del contratista, en especial, lo referente al numeral de Equipos de inspección, medición y ensayo al igual que los Planes de calibración y ajuste correspondientes.

En tal sentido, los equipos utilizados para la verificación de características técnicas en las Fases de Factibilidad, Diseño y Ejecución de proyectos, deberán estar calibrados en un laboratorio acreditado para tal fin, los certificados de calibración de dichos equipos, deben ser entregados para su aprobación al Interventor, antes de que el equipo sea utilizado.

Adicionalmente, teniendo en cuenta que se requiere la ejecución de ensayos, éstos deberán realizarse en laboratorios acreditados por el organismo competente, como la ONAC, o laboratorios idóneos certificados con las normas ISO/IEC 17025:2005 o ISO 9001:2008, o versiones más recientes, que aseguren la adecuada medición e identificación de los atributos técnicos objeto de evaluación. Los certificados de acreditación o de idoneidad, deberán ser entregados al interventor antes de la realización de los ensayos, esto con la finalidad de que la Interventoría tenga aprobado el laboratorio de suelos y pavimentos previo al inicio del desarrollo del proyecto.

8.1.4. ALCANCES

Realizar todas las actividades necesarias para ejecutar la FACTIBILIDAD, ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PUNTOS INESTABLES DE LA VÍA BOGOTÁ - LA CALEÑA, y toda aquella infraestructura que sea requerida para su construcción y puesta en funcionamiento, teniendo en cuenta la documentación existente y los lineamientos que a continuación se presentan.

8.1.5. ETAPA DE INVESTIGACIÓN Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La búsqueda, recopilación y análisis de información secundaria, deberá contemplar aspectos principales como: antecedentes de proyectos, estudios y normatividad, en lo relacionado con geología, geomorfología, zonificación sísmica, antecedentes de amenazas por riesgo y vulnerabilidad, riesgo por inundaciones o remoción en masa, hidráulica e hidrología, cartografía, uso del suelo, y en general todos aquellos aspectos que permitan tener un adecuado conocimiento del proyecto desde el punto de vista geotécnico, 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 tales efectos, el Consultor deberá recopilar y analizar como mínimo, y sin limitarse a ello, la información resultante de los estudios y diseños y demás documentación relacionada en el Numeral – Antecedentes del ANEXO TÉCNICO SEPARABLE.

Como producto del reconocimiento visual de la zona del proyecto, así como también del

proceso de búsqueda y análisis de información, se deberá establecer el entorno geológico, geotécnico, las características del subsuelo, el entorno sísmico y de amenaza y realizar las respectivas recomendaciones geotécnicas, que incluyan criterios generales de cimentación para estructuras principales y redes de servicios públicos, potenciales problemas de estabilidad, así como también el grado de riesgo y posible afectación de las construcciones existentes frente a las obras que resultarán de los estudios y diseños objeto del presente pliego de condiciones. Deberá llevarse un cuidadoso registro fotográfico de todo el reconocimiento visual y efectuarse un inventario de las condiciones geológicas y geotécnicas más importantes del proyecto.

Con el propósito de establecer las características y condiciones de los segmentos viales pertenecientes al proyecto, así como también de orientar el planteamiento de intervención y diseño de las estructuras y espacio público asociado, el Consultor deberá realizar la identificación, inventario y diagnóstico de las estructuras existentes en el tramo(s) en estudio, para lo cual deberá ceñirse a lo establecido por este Instituto en: El ANEXO TÉCNICO DE DIAGNÓSTICO PARA CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA BOGOTÁ Versión 6.0, el MANUAL DE ACTUALIZACIÓN E INVENTARIO DE LA MALLA VIAL Y DEL ESPACIO PÚBLICO, la GUÍA DE TOMA DE INFORMACIÓN TÉCNICA DE INVENTARIO, DIAGNÓSTICO Y ENSAYOS PARA LA GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y ESPACIO PÚBLICO DE BOGOTÁ D.C. Versión 1.11 y la GUÍA DE ENTREGA DE PRODUCTOS EN FORMATO DIGITAL DE PROYECTOS REALIZADOS EN LA INFRAESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS DE MOVILIDAD Y ESPACIO PÚBLICO Versión 1.0, y como resultado deberá producirse la respectiva cartografía a escalas avaladas por el IDU y la Interventoría, llevando un cuidadoso registro fotográfico de todo el reconocimiento visual y el correspondiente inventario de las condiciones geológicas y geotécnicas más importantes del proyecto.

Nota: Si al momento del inicio de la ejecución de los estudios y diseños llegaran a existir versiones actualizadas de los anteriores documentos, el Consultor deberá entonces desarrollar sus diseños citándose a los lineamientos allí establecidos.

Así mismo, el Consultor deberá realizar la identificación, inventario y diagnóstico de las vías que van a ser utilizadas como desvíos, las cuales deben ser identificadas por el Consultor desde el componente de Tránsito, con el objeto de definir los costos de mantenimiento de los diferentes corredores que se van a usar para tal fin.

En el caso de vías nuevas, que no tienen Código de Identificación Vial (CIV), deberá realizarse el trámite requerido para la creación del CIV y su inclusión en el Servidor de Mapas del IDU.

Como resultado del proceso de Investigación, Recopilación y Análisis de Información, y considerando integralmente otros de los estudios requeridos en el presente Pliego de Condiciones, como por ejemplo tránsito, topografía y redes entre otros, el Consultor deberá presentar el Plan de Investigación del subsuelo a realizar para los Estudios y Diseños, correspondientes a las estructuras que presente el proyecto como: estructuras en espacio público asociado, cimentación para estructuras principales, redes de servicios públicos, muros de contención, pasos deprimidos, puentes y demás estructura que requieran de análisis geotécnico.

El Consultor deberá revisar la información existente correspondiente a la investigación del subsuelo realizada en otros contratos y que corresponda al sector analizado mediante este estudio, la cual puede ser consultada en el centro de Documentación del IDU, o a través del Repositorio Institucional en la página Web del IDU, y determinar las

complementaciones y verificaciones que considere del caso, debidamente justificadas desde el punto de vista técnico, para efectos del planteamiento del plan de exploración geotécnica a realizarse tanto en la etapa de factibilidad como para la etapa de estudios y diseños.

En todo caso, los planes de investigación del subsuelo complementarios en cada una de las etapas del proyecto, deberán estar aprobados por la Interventoría y presentarse a la Dirección Técnica de Proyectos del IDU para su revisión y concepto de recibo, previo a la ejecución de los trabajos de campo, con el correspondiente cronograma de ejecución y valoración económica de los trabajos a realizar, e indicando claramente el presupuesto total para los Estudios Geotécnicos. Los planes de Investigación Geotécnica deberán presentarse debidamente justificados desde el punto de vista técnico, soportado con el plano de localización de los sondeos y apiques que se requieran realizar junto con la información geotécnica existente de estudios y diseños anteriores que se hayan realizado en el área de influencia directa del proyecto. El plan de exploración del subsuelo deberá tener en cuenta la información de redes existentes de las empresas de servicios públicos previo a su ejecución, dado que todos los daños causados a las redes existentes durante el proceso de exploración, deberá ser asumido por el Consultor.

Se precisa que a partir de la información del subsuelo existente, la exploración adicional que plantee el Consultor debe ser solamente en los puntos en que dicha información no exista, o que los parámetros geotécnicos existentes sean insuficientes para la elaboración de un estudio confiable, o en los puntos en los que se requiera corroborar información específica.

8.1.6. ETAPA DE FACTIBILIDAD

A partir de la información recopilada en la etapa anterior para la etapa de Factibilidad se deberán plantear alternativas de implantación del trazado a partir de los documentos suministrados por la Dirección Técnica de Proyectos del IDU, y finalmente evaluar y definir la alternativa que se llevará a nivel de diseño de detalle en la etapa de estudios y diseños.

Con base en la información geotécnica secundaria (estudios anteriores) y primaria, se deberán realizar los predimensionamientos de las estructuras geotécnicas para cada una de las alternativas de solución del proyecto, con el propósito de evaluarlas a través de una matriz multicriterio que permita definir la alternativa óptima.

A continuación, se presentan los lineamientos técnicos mínimos a considerar desde el componente de geotecnia, que el Consultor deberá tener en cuenta para realizar el planteamiento y evaluación de alternativas, así como la definición de la alternativa óptima a desarrollar en la etapa de diseños:

8.1.6.1 Plan de investigación geotécnica

Para la obtención de información primaria de tipo geotécnica, necesaria para realizar el predimensionamiento de la cimentación de estructuras principales, secundarias complementarias y redes; se deberá elaborar un plan de Investigación geotécnica que complemente la campaña de exploración geotécnica que se realizó en los estudios y diseños que se hayan realizado previamente en el área de influencia directa del proyecto.

El plan de investigación geotécnica complementario, deberá ser planteado para ser ejecutado en dos etapas: factibilidad y estudios y diseños, conforme a los lineamientos establecidos en los presentes pliegos de condiciones.

El plan de investigación geotécnica para la etapa de factibilidad, tiene como finalidad el permitir que el Consultor complemente la información existente o verifique los parámetros de suelo que le permitan realizar el predimensionamiento de la cimentación de estructuras, redes y taludes, de cada una de las alternativas de solución que se evalúen en esta etapa.

Por su parte, el plan de Investigación geotécnica para la etapa de estudios y diseños, debe ajustarse en su totalidad, en cuanto a cantidad y profundidad de las exploraciones y tipo de ensayos de caracterización geotécnica en los estratos identificados, a los lineamientos definidos en la normatividad vigente aplicable a cada tipo de estructura, para lo cual se deberá considerar la información que proviene de estudios y diseños anteriores.

Se deberá incluir el plano de localización de sondeos, barrenos y apiques existentes y programados, exploraciones que deberán estar debidamente georreferenciados en cuanto a coordenadas, cotas y abscisado se refiera.

8.1.6.2 Componente de Geotecnia

Descripción de alternativas

A partir del análisis de la información recopilada en la etapa anterior, que incluye no solo los estudios existentes, sino también los lineamientos establecidos por la Dirección Técnica de Proyectos del IDU, el Consultor deberá plantear diferentes alternativas de implantación del proyecto, que permitan dar cumplimiento al objeto contractualmente establecido.

Así mismo, deberá identificar las interferencias con las redes húmedas existentes a lo largo del proyecto, conforme a la normatividad técnica de la FAR en cuanto a distanciamiento, profundidad y requerimientos de instrumentación y monitoreo para las alternativas de cimentación propuestas.

Adicionalmente, se deberá efectuar una descripción detallada de cada una de las alternativas propuestas presentando la relación de los aspectos a considerarse en el análisis de cada una de ellas y que pueden influir en la ejecución de los estudios, diseños y construcción de las obras respectivas. Para tal efecto, se deberán presentar los esquemas en planta y perfil con la implantación de las alternativas, que permitan facilitar el planteamiento del proyecto, así como su análisis geotécnico y recomendaciones de solución.

Este análisis deberá ser presentado para cada una de las estructuras que hacen parte del proyecto.

Así mismo, y en caso de que se requiera evaluar el ajuste o actualización de una estructura existente, se deberá incluir la descripción de la cimentación de la misma, especificando el tipo de intervención que se pretende realizar para cada una de las alternativas propuestas.

Caracterización del entorno del proyecto

Con base en lo dispuesto en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes Ministerio de Transporte CCP-2014 Resolución 108 de 26 de enero de 2015 o el que se encuentre vigente, la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sísmica Resistente NSR-10 Ley 400 de 1994/ Decreto 926 de 2010 y el Decreto 523 de 2010 de la Alcaldía Mayor de Bogotá (Microzonificación Sísmica de Bogotá Distrito Capital), el Consultor deberá realizar la caracterización del entorno geológico, geotécnico y sísmico del proyecto para cada uno de los sitios que requieran el análisis de alternativas para las estructuras que se requieran implantar. Así mismo, deberá identificar las amenazas y riesgos que pueden llegar a afectar cada una de las alternativas que se evalúen, estableciendo sus posibles implicaciones.

En cuanto al entorno sísmico, se deberán presentar los análisis para cada estructura a partir de la información existente (NSR-10, CCP-14 y MZSB-10), sin perjuicio de la información primaria que se obtenga para la zona de influencia directa del proyecto.

Perfiles geotécnicos y análisis geotécnicos

Con base en la información geotécnica primaria y secundaria para la etapa de factibilidad, se deberán realizar los predimensionamientos de estructuras primarias, secundarias, complementarias y taludes, con el propósito de evaluarlas en una matriz multicriterio.

Para el caso de taludes, el Consultor deberá elaborar y presentar una ficha de diagnóstico como resultado de la visita de reconocimiento, con las principales características e información básica del talud (longitud, altura, nivel freático, evidencias de FAN y deslizamientos, clasificación del deslizamiento y causas del mismo, lallas, diaclasas, sobrecargas, etc) el propósito de identificar potenciales sitios inestables o con movimientos activos, y de esta forma evaluar el estado actual de las zonas en las que se pueden presentar inconvenientes relacionados con la estabilidad de los taludes al implementar cada una de las alternativas de solución que se analicen en esta etapa.

La información geotécnica deberá ser consolidada en perfiles estratigráficos y analizada conforme a los lineamientos establecidos en los presentes pliegos de condiciones. Los perfiles estratigráficos deberán presentar las propiedades físicas y mecánicas de cada uno de los estratos identificados durante los trabajos de campo.

Los resultados de los ensayos de laboratorio (nuevos y existentes) deberán consolidarse en una tabla resumen que incluya como mínimo y sin limitarse a ello, la siguiente información: absisa, coordenadas, cotas, apique o sondeo No., Nuestra No., profundidad, descripción de la muestra, clasificación AASHTO y USCS, humedad, granulometría, límites de atterberg, parámetros de resistencia, etc.

Con base en el análisis de variabilidad de los parámetros físicos y mecánicos con respecto a la profundidad, se deberá presentar la sectorización en términos de tramos homogéneos o los modelos geotécnicos a implementarse para cada sector de análisis. Así mismo deberán identificarse las condiciones especiales del subsuelo que deban ser analizadas de manera independiente en cada caso particular.

Para el caso de taludes, se deberá presentar el perfil típico del talud de análisis, junto con los parámetros de resistencia del suelo o macizo rocoso, análisis de posibles mecanismos de falla y estimativo de cargas (sobrecargas y cargas externas) para su modelación correspondiente.

Para la definición de modelos geotécnicos de análisis, se deberán presentar los estimativos de cargas a las que estarán sometidas cada una de las estructuras (principales, secundarias, complementarias, redes y taludes) que se presenten, analizar con cada una de las alternativas de implementación del proyecto. Dichas cargas deberán estar decididamente soportadas en la normatividad técnica aplicable y los estimativos particulares que aplique al proyecto.

Los análisis geotécnicos realizados, serán el soporte para los predimensionamientos de las cimentaciones de estructuras que se requieran evaluar en cada una de las alternativas de solución que se desarrollan en la etapa de factibilidad.

Para efectos de los predimensionamientos, se podrá utilizar cualquier metodología de diseño existente, explicando y justificando los criterios empleados para tal fin. Así mismo, deberá anexar las memorias de cálculo que soporten los predimensionamientos de las estructuras analizadas, las cuales deben contener el procedimiento detallado de análisis geotécnico y premisas de prediseño. Podrán incluirse las modelaciones a través de los diferentes programas geotécnicos disponibles, incluyendo una descripción de los mismos y la correspondiente interpretación de los resultados obtenidos.

8.1.6.3 Riesgos previsible

El Consultor deberá identificar y analizar los riesgos que pueden llegar a presentarse durante la ejecución de los estudios y diseños, para cada una de las alternativas que se plantean y analizar desde la factibilidad, indicando la posible solución a dichos inconvenientes.

Así mismo, deberá identificar aquellos aspectos del componente de geotecnia, que deben ser estudiados con mayor detalle y que puedan llegar a afectar el cronograma de obra que se define para el proyecto.

8.1.6.4 Cantidades de obra

Con el propósito de determinar el costo preliminar asociado a la implementación de las obras propuestas en cada una de las alternativas analizadas en la etapa de factibilidad para este proyecto, el Consultor deberá presentar los respectivos cuadros de estimación de cantidades de obra, los cuales deben estar soportados en las memorias de cálculo correspondientes.

8.1.6.5 Matriz multicriterio

El Consultor de manera concertada con la Interventoría, deberán definir los criterios y umbrales de calificación que permitan realizar una evaluación objetiva e imparcial de cada una de las alternativas por medio de la matriz multicriterio, a través de la ponderación de diferentes aspectos, tales como: dificultades durante el proceso constructivo, costo inicial de la construcción, costo asociado a la operación, riesgo asociado a la construcción, plazo de construcción de las obras, etc., o cualquier otro aspecto que los especialistas consideren que impacten al proyecto desde estos componentes.

Como resultado de la definición de criterios y umbrales de evaluación, se deberá presentar la evaluación técnica y económica de las alternativas para cada una de las estructuras propuestas, indicando los puntajes y calificaciones obtenidas a partir de este ejercicio.

Finalmente, y después de realizarse la evaluación de las alternativas de manera conjunta con todos los demás componentes del proyecto, el Consultor deberá presentar la relación de la alternativa de solución que se definió para cada una de las estructuras a implementar y a ser desarrolladas a nivel de detalle en la etapa de estudios y diseños.

8.1.6.6 Conclusiones y recomendaciones

El consultor deberá presentar de manera breve, los resultados de la etapa de factibilidad, así como la definición de las alternativas finalmente seleccionadas, con las justificaciones a que hubiere lugar.

Así mismo, deberá efectuar las recomendaciones en cuanto a aspectos relevantes a considerarse en la etapa de estudios y diseños, que deban ser analizadas de manera específica para el proyecto desde el componente de geotecnia.

Adicionalmente, deberá presentar el plan de exploración de investigación del subsuelo complementario para ser ejecutado en la etapa de estudios y diseños.

8.1.7. ETAPA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

Para la etapa de Diseños, el Consultor deberá realizar los ajustes, actualizaciones, complementaciones y/o elaboración de los estudios y diseños completos y de detalle que permitan dar cumplimiento al objeto contractual de este proyecto: análisis de estabilidad de taludes y diseño de estructuras de contención (si se requiere), los diseños de cimentaciones de redes de servicios públicos de ser necesario, así como el diseño detallado de la estructura de pavimento y su espacio público asociado. Para tal efecto, a continuación se presentan algunos lineamientos técnicos básicos que deberán tenerse en cuenta para la elaboración de los estudios y diseños:

8.1.7.1. COMPONENTE DE GEOTECNIA

Se deberá efectuar la caracterización geomecánica del depósito de suelo y/o macizo rocoso presente en la zona de ubicación de cada una de las estructuras requeridas para el proyecto, efectuando la exploración y los ensayos de campo y de laboratorio necesarios para determinar el comportamiento físico-mecánico del suelo y/o macizo rocoso, con el objeto de realizar la interpretación técnica que permita evaluar los posibles mecanismos de falla, las condiciones de servicio adecuadas, suministrar los parámetros y las recomendaciones necesarios para el diseño y la construcción de las cimentaciones y obras relacionadas.

Lo anteriormente enunciado de conformidad con la Norma Sismo Resistente vigente, es decir, el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes Ministerio de Transporte – INVIAS – CCP 2014 resolución 108 del 26 de enero de 2015 o las que se encuentren vigentes, la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10 Ley 400 de 1997 Decreto 926 de 2010 y el Decreto 523 de 2010 de la Alcaldía Mayor de Bogotá (Microzonificación Sísmica de Bogotá Distrito Capital) o al que se encuentre vigente al acta de inicio del contrato.

8.1.7.1.1. Estudios geotécnicos de estabilidad de taludes y estructuras complementarias

Para los análisis de estabilidad de taludes y estructuras complementarias, se deberán seguir los lineamientos generales que se presentan en los siguientes apartados, teniendo en cuenta la Normatividad vigente, en especial con la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10 Ley 400 de 1997 Decreto 926 de 2010 y el Decreto 074 de 2001 de la Alcaldía Mayor de Bogotá (Microzonificación Sísmica de Bogotá Distrito Capital) o el que se encuentre vigente al acta de inicio del contrato, prestando especial atención a las zonas donde se puedan presentar sectores inestables desde el punto de vista geotécnico.

En todo caso el Consultor deberá presentar a consideración del IDU, para cada sitio inestable y estructura complementaria proyectada, el tipo de perforaciones a realizar, el número de metros de perforación y su distribución, para que esta realice el correspondiente estudio y concepto, y que permitan elaborar un estudio confiable, realizando además la correspondiente valoración económica de la investigación del subsuelo para esta actividad. Por estructuras complementarias se entienden las estructuras de contención adicionales, alcantarillas, box-culverts, entre otras posibles.

Trabajos de campo:

De acuerdo con el tipo de estructuras requeridas, se realizarán perforaciones, (manuales o mecánicas), especificándose su localización (referenciados a la nomenclatura urbana, o por coordenadas del levantamiento topográfico que se efectúe), su número y su profundidad, previa concepto de recibo por parte de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU.

Para el caso de taludes, se deberán realizar como mínimo y sin limitarse a ello, dos (2) exploraciones geotécnicas por talud, una en la corona del talud y otra en la pata o parte inferior; localizadas de tal forma tal que se pueda obtener un perfil geotécnico típico, de igual manera el Consultor deberá presentar el perfil topográfico típico del talud y/o cuerpo del deslizamiento, secciones transversales y obtención de la superficie de falla; deberá reportarse en todos los casos el nivel de agua, y efectuar los análisis de estabilidad indicando si los mismos se efectúan en condiciones drenadas o no drenadas, teniendo en cuenta la presencia de presión de poros en el suelo o de infiltración, de igual manera con la obtención de parámetros c y ϕ , que sean conseguidos de acuerdo a las características del sector de análisis.

En el caso de los taludes en roca, se deberá realizar la sectorización del macizo y se profundizará la información de los levantamientos estructurales realizada durante la etapa de factibilidad, con el fin de caracterizar la calidad del macizo rocoso teniendo en cuenta aspectos como litología, espaciamiento de las discontinuidades, estado de meteorización, fracturación, flujo de las discontinuidades, identificación de familias de discontinuidades, continuidad o persistencia del macizo, la resistencia de la matriz rocosa con el fin de obtener los parámetros de diseño de estas zonas.

Se realizarán pruebas de campo necesarias para conocer las características mecánicas y de resistencia de los diferentes estratos encontrados. Se debe informar sobre el nivel freático y su variación durante los sondeos, el resultado de resistencias in-situ del suelo, así como el porcentaje de recobro y RQD según su aplicación.

Las perforaciones deberán incluir ensayos de campo, como mínimo el Ensayo de Penetración Estándar (SPT) y veleta de campo y deberán reportar las fluctuaciones del nivel freático durante la perforación y valores de resistencia in-situ que permitan determinar las características del perfil estratigráfico. Los sondajes deberán estar referenciados con la topografía del proyecto.

En el informe del estudio de suelos deberá anexarse todos los registros de perforación debidamente firmados y referenciados en cuanto a cotas y abscisas del proyecto, así como también los planos y tablas en los que se consolide la información referente a los perfiles estratigráficos y caracterización de los materiales identificados.

Ensayos de laboratorio

Por cada estrato o capa de suelo encontrado se realizarán ensayos de clasificación (granulometría y límites de Atterberg). Se deberán incluir valores de humedad natural y resistencia a lo largo del perfil del suelo. Para cada estrato se deberán realizar ensayos de compresión confinada, consolidación unidimensional y corte directo (para la posterior obtención de los parámetros C y Φ , dependiendo del tipo de material encontrado en el perfil estratigráfico), previo estudio y concepto de recibo por parte de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU en cuanto a la cantidad de ensayos requeridos y su pertinencia, de manera consistente con los presupuestos disponibles para este tipo de obras, previo a la ejecución de los trabajos.

Si se presenta heterogeneidad entre perforaciones aledañas, la ejecución de los ensayos de laboratorio del mismo tipo (tanto de las muestras alteradas como de las inalteradas) deberá programarse intercaladamente en función de la profundidad con el objeto de extrapolar los valores y obtener un registro continuo de dichos parámetros con la profundidad.

Para los efectos de evaluación del potencial de licuación de los suelos deberá practicarse los ensayos de triaxial cíclico con esfuerzo controlado y en las muestras de suelo granular se deberán ejecutar ensayos que permitan determinar la permeabilidad, o en su defecto presentar a consideración y concepto de viabilidad del IDU, la metodología a utilizar, la cual deberá estar convenientemente justificada mediante referencias bibliográficas o teóricas.

Deberá presentarse la variación con la profundidad de cada una de las propiedades y parámetros obtenidos de la exploración y caracterización del subsuelo.

Se reitera que para la ejecución de los ensayos de laboratorio el Consultor previamente deberá obtener el concepto de recibo de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU respecto al plan presentado y la valoración económica que esta efectúe en concordancia con el presupuesto disponible para esta actividad, sin detrimento de la investigación del subsuelo requerida para las demás obras proyectadas.

Perfil estratigráfico

Las muestras de suelo deberán clasificarse utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y las rocas se describirán incluyendo identificación, grado de fracturamiento y demás información útil desde el punto de vista ingeniería, información que será condensada en perfiles estratigráficos que indiquen además los resultados de los ensayos de laboratorio obtenidos.

Deberán anexarse todos los registros de perforación debidamente firmados y referenciados en cuanto a cotas y abscisas del proyecto, así como también los planos y tablas en los que se consolide la información referente a los perfiles estratigráficos y caracterización de los materiales identificados.

Análisis Geotécnico

Con base en el análisis de la información de campo, de laboratorio, en los resultados de estudios de socavación (En los casos en los cuales existan corrientes naturales que puedan afectar las obras) y resultados de la evaluación de cargas estructurales, se deberán proponer, diseñar y modelar como mínimo tres (3) alternativas de estabilización, todas ellas factibles y se deberán evaluar desde el punto de vista técnico y económico, efectuando las respectivas recomendaciones sobre la alternativa a implementar. Para ello, si el Consultor así lo desea, podrán utilizarse nuevas tecnologías de materiales de estabilización, con las respectivas justificaciones y soportes que demuestren y aseguren que la alternativa tendrá una eficiencia del 100% en su funcionamiento.

Así mismo, con base en la Norma Sismo Resistente vigente deberán presentarse los análisis de capacidad de carga y asentamientos propios del suelo y las soluciones que se prevean para las condiciones especiales del subsuelo que se diagnostiquen, como licuación, suelos dispersivos, colapsables o expansivos.

Dentro de estos análisis, el Consultor deberá contemplar los problemas que pudieran originarse y desarrollarse durante el proceso constructivo, así mismo diseñar las técnicas tendientes a mitigarlos, haciendo especial énfasis en los procesos de excavación, la protección de redes de servicios públicos domiciliarios y la estabilidad de las construcciones vecinas.

Dentro de los análisis de resultados de ensayos de laboratorio y de campo, se requiera descartar la existencia de suelos de comportamiento particular, como suelos colapsables, expansivos o dispersivos. El Consultor deberá reconocerlos y presentar las correspondientes recomendaciones para su tratamiento de manera que se asegure la estabilidad de las estructuras, deberán incluirse las memorias de cálculo, el diseño y planos de construcción requeridos.

Así mismo, se deberá diagnosticar y evaluar la incidencia de los árboles existentes en la inestabilidad geotécnica que se presenta en la zona, a fin de determinar las cargas a las que están sometidas las estructuras en la actualidad y definir junto con los resultados obtenidos del componente forestal, las cargas que se deben retirar y bajo las cuales se efectuarán los diseños de las nuevas estructuras que permitan asegurar la estabilidad, funcionalidad y durabilidad de las obras.

Se reitera además, que para el caso de los muros, pantallas y estructuras propuestas, se deberán realizar los análisis correspondientes, considerando empujes laterales, para los estados activo, pasivo o de reposo según sea el caso. La selección de dichos estados debe quedar plenamente justificada, teniendo en cuenta entre otros aspectos, los procedimientos constructivos, deformación de la estructura y características propias del suelo. En los análisis deberá indicarse la presencia o no de agua libre, en cuyo caso deberán realizarse los análisis en concordancia con este aspecto. Adicionalmente, deberán calcularse los empujes debidos a

cargas externas, temporales o permanentes debidas a cargas vivas o sobrecargas en la parte superior de los muros.

Para el caso de taludes, previo a la obtención del perfil estratigráfico y del análisis geotécnico, es importante que se realice por parte del Consultor una ficha de diagnóstico actualizada en donde se indiquen las características principales del talud y/o deslizamiento, así como la información básica del talud como: longitud del talud, identificación de sobrecargas o cargas externas, presencia de nivel freático, presencia de fisuras de tracción, aspectos técnicos necesarios para la modelación y análisis de estabilidad del mismo.

Para el caso de efectos sísmicos, estos deberán calcularse mediante métodos reconocidos y debidamente sustentados. Adicionalmente, para la condición: estática y de sismo, deberán realizarse todas las verificaciones de comportamiento, esto es, deslizamiento, volcamiento, capacidad portante, estabilidad intrínseca y estabilidad general del sistema.

Se deberán realizar análisis de la estabilidad de las excavaciones requeridas en la zona, con análisis debidamente sustentados de la estabilidad de los taludes, deformaciones, flujo y posibilidad de falla de fondo. Para los análisis mencionados, deberán tenerse en cuenta como mínimo aspectos relacionados con los parámetros del suelo, dimensión de las excavaciones y cargas temporales o permanentes. Se deberán presentar los resultados obtenidos de los análisis de deformaciones (vertical y horizontal según sea el caso), al igual que las características geométricas de las estructuras, número de elementos y distribución. Se deberá incluir comentarios acerca de la magnitud de los valores alcanzados, en cuanto a la estabilidad de la estructura se refiere, indicando si son admisibles o no. Los modelos numéricos deberán contemplar, además de la carga gravitacional, cargas horizontales o de origen sísmico, independientemente del tipo de solución que se proponga y con base en ellas deberá efectuarse el diseño geotécnico. Al respecto deberá consignarse en las memorias de cálculo el tipo de programa utilizado incluyendo una descripción de los mismos y la correspondiente interpretación de los resultados.

Resultados, conclusiones y recomendaciones

Se presentará un informe escrito indicando claramente las características del perfil de suelo utilizado en el diseño, y parámetros del suelo plenamente justificados a la luz de los resultados de los ensayos de laboratorio. Adicionalmente, se deberán presentar los resultados de los análisis geotécnicos, con las correspondientes recomendaciones producto del análisis (Técnico y Económico) de las tres (3) alternativas de cimentación diseñadas, en aspectos como tipo y profundidad de cimentación, profundidad de excavación, método de estabilización con sus correspondientes dimensiones y número de elementos requeridos y obras complementarias, según sea el caso.

En los informes escritos se deberán presentar además de la recopilación de información, análisis y recomendaciones de tipo geológico, las memorias de cálculo completas incluyendo análisis de capacidad portante, análisis de estabilidad, análisis de esfuerzos bajo estados de carga límite, análisis de deformación vertical y horizontal, según sea el caso, verificación de los factores de seguridad que apliquen, presentando claramente los criterios adoptados en los análisis, forma de obtención de datos de entrada, análisis de fotografías aéreas, resultados obtenidos y alternativas estudiadas, con los correspondientes referentes bibliográficos y teorías empleadas. Se presentarán recomendaciones del proceso constructivo, incluyendo excavaciones y manejo de agua durante esta etapa, especificaciones de materiales, cantidades

de obra y cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto y dar solución definitiva a los problemas de inestabilidad que afectan los sitios estudiados.

Se deberán realizar análisis de la estabilidad de los taludes, indicando el tipo de modelación proyectado o programa computacional indicado; teniendo en cuenta la longitud y altura del talud, parámetros del suelo, factores externos, presencia del NAF, consideraciones sísmicas.

Se deberán presentar los respectivos factores de seguridad, estructuras de contención propuestas, con las respectivas memorias de cálculo para cada estructura de contención proyectada, manejo de agua superficial y subsuperficial, diseño de las obras de drenaje requeridas, y las respectivas recomendaciones del proceso constructivo y cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

Los ajustes y/o actualización y/o complementación de los Estudios y Diseños Geotécnicos deberán estar integrados a los ajustes y/o actualización y/o complementación de los Estudios y Diseños Hidrológicos, Hidráulicos y Estructurales que contempla el Contrato para cada sitio.

Adicionalmente, se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Elaboración de la ficha de diagnóstico de taludes: En donde se presenten las características geométricas del talud, como longitud, altura, presencia de NAF (si lo hay), cargas externas, fisuras de tracción en la parte superior del talud, coeficiente sísmico, dependiendo el área de influencia.
- Definir zonas con características homogéneas, es decir, que presenten comportamiento geotécnico similar, recomendaciones de cimentación, taludes de cortes y rellenos.
- Para el tema de taludes se deberá analizar la estabilidad en cada uno de los sectores que presenten riesgo o potencial de inestabilidad.
- Modelación geotécnica de taludes: Presentando el modelo geotécnico utilizado y cada uno de los parámetros de entrada utilizados, con sus respectivas memorias de cálculo, análisis de estabilidad, evaluación y análisis del factor de seguridad bajo diferentes escenarios: con y sin obras, con y sin sismo, con y sin nivel freático, propuestas de mitigación, estabilización y contención de taludes.
- Memorias de cálculo, modelaciones y verificaciones de los diseños
- Recomendaciones geotécnicas y de construcción, obras de mitigación o contención con su respectivo diseño y memorias de cálculo.

8.1.7.1.2. Estudios geotécnicos para redes de servicios públicos (En caso que aplique)

Teniendo en cuenta los resultados de la investigación de redes y de la investigación geotécnica preliminar, se ejecutará la exploración del subsuelo requerida, para lo cual el Consultor, previo concepto de recibo por parte de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU y de acuerdo con las normas técnicas establecidas por las empresas de servicios públicos, deberá realizar como mínimo un (1) sondeo o barrido o apique en el área de influencia directa del proyecto, en el que se evidencie la interferencia con las redes húmedas. En todo caso, previo a la ejecución de los trabajos de campo, el Consultor deberá presentar para concepto de recibo de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU, el tipo de perforaciones a realizar, el número de metros de perforación y su distribución, para que esta realice el correspondiente estudio y emita concepto, y que permitan elaborar un estudio confiable; de igual manera, se deberán presentar dentro del

plan de inspección de ensayos, la programación y posterior ejecución de la caracterización física y mecánica de los estratos encontrados. Dicho plan de investigación deberá estar acorde con la normatividad vigente de la EAB.

De igual forma los diseños deberán seguir la normatividad indicada en lo referente a los aspectos geotécnicos de la cimentación de redes e interferencias con la infraestructura proyectada, en especial las Normas vigentes de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá que se relacionan a continuación, entre otras:

- NS-010: Requisitos para la elaboración y presentación de estudios Geotécnicos
- NS-019 : Excavaciones en Zanja
- NS-035 : Requerimientos para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado
- NS-072: Entibados y tablistacados
- NS-076: Requerimientos para diseño y construcción de obras de protección de taludes
- NS-088: Geotextiles y geocompuestos de drenaje
- NS-122: Aspectos técnicos para diseño y construcción de subdrenajes
- NS-139: Requisitos para la determinación del ancho mínimo del derecho de vía en redes de acueducto y alcantarillado.

Los análisis geotécnicos correspondientes a las redes húmedas, deberán ser incluidos tanto en el diseño geotécnico, como en el diseño hidráulico.

8.1.7.1.3. Análisis del Riesgo Público

Teniendo en cuenta que el proyecto se desarrolla en la ciudad de Bogotá, se hace necesario que el Consultor, de estricto cumplimiento a lo establecido en el Decreto 172 de 2014 – “Por medio del cual se reglamenta el Acuerdo 646 de 2013, se organizan las instancias de coordinación y orientación del Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático y se definen lineamientos para su funcionamiento”, así como también el Decreto Distrital 334 de 2004 - Por el cual se organiza el Régimen y el Sistema para la Prevención y Atención de Emergencias en Bogotá Distrito Capital y se dictan otras disposiciones”, que en sus artículos 15 y 16, que indica:

Artículo 154. Análisis de riesgos y de medidas de prevención y mitigación. En desarrollo de la disposición en los artículos 8 y 9 del Decreto 319 de 1989, las entidades o personas públicas o privadas cuyas actividades puedan dar lugar a riesgos públicos, deben tener análisis de riesgos, de planes de contingencia y de medidas de prevención y mitigación. Por exigencia de la SPSAF, en consulta con los Comités Interinstitucionales permanentes del SPSAF, presentará para su adopción por Decreto del Alcalde Mayor los planes en virtud de los cuales se clasificarán las zonas susceptibles de emergencia, las medidas técnicas, las estrategias tecnológicas para su prevención y mitigación, y los mecanismos de seguimiento y control.

Los planes de contingencia y las medidas de prevención y mitigación necesarios según los análisis efectuados conforme a este artículo y a lo establecido en el artículo 160, deben ser adoptados por las personas públicas o privadas en desarrollo de las actividades o su cargo que sean generadoras de riesgo público.

PARAGRAFO. En todos aquellos casos en que las personas públicas estén obligadas a realizar análisis de riesgos, planes de contingencia y de medidas de prevención y mitigación en los términos de los artículos 15 y 16 del presente Decreto, estas responderán por las consecuencias de no haber efectuado dichos análisis o de haberlos hecho de manera deficiente o derivadas de la no adopción de los planes de contingencia y de las medidas de prevención y mitigación.

Artículo 149. Responsabilidad especial de realizar o exigir análisis de riesgos, planes de contingencia y medidas de prevención y mitigación obligatorias. En desarrollo de la disposición en los artículos 8 y 9 del Decreto Extraordinario 319 de 1989, e independientemente de lo que se disponga en desarrollo del artículo 15 y 16 que sea necesario la reglamentación prevista en dicha norma, es responsabilidad especial de cada Entidad o autoridad competente del orden central o descentralizado de Bogotá Distrito Capital o privada que cumpla funciones públicas o preste servicios públicos, que estime que pueden generarse riesgos públicos en desarrollo de actividades que estén dentro de su órbita de competencia, realizar o exigir según el caso, análisis de riesgos, planes de contingencia y de medidas de prevención y mitigación en los siguientes eventos:

1. En los proyectos de inversión del Fondo de Inversión del Estado (FIE)
2. En el otorgamiento o renovación de licencias, autorizaciones, permisos y otros instrumentos administrativos, ya sea como condición o requisito para la expedición o como parte de su contenido mismo
3. En los procesos de planeación, ejecución y diseño de obras y proyectos
4. En los términos de referencia o en los pliegos de condiciones para la celebración de contratos o como una obligación específica a cargo de la persona que celebre el respectivo contrato con la administración.
5. En los procesos de organización y prestación de servicios públicos, tanto en el diseño de los planes como en los procedimientos de operación permanente.
6. En la elaboración de los planes maestros de equipamientos del sector social.
7. En los instrumentos de gestión urbana derivados del Plan de Ordenamiento Territorial y
8. En los planes de urbanismo y de construcción conforme a lo previsto en el Plan de Ordenamiento Territorial.

PARAGRAFO 1º. Para los efectos previstos en este artículo se entiende por riesgo público el daño probable que, en desarrollo de las actividades y proyectos desarrollados por entidades públicas, privadas o mixtas, se produzcan ante la población y sus bienes, sobre la infraestructura y el medio ambiente y sobre el ambiente, en espacios públicos y externos a los espacios públicos o privados en los cuales se desarrollen obras y actividades.

PARAGRAFO 2º. Los análisis de riesgos, planes de contingencia y medidas de prevención y mitigación mediante los cuales se realicen o exijan, los análisis de riesgos, planes de contingencia y de medidas de prevención y mitigación.

En consecuencia, considerando que las actividades de obra que se ejecuten como resultado de los Estudios y Diseños planteados por el Consultor, son generadoras de riesgo público para la comunidad afectada por el proyecto, se deberá identificar el riesgo, efectuar el correspondiente análisis del riesgo, y planteará los planes de contingencia y medidas de mitigación inherentes al proyecto.

8.1.8. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Forma parte del componente de geotecnia, la información recopilada en las actas de veracidad donde se especifican las condiciones de las viviendas antes del proceso de estudios y diseños.

La etapa de exploración y localización de puntos deberá ser una acción conjunta y concertada entre el Consultor, las entidades de servicios públicos y los propietarios de las estructuras que se hallen en el área aterente al sitio.

8.1.9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Como parte de las actividades a desarrollarse durante la etapa de recopilación y análisis de información, el Consultor deberá realizar una revisión de los siguientes documentos:

- Certificaciones de calibración de los equipos de ensayos, prensas, balanzas etc., vigencias que dependen del tipo de equipo y de la Superintendencia de Industria y Comercio.
- Los resultados obtenidos de las laboratorios de ensayos, deberán indicar entre otros: norma de ensayo, equipo utilizado y certificado de calibración, a fin de establecer el grado de confiabilidad de la información.
- Cada uno de los reportes de ensayos de laboratorio, deberá entregarse de manera independiente indicando la norma de ensayo que la rege ASTM, IDU, NTC, INVIAS, LAAB,
- Se deberá entregar los registros crudos de campo y los perfiles construidos con las propiedades halladas en los resultados de laboratorio.

Las características anteriores, deberán ser tenidas en cuenta para la entrega de los estudios y diseños definitivos.

8.1.10 REDES HIDROSANITARIAS.

Se deberá llevar a cabo un proceso de simulación con elementos finitos a fin de evaluar la influencia de las obras de las redes ya mencionadas de igual manera se recomendará una instrumentación diseñada por la consultoría, donde se indiquen las obras de protección o mitigación sobre dichas redes.

8.1.11 PLAN DE CONTINGENCIA.

Se recomienda plantear un programa de mitigación para la eventualidad de rotura de algunas de las conducciones.

8.1.12 CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO GEOTÉCNICO

En la etapa diseño de detalle considerando la información disponible de la exploración geotécnica realizada, los análisis correspondientes al componente de geotecnia, se deberán tener en cuenta las consideraciones descritas a continuación de acuerdo a las estructuras contempladas en el proyecto.

Excavaciones:

Sea a cielo abierto o por túnel: este aspecto es aplicable a los diseños de protecciones y/o traslados de redes.

Para el caso de excavaciones a cielo abierto se deberá analizar la estabilidad de las paredes o talud y con esta las estructuras cercanas sean edificaciones o redes o cualquier otra que se halle dentro del área de influencia del proyecto y la estabilidad del fondo.

En el caso de Túneles se deberá evaluar la estabilidad de construcciones cercanas y el sistema de redes a cambios en los esfuerzos, deformaciones, y cualquier otro aspecto relacionado con el sistema de construcción.

Se modelará según el tipo de material que se encuentre en el medio según sea en condiciones Cu = 0 o drenada, en el momento de la construcción y posteriormente, indicando todas y cada una de las cargas que pudieran tener influencia en el comportamiento de la estabilidad del proceso de excavación.

En el caso de existencia de aguas establecer los procesos de control y bombeo a fin mantener la estabilidad de las estructuras cercanas. De igual manera conociendo el régimen hidráulico, proyectar los sistemas de drenaje que garantice que la estructura deprimida se mantenga sin agua libres, pero que no pierda la estabilidad las áreas aferentes.

Se tendrá en cuenta las deformaciones elásticas inmediatas: expansión, compresión. Se debe indicar el método de estabilización y/o contención; sean temporales o definitivos más adecuado y modelado según los procesos o etapas de excavación, especificando el tipo de obra de estabilización utilizado y sus características técnicas.

Se deberá indicar como afectaría el proceso constructivo en las estructuras cercanas, redes o cualquier otra estructura existente en el área aferente a la obra específica de excavación. Se deberán recomendar los procesos y obras de protección necesarias o su traslado en caso de

redes. Se deberá modelar el comportamiento del suelo con la nueva estructura en condición inicial y con el tiempo, iteración suelo estructura. La modelación se deberá hacer con las metodologías actuales, y verificado por elementos finitos, indicando el programa utilizado.

En el caso de redes las modelaciones, comportamientos, protecciones o traslados deberán ser socializados con las empresas de servicios públicos. Se deberá entregar presupuesto detallado con las especificaciones de materiales y construcción, que deben cumplir la Normativa IDU ET 2011 V.3. Se ha indicado los lógicos mínimos para el análisis de una excavación, pero si existen situaciones que ameriten otros tratamientos, se deberá estudiar en compañía del interventor y supervisor.

Un aspecto importante dentro de este tipo de obras es; proyectar un sistema de monitoreo con equipos, así, es imprescindible la utilización de piezómetros e inclinómetros para hacer seguimiento a las deformaciones en el momento de construcción, y en un dado caso poder tomar decisiones en obra, como también retroalimentar los diseños propuestos.

Cimentaciones:

El diseño o recomendaciones de cimentación deberá tener en cuenta dos aspectos los cuales deberán ser compatibles: como es la Capacidad portante y los asentamientos.

- Capacidad portante: Calculada con las metodologías aceptadas en el país y regidas por el CCP-14 y la NSR-10, Título H.
- Asentamientos: Estos deberán ser calculados hallando la consolidación primaria y secundaria que determine las deformaciones que sufrirá el depósito de suelo y su afectación a superficie y con las estructuras cercanas. Calculada con las metodologías aceptadas en país y regidas por el CCP-14 y la NSR-10, Título H.
- Especificar si son necesarios materiales de mejoramiento y sus especificaciones teniendo en cuenta la Norma IDU-ET-2011 V.3.
- Se deberá verificar con modelación de elementos finitos, indicando el programa utilizado y sus características.
- Se deberá entregar presupuesto detallado con las especificaciones de materiales y construcción, que deben cumplir la Normativa IDU-LI-2011 V.3.

Análisis patológico de estructuras:

Durante la etapa de recopilación de información existente, se deberá incluir la siguiente información:

- Estudios de suelos de la estructura específica.
- Planos de construcción de la cimentación.
- Libro de obra del proceso constructivo de la cimentación.
- Resultado del ensayo de carga en el caso de puentes.

Exploración del subsuelo: la cual dependerá exclusivamente de la información existente pues si no se encuentran datos suficientes queda a criterio del Consultor con la aprobación de la interventoría y supervisión la investigación de campo para verificar las características geomecánicas del depósito y la caracterización de la cimentación existente.

Análisis de la información: El resultado de este análisis dictaminará la bondad de utilizar la

estructura tal como está con las nuevas condiciones de esfuerzo y deformación o su refuerzo o cambio.

Los aspectos de diseño y proceso constructivo ya fueron tratados en el numeral anterior. Se deberá entregar un presupuesto detallado con las especificaciones de materiales y construcción, que deben cumplir la Normativa IDU-ET-2011 V.9.

8.1.13 ENTREGABLES

El Consultor deberá entregar al inicio del contrato un cronograma de entrega de productos, dentro del plazo del contrato, teniendo en cuenta como mínimo los siguientes entregables para el componente de Geotecnia, los cuales deberán contar con la respectiva aprobación de la Interventoría y concepto de conformidad del IDU.

ÁREA	MESES	PRODUCTO (informe, planos y medio magnético)
GEOTECNIA	ETAPA DE INVESTIGACIÓN Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	
	0.25	Cronograma y metodología detallada de trabajos geotécnicos
	0.75	INFORME DE INVESTIGACIÓN Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN. Resultados de la búsqueda, recolección y análisis de información primaria y secundaria.
	ETAPA DE FACTIBILIDAD	
	1.5	PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO PARA FUNDACIONES, REDES Y DEMÁS ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS: Planos de localización e implementación del proyecto, planteamiento de alternativas de solución, ubicación de sondeos (nuevos y existentes), protocolo del laboratorio para toma, transporte, conservación y ensayo de muestras, balance financiero del programa de exploración geotécnica y ensayos de laboratorio, cronograma detallado de trabajos de campo y ensayos de laboratorio, certificados de calibración de equipos de laboratorio, relación de personal de campo avalado por el componente SST.
	2.5	INFORME DE AVANCE 1: Descripción de la localización, alcance e implementación del proyecto y planteamiento de alternativas de solución, descripción del entorno geológico, geotécnico, sísmico, inventario y diagnóstico de la infraestructura existente, ficha de diagnóstico de taludes, resultados de exploración y ensayos de laboratorio, registros fotográficos, cuadro consolidado de ensayos de laboratorio (nuevos y existentes), análisis de variabilidad de resultados, perfiles estratigráficos, definición de parámetros de diseño geotécnico para cimentación de estructuras principales, secundarias, taludes, complementarias, y demás redes, análisis del espectro sísmico de diseño, preliminarización y modelación de alternativas de cimentación de estructuras principales, secundarias, taludes, redes y complementarias, definición de criterios y umbrales de evaluación para seleccionar la alternativa óptima, análisis comparativo técnico y económico de alternativas, definición de alternativa óptima para diseño.
	4.0	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE FACTIBILIDAD. Consolidación de informe avance No 1, ajuste de acuerdo con observaciones previas, estimación de cantidades de obra, riesgos previsible, conclusiones y recomendaciones.
ETAPA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS		

ÁREA	MESES	PRODUCTO (informe, planos y medio magnético)
	5.0	PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO PARA FUNDACIONES, REDES Y DEMÁS ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS: Planos de ubicación de apiques y sondeos (nuevos y existentes), protocolo del laboratorio para toma, transporte, conservación y ensayo de muestras, balance financiero del programa de exploración geotécnica y de ensayos de laboratorio, cronograma detallado de trabajos de campo y ensayos de laboratorio, certificados de calibración de equipos de laboratorio, relación de personal de campo avalado por el componente SST, copia del PMT específico aprobado por la SDM.
	6.0	INFORME DE AVANCE 1: Localización y descripción del alcance del proyecto, marco teórico de las metodologías de diseño e análisis, zonificación geológica, geotécnica, sísmica, amenaza, etc. inventario y diagnóstico de la infraestructura existente, ficha de diagnóstico de taludes, resultados de exploración y ensayos de laboratorio, registros fotográficos, cuadro consolidado de ensayos de laboratorio, análisis de variabilidad de resultados, perfiles estratigráficos, definición de parámetros de diseño geotécnico para cimentación de estructuras principales, secundarias, taludes, complementarias, y demás redes (según aplique).
	7.0	INFORME DE AVANCE 2: Análisis del espectro sísmico de diseño, dimensionamiento y modelación de alternativas de cimentación de estructuras principales, secundarias, taludes, redes y complementarias, análisis comparativo técnico y económico de alternativas, definición de alternativa óptima para diseño.
	8.0	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTÉCNICOS DEFINITIVOS: Consolidación de informe de investigación y recopilación de información, e informes de avance 1 y 2 ajustado de acuerdo con las observaciones previas, modelación de alternativa definitiva para cimentación de estructuras principales, secundarias, taludes, complementarias y redes, modelos de cálculo, planos, procesos constructivos, planos de instrumentación y monitoreo, recomendaciones de mantenimiento y construcción, cantidades de obra, especificaciones generales y particulares, plan de contingencia y análisis del riesgo público, identificación de riesgos previsible.

Notas:

- El presente cronograma de entrega de productos no podrá ser modificado sin el concepto de recibido previo de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU.
- Los productos parciales relacionados en la tabla anterior, deberán ser remitidos para concepto de recibido por parte de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU, una vez los mismos cuenten con aprobación de la Interventoría, conforme al cronograma antes mencionado.
- Para el pago de los análisis de precios unitarios correspondientes a las exploraciones geotécnicas y ensayos de laboratorio, se deberá presentar un informe que contenga: cuadro resumen de cantidades ejecutadas y precios contractuales, reporte de los trabajos de campo realizados, reportes de ensayos de laboratorio firmados por el laborante y jefe de laboratorio, certificados de calibración de equipos de laboratorio, protocolo de manejo, transporte, ensayo y conservación de muestras de campo y registro fotográfico y comunicación de concepto de recibido del Plan de Exploración del Subsuelo por parte de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU.

CONTENIDO BÁSICO DEL INFORME FINAL:

A continuación se presenta el contenido mínimo recomendado del Informe Final:

- Alcance del proyecto y de los componentes.
- Inventario y diagnóstico de infraestructura existente (estructuras, taludes, redes, pavimento, espacio público).
- Resumen de la etapa de recopilación y análisis de información secundaria.
- Caracterización de la localización del proyecto (zonificación geológica, geotécnica, sísmica, amenaza).

CAPÍTULO B.1

GEOTECNIA

5. Plan de exploración geotécnica (plano de localización de apiques y sondeos, discriminando geotecnia para puentes, taludes, redes espacio público y pavimentos. Incluir abastecido del proyecto, límite de intervención y georreferenciación).
6. Plan de inventario y diagnóstico vial (plano de vías objeto de inventario y diagnóstico (equipos utilizados, certificados de calibración en equipos).
7. Resultados de ensayos consolidados (incluye los reportes de campo protocolo de manejo, transporte, ensayo y conservación de muestras, certificados de calibración de equipos, reportes de ensayos firmados por el operador o ingeniero de laboratorio, registro fotográfico de muestras y trabajos de campo).
8. Procesamiento de ensayos de laboratorio (tablas consolidadas de resultados, análisis de variabilidad de cada una de las propiedades físicas y mecánicas con respecto a la profundidad, sectorizaciones, áreas en planta-perfil en perfiles estratigráficos consolidando información de laboratorio e implantación de la infraestructura proyectada).
9. Caracterización del macizo rocoso (en caso que aplique).
10. Definición de perfil geométrico de diseño y parámetros de diseño.
11. Marco teórico de las metodologías y criterios de diseño a emplear.
12. Memorias de cálculo, macrocálculos y verificaciones de los diseños.
13. Análisis comparativo técnico y económico de alternativas (en caso que aplique).
14. Planos de cimentación de estructuras, planos de diseño de taludes, estructuras de contención, planos de motivación de losas, y demás detalles de nudo constructivo.
15. Cuadro de cantidades de obra y memoria de cálculo discriminadas por componentes (espacio público, pavimentos, geotecnia y plan de manejo de tráfico y desvíos).
16. Análisis de canchales.
17. Especificaciones generales y particulares de construcción.
18. Plan de contingencias y análisis de riesgos.
19. Riesgos previsibles.
20. Recomendaciones y Conclusiones.
21. Informe final con sus respectivos anexos en medio magnético (*.xlsx, *.docx, *.tmg, cruces de numeración de cálculo y modelaciones).

Nota:

El documento deberá referirse a lo establecido por este Instituto en el ANEXO TÉCNICO DE DIAGNÓSTICO DE CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Versión 8.0, el MANUAL DE ACTUALIZACIÓN E INVENTARIO DE LA MALLA VIAL Y DEL ESPACIO PÚBLICO, la GUÍA DE TOMA DE INFORMACIÓN TÉCNICA DE INVENTARIO, DIAGNÓSTICO Y ENSAYOS PARA LA GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y ESPACIO PÚBLICO DEL BOGOTÁ D.C. Versión 1.0 y el INSTRUCTIVO DE PRESENTACIÓN DE PLANOS Y ARCHIVOS Versión 1.0.



PABLO JOSÉ HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

Especialista en Geotecnia | Dirección Técnica de Proyectos
Instituto de Desarrollo Urbano