CONCEPTO TÉCNICO No. CT-5015

Revisión de Estudio Particular de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa Artículo 141 - Decreto 190 de 2004

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	**Curaduría Urbana No. 4**
LOCALIDAD:	**1. Usaquén**
PROYECTO:	**PROYECTO HORIZONTES**
BARRIO:	**Urbanización Horizontes**
DIRECCIÓN	**Carrera 27F # 186 – 40**
UPZ:	**9 Verbenal**
ÁREA (Ha):	**0.2**
FECHA DE EMISIÓN:	**4 de Octubre de 2007**
TIPO DE RIESGO:	**REMOCIÓN EN MASA**
EJECUTOR DEL ESTUDIO:	**ALFONSO URIBE S. Y CÍA S.A. ESTUDIOS DE SUELOS**

De acuerdo con el artículo 141 del Decreto 190 de 2004 (compilación del Plan de Ordenamiento Territorial - POT), para los futuros desarrollos urbanísticos que se localicen en zonas de amenaza alta y media por remoción en masa, se debe anexar el estudio detallado de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para la solicitud de licencias de urbanismo. Adicionalmente establece que la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias realizará la verificación y emitirá concepto sobre el cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de dichos estudios.

El presente concepto técnico corresponde a la **PRIMERA** revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias al estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II del **Proyecto Horizontes** ubicado en la Localidad de Usaquén, en cumplimiento a lo estipulado en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004 y en el marco de lo establecido en la Resolución 227 de julio 13 de 2006, por estar localizado en una zona de amenaza ALTA y MEDIA, de acuerdo al plano normativo de amenaza por remoción en masa del Plan de Ordenamiento Territorial - POT.

El estudio revisado corresponde a lo que en la Resolución 227 se denomina como Estudio de Fase II (detallado).

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 y el Fax 4292833
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

2. GENERALIDADES DEL PROYECTO HORIZONTES

En la Figura 1. se presenta la localización general del predio en el mapa de amenaza por remoción en masa del POT.

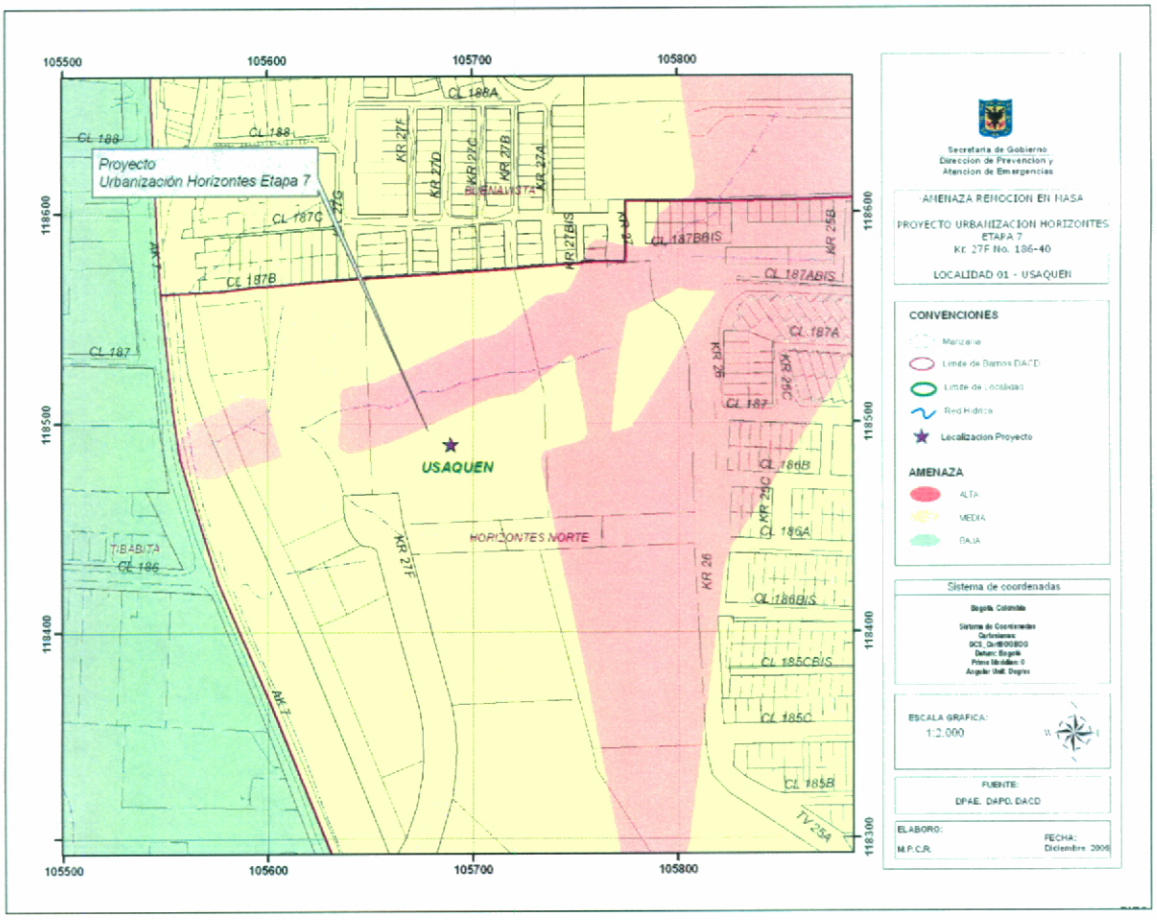


Figura 1. Localización General del PROYECTO HORIZONTES, Localidad de Usaquén.

De acuerdo con la información suministrada, el **PROYECTO HORIZONTES**, se encuentra ubicado en la Carrera 27F # 186 – 40 de la Localidad de Usaquén, la cual está localizada al norte del Distrito Capital. El proyecto se ubica aproximadamente entre las siguientes coordenadas planas con origen en Bogotá:

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 y el Fax 4292833
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

Norte*:	118150 a 118600
Este*:	105600 a 105850
Cotas*: (msnm)	2605 a 2660

* Coordenadas y Cotas de acuerdo con el Plano No.1. Localización del Proyecto.

El proyecto contempla la construcción de casas de tres (3) pisos, sobre un terreno con pendientes naturales entre 15° y 30°, con antiguos frentes de extracción de material de hasta 7m de altura, en el costado sur del predio.

Para la construcción de las viviendas se prevén cortes no mayores a 3m de altura y rellenos inferiores a 1m.

Preliminarmente se estimó un peso de las casas de 2.5 Tn/m^2 y cargas en muros inferiores a 7 Tn/m.

3. REVISIÓN DEL ESTUDIO

3.1. ESTUDIOS BÁSICOS

a. Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica a escala adecuada (1:500 o 1:1000) con curvas de nivel cada 1.0 m o con mayor detalle.

En el numeral 4.1 del capítulo 4: Estudios Básicos, se presenta el capítulo de Geología, en donde se realiza una descripción general de las condiciones geológicas regionales del sector donde se busca desarrollar el proyecto, indicando que la zona de estudio se encuentra en la porción norte de los cerros orientales de Bogotá, en el flanco occidental del anticlinal de Bogotá – Usaquén, donde desde el punto de vista litológico, en la mayor parte del área estudiada afloran rocas de Formación Arenisca Tierna del Grupo Guadalupe.

Dentro del desarrollo del estudio se presenta la descripción geológica local, en la cual se identificaron las siguientes unidades: Unidad Arenisca Tierna – Areniscas (Ksgt - Are), Unidad Arenisca Tierna – Lodolitas (Ksgt - Lod), Unidad Arenisca Tierna – Suelos Residuales Arenosos (Ksgt - sr), Unidad Arenisca Tierna – Brechas Tectónicas (Ksgt-BT), Unidad de coluvión y Depósitos Fluvio Glaciares (Qco), Unidad de Suelos Negros con Influencia de Cenizas (Qcv), Depósitos Antrópicos (Qda).

En la descripción que se presenta en el numeral 4.3.1.5.2 de la Unidad de Suelos Negros con Influencia de Cenizas (Qcv), se indica que estos suelos "*no son considerados en el modelo debido a que solo tienen espesores mayores a 50 cm en las zonas bajas, hacia las márgenes del área de estudio, de manera coalescente (entreverada o interdigitada)*

con los materiales coluviales". De esta descripción se entiende que no son considerados estos materiales porque presentan en general espesores menores a 50 cm; sin embargo, en este mismo numeral y en el plano No. 2 (mapa geológico), se menciona que éstos presentan espesores que van de 20 cm a 2.5 m y por otra parte que presentan mayor distribución sobre el sector norte, lo cual no se encuentra acorde con lo representado en el mapa geológico. Se recomienda adicionalmente que se indique de que forma no se consideró en el modelo (se asoció con otro material, se removió, etc).

El levantamiento geológico es presentado en una base cartográfica en planta escala 1:750, con curvas de nivel cada 1.0m, debidamente firmado por el profesional que lo elaboró. Esta información es complementada con cuatro (4) secciones transversales en el informe a escala 1:500. En este levantamiento se presenta la distribución de los materiales identificados.

Desde el punto de vista de la geología estructural local, se midieron e identificaron tres (3) familias de diaclasas y una (1) estratificación, con el objetivo de realizar análisis de estabilidad cinemáticos. Adicionalmente, en el numeral 4.4.1 se menciona que se realizaron mediciones sistemáticas de algunos indicadores cinemáticos que incluyen planos y estrías de fricción en sectores de falla y se indica que las mediciones adelantadas se realizaron con el fin de ligar estos datos con las estructuras regionales de fallamiento; sin embargo, no se presentan los datos medidos en los "*sectores de falla*" y no se presenta la correlación entre los datos medidos y las "*estructuras regionales de fallamiento*".

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- En la descripción estratigráfica del sector (numeral 4.2) se presentan las principales características que diferencian los materiales de las formaciones Arenisca Labor y Arenisca Tierna; para esta última, se indica que considerando las propiedades de cementación estas presentan un comportamiento friable y por otra parte, en la definición de las características geotécnicas y procesos morfodinámicos típicos para esta formación, en el mismo numeral, se precisa que "*La Formación Arenisca Tierna presenta un comportamiento de macizo rocoso, arenoso, bien cementado, con intensidad de fracturamiento variable*", lo cual no es consistente con lo inicialmente planteado.

- En la descripción presentada en el numeral 4.3.1.1 Unidad de Arenisca Tierna – Areniscas (Ksgt – Are), se menciona que al extremo sur del lote se logró determinar un espesor mayor a 7m de estas rocas, en un antiguo frente de explotación; sin embargo, esta información no se encuentra representada en el mapa geológico.

- En el numeral 4.3.1.4 se indica que la Unidad Arenisca Tierna – Brecha Tectónica cuenta con un espesor menor a 1.5m y en la fotografía No. 7 se menciona que la brecha tectónica cuenta con un espesor máximo de 1.8m, lo cual no sería correspondiente con lo inicialmente planteado.

- En el numeral 4.3.1.5.3 Depósitos Antrópicos (Qda), se indica que estos depósitos conforman un antiguo drenaje, localizado al norte del área de estudio, con una profundidad de 5m. Por otra parte, en el ítem 4.5.1.1.3 Sub-unidad de Ladera Estructural – Coluvial Intervenida por Rellenos (Ulec – ir), se menciona que la profundidad de estos rellenos en el antiguo drenaje es de 7m. Se solicita aclarar esta inconsistencia. En este mismo numeral, en la fotografía No. 12, se muestran los rellenos antrópicos dispuestos en terrazas escalonadas (sector norte del lote del proyecto, superlote 7), cuya morfología no se ve reflejada en los planos topográficos utilizados para los levantamientos.

- Teniendo en cuenta que en el superlote 6 (parqueaderos) se realizaron cuatro (4) perforaciones, se recomienda extrapolar la información obtenida en la etapa de exploración del subsuelo para complementar el levantamiento geológico presentado en el plano No. 2 e inferir los posibles contactos geológicos del antiguo drenaje identificado en este sector en el análisis multitemporal de fotografías aéreas, con el fin de evaluar su incidencia en las condiciones de estabilidad del sector.

- Considerando que la familia de diaclasas con datos estructurales 298/90 (azimut de buzamiento / buzamiento), es considerada en los análisis con los datos 298/75 y 118/75, se recomienda justificar el porque se adoptó un buzamiento de 15° inferior a los datos recogidos en las actividades de campo.

b. Evaluación Geomorfológica del sitio de estudio, que debe incluir una caracterización morfométrica, morfológica y morfodinámica.

En el numeral 4.5 se presenta el capítulo de geomorfología, donde se enmarca la zona de estudio en la parte media – baja de una ladera estructural adosada al flanco occidental de una estructura anticlinal. Las unidad geomorfológica identificada, corresponde con la Unidad de Ladera Estructural – Coluvial, con sub - unidades, de Ladera Estructural – Coluvial no Intervenida (Ulec), Sub - unidad de Ladera Estructural – Coluvial Intervenida por Urbanismo (Ulec – iu), Sub - unidad de Ladera Estructural – Coluvial Intervenida por Rellenos (Ulec – ir), Sub - unidad de Ladera Estructural – Coluvial Intervenida por Extracción (Ulec – e), Sub - unidad de Ladera Estructural – Coluvial Intervenida por Extracción y Relleno (Ulec – er).

Dentro de los análisis presentados se realizó un análisis multitemporal de fotografías aéreas para los años de 1940, 1956, 1977 y 1990, descrito en detalle dentro del capítulo

5. Modelo Geológico – Geotécnico, en el que se identificó principalmente la actividad extractiva de material en el limite sur del área de estudio y dos antiguos drenajes en el sector norte y central del lote del proyecto.

El levantamiento geomorfológico se presenta en un plano con vista en planta a escala 1:750, con curvas de nivel cada 1.0m, debidamente firmado por el profesional que lo elaboró, en el cual se identificaron además de las unidades geomorfológicas referenciadas anteriormente, los limites esquematizados de las zonas de extracción para los años de 1940 y 1956. De acuerdo con el numeral 3.2.1.2 Geomorfología, del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, "*de manera precisa serán cartografiados los procesos, con énfasis en los de remoción en masa y erosión*", por lo tanto hace falta cartografiar los procesos incipientes de erosión, identificados en la Sub - unidad de Ladera Estructural – Coluvial Intervenida por Extracción (Ulec – e) y los bloques caídos en la zona del parqueadero, al igual las cárcavas referenciadas en el concepto técnico CT-4574 de 2006, emitido por la DPAE.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar esta parte del estudio con lo descrito anteriormente y lo presentado a continuación.

- En la página 49 del informe se menciona a la "*Sub – unidad de Relleno Antrópico por Urbanismo*", la cual no se encuentra descrita en el mismo. Se recomienda revisar este aspecto.

- En el numeral 4.5.1.1.1 se presenta dentro de las características de la Sub - unidad de Ladera Estructural – Coluvial no Intervenida (Ulec) que el espesor máximo de estos materiales es de 6m; sin embargo, en el ítem 4.3.1.5.1 Unidad de Coluvión y Depósitos Fluvio Glaciares (Qco) se indica que estos materiales cuentan con un espesor entre 20 cm y 7 m. Se recomienda verificar el espesor máximo de estos materiales.

- Dentro de la descripción de las condiciones morfodinámicas de la zona, erosión hídrica concentrada (numeral 4.6.2), se menciona que "*para la zona de estudio se encuentran zonas con incipientes procesos desarrollados sobre taludes y escarpes debido a que gran parte del área ha sido intervenida con drenajes...*", de acuerdo con lo mencionado por el consultor se hace referencia a "*escarpes*" (que se entienden asociados a procesos de remoción en masa o erosión), los cuales no se encuentran descritos o caracterizados en el informe.

Bogotá sin indiferencia
Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 y el Fax 4292833
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

c. Hidrogeología

Dentro de la definición hidrogeológica de la zona, se describe las principales fuentes de almacenamiento y transmisión de agua subterránea de la Sabana de Bogotá y para la zona de estudio se hace referencia a las rocas de la Formación Arenisca Tierna, indicando que "*es considerada como unidad almacenadora de agua con porosidad primaria alta y permeabilidad secundaria media a alta, adquirida por fracturamiento*".

Como parte de la definición de las condiciones climáticas de la zona de estudio, en el numeral 4.8 Condiciones Climáticas, se presentan de manera general las características de temperatura, humedad relativa y precipitación de la zona.

Las conclusiones sobre las condiciones hidroclimatológicas e hidráulicas del sector se presentan en el numeral 4.9, en el cual se reportan los niveles freáticos encontrados en la etapa de exploración del subsuelo y se especifica que para los análisis de estabilidad se adoptó un nivel de agua crítico un nivel de agua superficial y bajo condiciones normales se adopto un nivel de agua a -2 m bajo la superficie del terreno.

Se solicita que para la adopción de los niveles freáticos presentados, se incluya un análisis integral y detallado de las características: topográficas del terreno, de uso actual, de textura de los materiales presentes (depósitos, suelos residuales, rocas) y sus rasgos macroestructurales y/o de fracturamiento, de acuerdo con las exigencias de la resolución.

Adicionalmente es necesario fijar los criterios para definir y diseñar el tipo de medidas de drenaje que mejor se adecuen a los rasgos hidrogeológicos y topográficos del sitio y que harán parte del plan de obras de prevención y estabilización, estableciendo el rango de eficacia de las mismas. De esta manera, se recomienda entre otros aspectos, especificar el nivel freático contemplando en los análisis de estabilidad con obras de mitigación y el tipo de obras necesarias para garantizar dichos niveles.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar estos aspectos con lo anotado anteriormente.

d. Drenaje Superficial

En la evaluación del drenaje superficial se indica que "*la ladera no presenta en la actualidad sectores húmedos ni drenajes activos y los antiguos drenajes naturales menores han sido reemplazados por acometidas de alcantarillado el cual controla el manejo de aguas provenientes de zonas más altas*" y "*se recomienda complementar las obras de drenaje superficial y subterráneo de los lotes que se encuentran aún sin construir, de manera que las aguas se capten y conduzcan de manera apropiada a los colectores de aguas lluvias existentes en la Avenida Lleras Camargo*". Adicionalmente

se indica que se incluye "*el plano de la EAAB – ESP donde no aparece ninguna ronda hidráulica dentro del predio o cercano a él que pueda ser intervenida*"; sin embargo, este plano corresponde con el de diseño de la red de alcantarillado del sector y no con el mencionado.

En el numeral 4.10.1 Parámetros para el Diseño de las Obras de Drenaje, se presentan las formulas y variables con que se determinaron los caudales para el diseño de los descoles finales de drenaje de conexión; no obstante, no se encuentran las referencias o fuentes con las que se obtuvó los valores de intensidad de diseño y coeficiente de escorrentía recomendados. En este mismo numeral se presenta el coeficiente de permeabilidad adoptado para el diseño de filtros, el cual fue obtenido "*de acuerdo con los ensayos de permeabilidad efectuados para las etapas del proyecto ya construidas*". En este último caso se recomienda incluir los resultados de los ensayos efectuados y justificar explícitamente la adopción de un único valor de coeficiente de permeabilidad para diferentes materiales, según lo especificado en este aparte del informe.

CUMPLE PARCIALMENTE

La DPAE considera que este aspecto del estudio debe ser complementado especificando la posible incidencia del drenaje superficial, tanto natural como artificial en la incidencia en los fenómenos de remoción en masa que afecten el área o se podrían generar, e incluir las posibles restricciones de uso y manejo por ronda hidráulica definidas por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB para los drenajes identificados, los cuales deberán ser marcadas en los planos de zonificación correspondientes. Lo anterior atendiendo lo expresado en el numeral 3.2.1.4. del artículo segundo de la resolución 227.

e. Sismología

En el numeral 4.11, se presenta las características sísmicas; allí se indica que el proyecto se encuentra ubicado en la zona de transición entre la zona 1A y 2A del mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, especificando que de acuerdo al Decreto 074 de 2001, se utilizó el promedio de los dos espectros. Como resultado de ésta caracterización el consultor expresa: "*Lo anterior resulta en una aceleración máxima en condiciones normales de 0.27g. Al existir una probabilidad de excedencia no mayor al 10%, se escoge como aceleración máxima para un periodo de recurrencia de 50 años un valor de 0.30g*".

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda que en este aparte del informe se haga referencia al Decreto 193 de 2006 el cual deroga al Decreto 074 de 2001 y sobre el cual se debe definir por el consultor el valor de la aceleración máxima.

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 y el Fax 4292833
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

La DPAE aclara que no es del alcance de este concepto técnico, definir o asignar los espectros para el diseño estructural de las edificaciones, para lo cual, se debe cumplir con lo establecido en el Decreto 193 de 2006. Por otra parte, aunque se cumple con los términos de referencia de la Resolución 227 para la parte sismológica y los análisis son conservadores de la forma planteada, la interpretación realizada por el consultor para definir los coeficientes de aceleración para las condiciones planteadas no es del todo correcta. Se recomienda revisar estos aspectos.

f. Uso del Suelo

En el numeral 4.12 se describe el uso actual del suelo, en donde se especifica que el lote se encuentra vacío, con cobertura vegetal predominantemente en pastos kikuyo y se hace referencia a los cambios morfológicos relacionados con cortes y rellenos. Igualmente dentro de la descripción del uso del suelo se hace énfasis en los procesos de extracción de material y en las condiciones de estabilidad del área de estudio.

El levantamiento de esta información es presentado en un plano con vista en planta a escala 1:750, con curvas de nivel cada 1.0m, debidamente firmado por el profesional que lo elaboró.

Es este numeral se resalta que no existen evidencias procesos de inestabilidad ni erosivos; sin embargo, estas conclusiones no son consistentes con los procesos de caída de bloques identificados en la zona de parqueaderos y los procesos erosivos incipientes identificados en los depósitos coluviales y fluvioglaciares al sur del lote del proyecto.

CUMPLE PARCIALMENTE

3.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

a. Inventario Detallado y Caracterización Geotécnica de los Procesos de Inestabilidad

Este capítulo se desarrolló empleando como herramienta principal, la fotointerpretación de imágenes áreas en diferente escala temporal para la zona de estudio, para lo cual se analizaron fotografías aéreas de los años 1940, 1956, 1977 y 1990. Producto de este análisis multitemporal, el consultor concluye que *"el predio en estudio sufrió en su sector sur una intervención inicial durante los años 40 del siglo pasado", "[...] este proceso se llevó a cabo hasta mediados de los años 70", "[...] la red hídrica sufrió un gran cambio al desaparecer un drenaje localizado al costado norte el cual discurría de Este a Oeste quedando solamente la expresión morfológica del valle". "Los procesos erosivos han tenido poco desarrollo en la evolución de la morfología de predio [...]".*

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 y el Fax 4292833
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

Este capitulo debe ser complementado con lo solicitado en el numeral 3.3.1 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, en el que se especifica que se debe incluir *"la descripción y clasificación de todos los procesos de inestabilidad identificados en el área de estudio, clasificándolos en antiguos y recientes, de acuerdo con su estado de actividad, y según los mecanismos de falla y forma de propagación, considerando por ejemplo la retrogresividad del proceso y el área de influencia directa con su actividad".*

Entre los procesos de inestabilidad y de erosión identificados están los procesos incipientes de erosión en la Sub - unidad de Ladera Estructural – Coluvial Intervenida por Extracción (Ulec – e), bloques caídos en la zona del parqueadero y las cárcavas referenciadas en el concepto técnico CT-4574 de 2006, emitido por la DPAE.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar con lo anotado anteriormente.

b. Formulación del Modelo

En el numeral 5.3 el consultor presenta la formulación del modelo, en el cual hace referencia al plano No. 2 (Mapa Geológico) y a la figura No. 4 del informe, en la se presenta una (1) sección transversal representativa, en las que se muestra la distribución de los materiales y las propiedades geomecánicas adoptadas para los análisis de estabilidad. Para los cinco (5) materiales considerados en la formulación del modelo, a excepción de los suelos residuales, los parámetros de resistencia fueron adoptados, haciendo referencia a los resultados obtenidos o adoptados en otros proyectos de la zona; sin embargo, teniendo en cuenta la importancia de estos parámetros en los resultados de los análisis que se efectúen, es necesario que se incluyan los debidos soportes de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre los materiales para los proyectos cercanos a la zona de estudio y adicionalmente justificar desde el punto de vista geológico (considerando origen, composición, características, etc, de los materiales) que el comportamiento geomecánico de los suelos y rocas para el proyecto en particular y para los estudios de la zona son similares. De igual forma, se deben justificar el ángulo de fricción interno de las discontinuidades en las areniscas, el ángulo de fricción interno de lodolitas y areniscas lodosas (sometidos a procesos de humedecimiento) y los valores de peso unitario adoptados.

En la formulación del modelo se describen los procesos de inestabilidad analizados, numeral 5.3.3, en donde se menciona que los procesos analizados no ocurren actualmente en la zona de estudio. Dentro de estos procesos están los deslizamientos traslacionales de tipo planar en rocas con intercalaciones de lodolitas, deslizamientos rotacionales y caída de bloques.

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 y el Fax 4292833
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

En la formulación del modelo geológico geotécnico hace falta presentar la caracterización geomecánica completa de los macizos rocosos, lo cual podría servir, entre otros aspectos, para definir los parámetros de resistencia de los materiales y los tamaños máximos posibles de los bloques potenciales que caerían.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar con lo anotado anteriormente.

c. Exploración Geotécnica

El programa de exploración incluyó la ejecución de nueve (9) perforaciones a profundidades entre 4.5 y 10.4m, como complemento a la exploración realizada para los estudios de suelos en los superlotes 6 y 7, para un total de diecinueve (19) perforaciones. Dentro de la etapa de exploración del subsuelo se realizaron ensayos de penetración estándar y ensayos de veleta de campo; se obtuvieron muestras para la ejecución de ensayos de corte directo en suelos residuales y para la evaluación de propiedades índice.

Para la caracterización geomecánica de los rellenos antrópicos, se utilizaron los resultados de los ensayos de penetración estándar y para los suelos residuales los obtenidos en ensayos de corte directo. Como se mencionó anteriormente, los parámetros de resistencia para los otros materiales formulados y/o caracterizados en el modelo geológico geotécnico fueron adoptados, basados, según lo indica el consultor, en los valores obtenidos en estudios para proyectos cercanos a la zona de estudio. Considerando lo anterior y lo estipulado en el numeral 3.3.3 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, "*El trabajo de campo se complementará con un programa de ensayos de laboratorio (propiedades índice y mecánicas) que permita establecer adecuadamente las características esfuerzo-deformación, resistencia u otras propiedades...*", no se encuentran completamente justificados dichos aspectos.

Aunque por la reseña general que se hace de los planes de investigación geotécnica en el informe, es aparente que éstos habrían resultado de utilidad y ser suficientes para el presente estudio, el Consultor no presenta explícitamente la justificación técnica y los alcances del programa exploratorio de campo y laboratorio ni explica cómo tuvo en cuenta los aspectos que debe tener la exploración del subsuelo de acuerdo con los literales i, ii, iii y iv del numeral 3.3.3. del artículo segundo de la resolución 227.

Por otra parte, en los cortes geológicos C-C y D-D los espesores de los materiales mostrados no coinciden del todo con los mostrados en las registros de perforación utilizados para la formulación de dichos cortes.

CUMPLE PARCIALMENTE

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 y el Fax 4292833
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

Se recomienda complementar esta parte del estudio con lo descrito anteriormente.

La DPAE aclara que no es del alcance de esta revisión, a la luz de la resolución 227 de 2006, la comprobación y validación de los parámetros geotécnicos de resistencia, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en la carta de compromiso.

3.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

La evaluación de las condiciones de amenaza se realizó para dos (2) escenarios, basados el modelo geológico – geotécnico propuesto: El primero corresponde a la condición actual y el segundo para la condición generada por el cambio de uso del terreno sin obras de mitigación. Para cada uno de estas condiciones se evaluaron cuatro (4) escenarios, los cuales involucran condiciones normales y críticas tanto de agua como de sismo. La condición normal de agua corresponde a la cota 2m bajo la superficie del terreno y para la condición crítica el terreno se encuentra saturado.

La condición de sismo normal corresponde a un coeficiente de aceleración sísmico 0.27g y la de sismo extremo, a un coeficiente de aceleración sísmico de 0.30g.

Para cada uno de estos escenarios se evaluaron las condiciones de estabilidad en términos de factores de seguridad, para los mecanismos de falla descritos en la definición del modelo geológico geotécnico y se presenta la zonificación de amenaza considerando los criterios definidos para este aspecto en la resolución 227 de 2006; sin embargo, para los diferentes análisis en el escenario con agua critica y sismo normal, la clasificación de amenaza corresponde a la presentada para condiciones normales y no para condiciones extremas (considerando que la condición del agua es crítica o extrema), según las categorías de amenaza definidas en el numeral 3.4, del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, con lo cual la zonificación de amenaza presentada se ve modificada. Producto de esta zonificación de amenaza se presentan los mapas de amenaza No. 5 y 8 a escala 1:200 con curvas de nivel cada 1.0m.

No obstante, como lo estipula el numeral 3.4 del artículo segundo de la resolución 227, hace falta realizar los análisis de estabilidad para condiciones normales y extremas sin carga sísmica y especificar dentro del informe que escenarios fueron considerados por el consultor como condiciones normales y cuales como condiciones extremas, ya que en el documento es confusa esta interpretación, lo cual es necesario para definir la categoría de amenaza. Por otra parte es necesario aclarar para qué condición se presenta la zonificación de amenaza en los planos No. 5 y 8.

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 y el Fax 4292833
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

Para la zonificación presentada, no es claro como se extrapolan los resultados obtenidos en los análisis de estabilidad, considerando que en los diagramas de salida solo se presenta el factor de seguridad mínimo para una zona determinada y se desconocen los demás factores de seguridad en el resto de la ladera; esto cobra importancia cuando el factor de seguridad mínimo es correspondiente con una amenaza alta y en el resto de la ladera se desconoce si la amenaza es media o baja.

Dentro de los análisis presentados se evalúan las "Fallas planares en Lodolitas", para las cuales según los diagramas de salida del programa utilizado, se consideró un ángulo de fricción interno de 18°; no obstante, en la definición del modelo geológico geotécnico se indica que el ángulo de fricción interno considerado es de 16°, por lo tanto se solicita aclarar esta inconsistencia y adicionalmente indicar los criterios con los cuales se definió la localización de las grietas de tracción generadas por este mecanismo de falla.

Como parte de los mecanismos de falla evaluados, se realizó un análisis de caída de bloques, en el que se determinó la distancia de viaje, para un posible bloque en la sección A-A, utilizando el programa ROTOMAP 32. Considerando que este mecanismo de falla es probable que se presente también en el "sector del tanque" como se menciona en el numeral 4.6.4 de la página 58, es necesario realizar los análisis en este sector y en todos los taludes donde sea posible que se presente estos procesos, tanto para la condición actual como por la generada por el cambio de uso del terreno. Adicionalmente los análisis se deben complementar indicando el factor de seguridad o la probabilidad de falla, ante la posibilidad cinemática que se generen los diferentes mecanismos de falla identificados y de esta manera complementar la zonificación de amenaza presentada.

Se considera que se deben realizar los análisis de estabilidad pertinentes (representados en términos de factores de seguridad o probabilidad de falla), ya sea por caída de bloques o "falla planar en lodolitas", para los taludes existentes (análisis en condición actual) incluyendo el talud generado acceso al parqueadero en el sector occidental (talud con alturas entre 6 y 8 m e inclinación mayor de 60°) y los proyectados (análisis en la condición generada por el cambio de uso del terreno), en los cuales su orientación, inclinación y altura, generan la posibilidad cinemática de que se presenten estos mecanismos de falla.

Adicionalmente, se considera que los análisis de estabilidad se deben complementar para una sección en el sector norte donde se ubicaba un antiguo drenaje, dada las características y propiedades geomecánicas de los materiales presentes en este sector.

Dentro de los análisis presentados para el escenario generado por el cambio de uso del suelo, hace falta definir los valores de sobrecarga utilizados para el tráfico vehicular y justificar los parámetros de resistencia adoptados para los materiales de sub base

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 y el Fax 4292833
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

granular, mostrados en los diagramas de salida del software utilizado, para garantizar los niveles arquitectónicos del proyecto.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar con lo anotado anteriormente.

3.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

Para la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad física, se realizó la tipificación de viviendas y definición de índices de daño, utilizando la metodología propuesta por Leone (1996), para lo cual se evaluó el índice de vulnerabilidad físico (IVF), con la expresión empírica propuesta por Soler et al (1998), el cual es una función del índice de daño y un coeficiente de importancia, que a su vez es función de las condiciones de amenaza por remoción en masa.

De acuerdo con el estudio, la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad física se realizaron para el muro de cerramiento del establecimiento carcelario existente, las edificaciones circundantes y "*las nuevas edificaciones quedarán a una distancia superior a 300 de las posible fuentes de inestabilidad y por lo tanto no quedarán expuestas a dichos procesos*", evaluando la vulnerabilidad física para el escenario sin proyecto y con el cambio de uso del suelo. Aunque se menciona lo anterior, no se presenta la evaluación de vulnerabilidad física para el muro de cerramiento indicado, el cual al parecer no se encuentra en el proyecto, según la información incluida en el estudio y considerando que la vulnerabilidad física es función de las condiciones de amenaza, los análisis en este último aspecto se deben ampliar para poder evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones circundantes; por otra parte, considerando la zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa para el escenario por cambio de uso del suelo (Plano No. 8), las viviendas proyectadas se encuentran principalmente en zonas de amenaza media y alta, por lo cual es necesario incluir los respectivos análisis de vulnerabilidad física.

Dentro de la metodología planteada no es clara la relación entre las tablas de "Matriz de Índice de Daño" y "Matriz de Porcentaje de Daño Utilizada para el Estudio", de la cual se infiere que reporta el Índice de Daño (ID) para evaluar el IVF.

Para la evaluación del IVF de las "Edificaciones Aledañas Existentes Condición Actual", se determinó una tipología de las edificaciones de B4, un ID=0.5 y un índice α=0.6 (condición de amenaza alta), con lo cual según la metodología planteada el IVF=0.72, es correlacionable con una vulnerabilidad física ALTA. Para estos análisis en primer lugar no es claro que tipo y clase de solicitación se consideró, desplazamiento lateral, impacto o las dos y por ende como se determinó el ID; adicionalmente no se encuentra justificada la categoría de amenaza adoptada y para el plano donde se presenta la zonificación

(Plano No. 6) solo se presentan las categorías de vulnerabilidad física de baja y media, con lo haría falta especificar las zonas con vulnerabilidad alta.

Para las vías aledañas se menciona que se siguió la misma metodología planteada para las edificaciones; no obstante, solo se presenta una tabla con porcentajes de daño y no se establecen índices de daño ni tipologías de las "vías" y "rotonda" analizadas. Se debe incluir la referencia bibliográfica de esta metodología. Al igual que para la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad física de las edificaciones aledañas existentes, la condición de vulnerabilidad física es alta, la cual no se ve reflejada en el plano de vulnerabilidad.

El consultor indica que "*En cuanto a las redes de servicios públicos existentes y teniendo encuentra que éstas se encuentran sobre las vías analizadas, se considera que su vulnerabilidad corresponde con la de la vía antes mencionada*". Se considera que antes de esto la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad física de la vía se deben complementar con los elementos antes descritos.

Producto de la evaluación del índice de vulnerabilidad física, se realizan mapas de vulnerabilidad física a escala 1:750, con curvas de nivel cada 1.0m, para la condición actual y para la generada por la implantación del proyecto sin medidas de mitigación, cuyos análisis para este último no se presentan y por lo tanto dicha zonificación no se encuentra justificada; en este sentido, se deben complementar los análisis para la condición con proyecto sin obras de mitigación.

CUMPLE PARCIALMENTE

Este aspecto se deberá complementar con base en los comentarios anteriores. Adicionalmente, como conclusión del análisis de vulnerabilidad el estudio deberá ser explicito al fijar pautas específicas sobre:

i. Las condiciones de adecuación del terreno para el mejor emplazamiento y ubicación de las construcciones en relación con las amenazas identificadas.

ii. La necesidad o no de obras de mitigación y control de las amenazas identificadas.

iii. El tipo y el propósito específico de tales medidas.

Considerando, que de acuerdo con la metodología presentada, la evaluación del índice de vulnerabilidad físico es función del grado de amenaza, la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad deberá ser ajustada considerando las correcciones a que haya lugar, según lo presentado en el capítulo 3.3 de este concepto técnico.

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 y el Fax 4292833
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

3.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el capítulo No. 9 Evaluación de Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa en condiciones actuales, se infieren las condiciones de riesgo, considerando los resultados de la evaluación de las condiciones de amenaza por procesos de remoción en masa y la condiciones de vulnerabilidad física; sin embargo, no se indican los criterios establecidos para definir la zonificación de riesgo como lo especifica la resolución 227 de 2006 en el articulo segundo del numeral 3.6.

NO CUMPLE

Para la evaluación de Riesgo se deben cumplir los aspectos de Amenaza y Vulnerabilidad para luego realizar su determinación. No obstante, se reitera que el estudio deberá cumplir con lo solicitado expresamente en el numeral 3.6 del artículo segundo de la resolución 227.

3.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el capítulo No. 10 se presentan las obras de mitigación de riesgo, entre las que se incluyen cunetas, filtros y un muro en gaviones. Dentro de las medidas de mitigación se incluye la adecuación del terreno por medio de terrazas en la zona de cesión A, al oriente del superlote 5, "mediante taludes que se tenderán a 45° con la horizontal"; sin embargo, para esta medida no se especifica la altura de los taludes ni el ancho de las bermas; igualmente no se presenta la descripción del proceso constructivo, para adelantar los mismos.

Por otra parte, en el numeral 10.1 se hace referencia a los cortes en el terreno, los cuales no contaran con alturas mayores a 3m "*en cada una de las terrazas y se harán con taludes a 60° con la horizontal. Estos cortes serán permanentes y serán empradizados para su protección*", en este sentido, es necesario aclarar en primer lugar si corresponden a los mismos cortes indicados anteriormente, especificando un solo talud de corte, de no ser así, es necesario indicar su localización en el Plano No. 11, Localización de Obras y Medidas de Mitigación y se debe indicar la altura de los taludes, ancho de bermas, especificaciones de empradización y descripción del proceso constructivo.

Dentro de este capítulo el consultor indica que se realizaran cortes en el terreno con alturas inferiores a 3m, los cuales "*serán temporales y posteriormente serán soportados horizontalmente con los muros de contención de las casas...*". La DPAE considera que estas obras se requieren para mitigar la condición de riesgo generada por la implementación de los cortes en el terreno, por lo tanto se consideran como obras de mitigación de riesgo y por lo tanto se deben incluir los diferentes aspectos solicitados para estas obras, en el numeral 3.7 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

Bogotá sin indiferencia.

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 y el Fax 4292833
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

En el numeral 10.2.1 se presenta el diseño de las obras de drenaje. Para las cunetas se presenta la metodología seguida para evaluar los caudales de diseño; no obstante hace falta incluir los aspectos solicitados en el aparte de Drenaje Superficial de este concepto, al igual que las áreas de drenaje y en general las memorias de cálculo para definir las secciones de las cunetas. Dentro de estos diseños hace falta adicionalmente especificar la magnitud de la pendiente e indicar en el Plano No. 11 cuales son los canales principales y secundarios mencionados.

Considerando que para las obras de mitigación propuestas es necesario que en "*todo momento se garantice la estabilidad, habitabilidad y funcionalidad de las nuevas construcciones y de las del entorno durante la vida útil del proyecto*", de acuerdo con lo estipulado en el numeral 3.7 del articulo segundo de la resolución 227 y junto con la solicitud de diseños de obras, en el numeral 5 del articulo segundo de la misma resolución, las obras propuestas deben presentar diseños detallados, que de acuerdo con lo presentado corresponden al diseño de filtros y a los parámetros bajo los cuales deben adelantarse los diseños estructurales detallados de las obras de contención para los cortes temporales.

En el caso de los filtros se recomienda determinar el caudal de diseño, justificar la selección del tipo de geotextil, en el que se evalúe las condiciones de retención, permeabilidad, colmatación, supervivencia y tasa de flujo (permitividad), y por último la determinación del diámetro de la tubería a utilizar y aunque se realizan análisis de estabilidad para las excavaciones temporales requeridas, en éstas hace falta especificar el valor de sobrecarga utilizado en los mismos.

Dentro de los parámetros para el diseño estructural de las obras de contención, se remienda incluir: propiedades de los materiales de contención, como peso unitario y parámetros geomecánicos; propiedades de los materiales de cimentación, como capacidad portante admisible, y diagramas de presión de tierras no solo para condiciones estáticas sino también dinámicas.

Con el objetivo de mitigar la "amenaza" por fallas planares y caídas de bloques, el consultor propone la construcción de un muro en gaviones con sección de 4 m x 4 m, en el talud aledaño a la "rotonda". Esta obra se presenta en el Plano No. 11, sin embargo no se incluye la georeferenciación del mismo. En el anexo C se presentan las memorias de cálculo para el muro en gaviones en donde se evalúa el factor de seguridad por volcamiento y deslizamiento para cargas estáticas; no obstante, hace falta verificar que la resultante de las cargas se encuentre en el tercio medio de la estructura en la condición de carga estática, los análisis de capacidad portante, verificación de estabilidad para cada uno de los niveles y adicionalmente se recomienda que se verifique la pertinencia de evaluar las cargas sobre la estructura considerando una condición activa de falla, ya que esta suposición no sería apropiada al considerar el volumen de masa involucrado

para la falla traslacional sobre las lodolitas y el volumen de los materiales involucrados en una caída de bloques.

Por otra parte, según los diagramas de salida del software utilizado, las condiciones de estabilidad de la obra de contención proyectada, requiere de anclajes, los cuales no se incluyeron dentro de las obras de mitigación de riesgo, por lo tanto hace falta incluir los respectivos diseños geotécnicos.

Se considera que los análisis de estabilidad del muro en gaviones se deben realizar no solo para cargas estáticas si no también para cargas dinámicas

NO CUMPLE

Se recomienda complementar con lo anotado anteriormente.

3.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el Capítulo 11 se presenta la evaluación y clasificación de amenaza con el desarrollo del proyecto, incluyendo obras de contención y de drenaje, encontrando que la amenaza por procesos de remoción en masa es baja, no obstante, para estos análisis se presentan las mismas observaciones planteadas en los análisis de estabilidad y evaluación de amenaza para los otros escenarios y particularmente hace falta presentar los análisis para las condiciones normales de agua, tanto para fallas rotacionales, como para fallas planares en lodolitas.

Se solicita que se incluyan los aspectos solicitados en el numeral 3.7 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006 para los anclajes proyectados en el muro de gaviones.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar con lo anotado anteriormente.

3.8 PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida de los responsables del estudio, Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña y Geólogo Julio Fierro Morales, los cuales la DPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227.

CUMPLE

3.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado no incluye todos los capítulos mínimos solicitados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del articulo segundo de la resolución 227 de 2006, lo anterior debido a que no se incluyen todos los diseños generales de las obras.

CUMPLE PARCIALMENTE

El informe debe ser estructurado, presentando como mínimo, los capítulos exigidos en el numeral 5 del artículo segundo de la resolución 227 de 2006, los cuales internamente pueden ser organizados y desarrollados de acuerdo con el criterio del analista.

3.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Los planos de las distintas temáticas se encuentran firmados por los responsables del proyecto (ing. Alfonso Uribe y Geólogo Julio Fierro Morales).

Se presentan dos cartas de responsabilidad dirigidas por los responsables del estudio a la DPAE, no obstante la DPAE entiende que el profesional que realizó la evaluación y cuantificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo es el ingeniero Alfonso Uribe Sardiña.

CUMPLE

4. CONCLUSIONES

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, luego de evaluar los distintos aspectos en esta versión, se permite conceptuar que el estudio particular de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para el "PROYECTO HORIZONTES", presentado por la Firma ALFONSO URIBE S. Y CÍA S.A. ESTUDIOS DE SUELOS, **NO CUMPLE** con los términos de referencia establecidos por la DPAE para la elaboración de estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa, en cumplimiento de lo establecido en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004; por las consideraciones estipuladas en cada uno de los puntos anteriormente revisados.

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda complementar el estudio presentado, teniendo en cuenta cada una de las observaciones escritas en este concepto y presentarlo nuevamente a la DPAE, con el fin de emitir el respectivo concepto técnico sobre el cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo en cumplimiento de lo establecido en el artículo 141 del Decreto 190 de 2004.

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 y el Fax 4292833
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

6. ADVERTENCIA

Se aclara, que no es del alcance de esta revisión la comprobación y validación de los parámetros, los análisis de estabilidad, el empleo de software, los resultados de los análisis y los diseños geotécnicos de las medidas de mitigación, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad y compromiso, anexa al informe del estudio, limitándose la revisión a verificar el cumplimiento de la Resolución.

Elaboró	**LUIS ALFREDO GONZÁLEZ MORANTES** Ingeniero Civil MI(c) Geotecnia M. P. 25202102039 CND	
Revisó	**CÉSAR FERNANDO PEÑA PINZÓN** Coordinador Grupo Conceptos Técnicos	
Aprobó	**GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ** Subdirector Área Investigación y Desarrollo	
Vo. Bo.	**DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS** Directora	

Bogotá sin indiferencia.

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 y el Fax 4292833
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co