1. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	CT- 6434
1.2 ÁREA:	Técnica y de Gestión
1.3 COORDINACIÓN:	Investigación y Desarrollo
1.4 REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2012ER5995
1.5 RESPUESTA OFICIAL No.	RO - 54785

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	Planificador de infraestructura y construcción - COMPENSAR
2.2 PROYECTO:	Predio Santa Martha
2.3 LOCALIDAD:	5-USME
2.4 UPZ:	67 - Gran Yomasa
2.5 BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	La Esperanza Sur
2.6 DIRECCIÓN:	Calle 81A Sur No. 6-40 Este
2.7 CHIP:	AAA 0145 DOXN
2.8 ÁREA (Ha):	7.84
2.9 FECHA DE EMISIÓN:	27 de abril de 2012
2.10 EJECUTOR DEL ESTUDIO:	INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.

3. INTRODUCCIÓN

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 - DPAE, realizará la

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

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 el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE al estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II del Proyecto "Predio Santa Martha", realizado por la firma consultora INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA., al predio ubicado en la Calle 81A Sur No. 6-40 Este de la Localidad de Úsme, 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 MEDIA, de acuerdo con el plano normativo de amenaza por remoción en masa del Plan de Ordenamiento Territorial P.O.T.

Es importante mencionar que la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias - DPAE (hoy Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá - FOPAE), emitió el Concepto Técnico CT-4461 de Agosto de 2006, relacionado con la segunda revisión del estudio presentado por la Firma CI&CON LTDA., para el Proyecto "Urbanización el Poblar de Santa Marta" en el marco del Articulo 112 - Decreto 469 de 2003, el cual hace referencia al mismo predio para el cual se realiza el presente Concepto Técnico.

El Concepto Técnico referenciado, concluye: que el estudio presentado por la firma CI&CON LTDA en Abril de 2006, cumple con lo estipulado en el Artículo 112 del Decreto 469 y con lo establecido en la Resolución 364 de 2000.

4. GENERALIDADES DEL PROYECTO "PREDIO SANTA MARTHA"

En la Figura 1 se presenta la localización general del predio donde se sitúa el proyecto "Predio Santa Martha", ubicado en la Calle 81A Sur No. 6-40 Este de localidad de Usme, sobre la imagen tomada de la página de internet Google Earth.

El proyecto se ubica aproximadamente entre las siguientes coordenadas planas con origen en Bogotá:

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

COORDENADAS	
NORTE	ESTE
89900	96935
90340	97500

El proyecto contempla la construcción de 36 torres de 5 a 6 pisos, con 12 m de ancho y 16 m de largo, distribuidas en filas con 2 a 7 torres. Además se proyecta una vía de acceso y una zona de parqueos con capacidad para no menos de 140 vehículos.

Es importante mencionar, que el planteamiento arquitectónico planteado para el proyecto "predio Santa Martha", es diferente al proyecto "Urbanización El Poblar de Santa Martha", para el cual fue emitido el CT-4461 de Agosto de 2006.



Figura 1. Localización General del Proyecto "Urbanización Proyecto Santa Martha", ubicado en la localidad de Úsme, en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa (Decreto 190 de 2004).

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5. REVISIÓN DEL ESTUDIO

5.1. ESTUDIOS BÁSICOS

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

En el capítulo 5 (numerales 5.1.1 y 5.1.2), se presenta la descripción del levantamiento geológico local, en el que se contemplan los niveles estratigráficos y estructuras geológicas existentes en la zona de estudio.

En el numeral 5.1.1., el estudio referencia la presencia en el predio de 6 tipos de material clasificados como Depósitos Cuaternarios y Formación Úsme así:

Depósitos Cuaternarios:

Botaderos (Qb): material predominantemente arcilloso, proveniente de excavaciones mezclado con escombros y ocasionalmente con basuras, cubiertas por pasto.
Residuos de minería (Qrm): compuesto por bloques, guijos y gravas de lodolita y arenita friable, embebidos en matriz limo arcillosa.
Deposito Fluvioglacial (Qfg): deposito de gravas redondeadas de diversos tamaños desde granulo hasta bloques, envueltos en una matriz arenosa.
Deposito Fluvioglacial Arcilloso (Qfgl): Limos y arcillas no consolidadas, color gris a café, cubiertas por pasto.

Formación Úsme:

Conjunto Lodolitico (Pgu-1): Arcillolita de color gris claro, con intercalaciones de limolita gris, maciza y competente. En ocasiones tiene capas de cuarzoarenita de grano fino a grueso.
Conjunto Arenitico (Pgu-a): Cuarzoarenitas de grano grueso, ocasionalmente conglomeraticas; matriz arcillosa, friables. Esta dispuesta en capas de 2 a 7 m de espesor.

En el numeral 5.1.2, el estudio hace relación espacial e influencia entre la

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

localización del predio y los sistemas de fallas existentes en la zona:

Sinclinal de Usme:
El predio se localiza en el flanco oriental del Sinclinal de Úsme, donde los estratos se encuentran invertidos, con rumbo variable norte - sur a N10E y buzamiento hacia el oriente, con valor de 50 a 60 grados.la inversión de los estratos obedece al plegamiento y fallamiento que ha afectado este sector de la Sabana de Bogotá.

Todas las capas tienen rumbo general norte - sur y buzan al Este; no se reportan evidencias de fallamiento.

Falla Fiscala: Es una falla de tipo inverso, con rumbo general norte - sur y buzamiento hacia el occidente. Su traza se localiza a unos 800 m de la zona de estudio y puede ser la responsable de la inversión que se presenta en las capas de la Formación Úsme y Regadera.

Falla Tunjuelito: aunque se encuentra a unos 2.5 Km al occidente del predio Santa Martha, se describe en el estudio por tratarse de una estructura regional. En el estudio de microzonificación sísmica de Bogotá (INGEOMINAS, 1995), reporta indicios de actividad neotectónica, frente a la Localidad de Úsme.

NO CUMPLE

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

- En los numerales 5.11 (definición del modelo geológico - geotécnico) y 6.5 (mecanismos de falla), se menciona la caída de bloques de roca de los estratos de arenisca como posible mecanismo de falla al interior del predio objeto de estudio. Adicionalmente, en el numeral 6.6 (zonificación de amenaza), se menciona que:

  "los resultados del análisis cinemático de discontinuidades muestran la existencia de cuñas que podrían desprenderse en las zonas donde los estratos de arenisca afloran en la parte alta de los taludes actuales. Sin embargo si se considera la resistencia a fricción a lo largo de las discontinuidades, la probabilidad de caída de rocas es poco probable.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Para los tramos de corte de los taludes de la vía de acceso donde se interceptan capas de arenisca, los análisis de discontinuidad (considerando fricción en los posibles planos de deslizamiento) indican que es poco probable que ocurra caída de bloques por falla planar, cuña o volteo."

Por lo anterior y debido a que en el documento no se presenta los datos de levantamiento estructural, se solicita adjuntar dicha información que servirá como insumo para los análisis cinemáticos que deberán sustentar lo anteriormente referenciado.

En el Plano 4, se presenta la geología local a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel 0.5 metros. Este plano se presenta con las iniciales del nombre y firmas de los profesionales que participaron en su elaboración; no obstante, de acuerdo con lo citado en el Artículo Tercero de la Resolución 227 de 2006 en lo referente a que "En todos los casos los planos del estudio deben estar debidamente firmados por los profesionales matriculados y facultados para este fin, que cumplan con los requisitos indicados en el numeral 4, relacionado con quien proyectó y diseñó el proyecto en relación con los aspectos de amenaza y riesgo". El FOPAE recomienda presentar nuevamente dicho plano con las modificaciones respectivas.

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

En los numerales 5.2. y 5.3, se presenta el estudio geomorfológico y análisis multitemporal, mediante el cual se caracterizan y localizan las geoformas existentes en el predio sobre el cual se plantea el proyecto Santa Martha.

El consultor define las siguientes formas, de acuerdo a los análisis multitemporales y reconocimiento de campo:

Unidades de Origen Estructural:

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Lomos (La): Angostos y alargados en rocas sedimentarias (arenitas) expuesta a la erosión.
Contrapendiente Estructural (Ce): laderas de pendiente moderada, conformada por lodolitas y ocasionalmente por arenitas.

Unidades de Origen Denudacional:

Ladera en Roca (Lr): Constituidas por lodolitas y cuarzo arenitas, presentan pendiente moderada a fuerte y están cubiertas por vegetación arbustiva y pastos. En algunos sectores presentan procesos erosivos.
Ladera Erosionada (Le): Zonas afectadas por la antigua actividad minera. Terreno de pendiente baja, desprovisto de cobertura vegetal, presenta procesos de erosión laminar, surcos y cárcavas.
Flujos de Tierras (Ft): Movimiento lento del terreno a lo largo de valles, angostos donde hay alta concentración de humedad. Predominan los materiales arcillosos y limosos, plásticos, de consistencia blanda, provenientes de la minería y de suelos residuales.

Unidades de Origen Transicional:

Llenos de Vertido Libre (Liv) Rellenos antrópicos, no compactados, de composición heterogénea, dispuestos sin ningún control técnico sobre las laderas, susceptibles a los procesos de inestabilidad.
Rellenos Mineros (Rm): Sobrantes de la actividad minera, no compactados, comformados sobre laderas y valles. Su composición es predominantemente lodolitica y son propensos a la inestabilidad.
Valles (V): Alargados de composición predominantemente lodolitica, cubiertos por pasto. Pueden presentar reptación por concentración de la humedad en su capa más superficial.

El consultor concluye del análisis multitemporal, que la actividad antrópica, a través de la minería, ha sido el factor más relevante en el cambio de las formas del terreno, lo que ha ocasionado la eliminación de algunas lomas bajas y la formación de planicies y taludes correspondientes a antiguos frentes de explotación. Esta actividad estuvo concentrada en las laderas de la parte y norte del predio.

En el numeral 4.1, el consultor menciona que dentro de los análisis de información existente, adquirió fotografías aéreas de 4 épocas: año 1941

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

(vuelo A235, escala 1:25000), 1963 (vuelo C1055, escala 1:20000), 1984 (vuelo C2161, escala 1:11000) y 1992 (vuelo R1183, escala 1:13000). Sin embargo en el numeral 5.3 el informe menciona que el análisis detallado multitemporal empleo únicamente las fotografías de los años 1992 y 1984.

NO CUMPLE

Los procesos de remoción identificados y zonas susceptibles a presentar inestabilidad, deben estar asociados a unos factores contribuyentes y/o detonantes, lo cual debe quedar de manera explícita en el documento y considerar, de que manera la intervención sobre el predio, influirá a la posible activación de los procesos de inestabilidad identificados.

El análisis multitemporal debe contemplar la evolución de los procesos en un periodo de tiempo mínimo de 20 años, para lo cual se recomienda hacer uso de la información referenciada en el numeral 4.1 y complementar el estudio con los resultados obtenidos de dicho análisis, adjuntando el soporte correspondiente.

En el Plano 5, se presenta se presenta el mapa geomorfológico y de procesos a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel 0.5 metros. Este plano se presenta con las iniciales del nombre y firmas de los profesionales que participaron en su elaboración; no obstante, de acuerdo con lo citado en el Artículo Tercero de la Resolución 227 de 2006 en lo referente a que "En todos los casos los planos del estudio deben estar debidamente firmados por los profesionales matriculados y facultados para este fin, que cumplan con los requisitos indicados en el numeral 4, relacionado con quien proyectó y diseñó el proyecto en relación con los aspectos de amenaza y riesgo". El FOPAE recomienda presentar nuevamente dicho plano con las modificaciones respectivas.

c. **Hidrogeología**

En los numerales 5.4 y 5.5, el consultor establece las condiciones de flujo subsuperficial y drenaje superficial para el predio objeto de estudio, donde menciona:

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Con base en la Geología regional y el modelo geológico de la zona de estudio, se establece que el potencial de agua subsuperficial que puede llegar al predio Santa Martha es bajo, proveniente de la unidades geológicas que afloran en la parte alta y que conforman los cerros orientales de la ciudad.

El aporte de agua subterránea hacia el predio, de acuerdo con lo mencionado por el consultor, puede provenir de dos fuentes: a) desde la zona de falla (Falla La Fiscala) considerando que haya un buen grado de fracturamiento que permita el flujo y; b) La Formación Regadera, contigua y al oriente de la zona de estudio, por ser mas arenosa tiene una mayor permeabilidad, sin embargo, la disposición de las capas o buzamiento, no es favorable para la infiltración de agua hacia la Formación Úsme.

El consultor presenta los niveles de agua encontrados durante la etapa de exploración, reportando un nivel máximo de 9 m de profundidad en el piezómetro instalado en el lugar de la perforación P6 y un nivel mínimo a 1 m de profundidad en las perforaciones P1 Y P4.

En el numeral 5.4.2, el consultor hace referencia a los niveles de agua en condición extrema para el predio en comento, donde menciona que: "en valle con depósitos fluvioglaciares o residuos de minería, el nivel de agua puede coincidir con la superficie del terreno en las épocas lluviosas y descender hasta unos 8.0 m en temporada seca hasta el contacto entresuelo residual y los materiales transportados. En las laderas escarpadas y la planicie de corte, puede no haber presencia de agua (talud seco) o existir flujo por las capas arenosas hacia el interior del subsuelo (capas arenosas saturadas).

En los numerales 5.5.1, 5.5.1.1, 5.5.1.3, 5.5.1.4 del estudio, se analizó la distribución de lluvias a lo largo del año, se utiliza la curva de intensidad-duración-frecuencia de la estación Santa Martha de Úsme y se estableció la duración y la magnitud de la lluvia crítica y su periodo de retorno.

CUMPLE

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

d. Sismología

En el numeral 5.6 el consultor presenta la aceleración sísmica horizontal a considerar en los análisis, de acuerdo con la ubicación del predio y el estudio de microzonificación sísmica de Bogotá. El valor es de 0.24g.

NO CUMPLE

Aclarar y ajustar la descripción de la zona geotécnica y coeficientes de diseño, de acuerdo con las tablas 1 y 3 del Decreto 523 de 2010 mediante el cual se adopta la microzonificación sísmica de Bogotá D.C.

e. Uso del Suelo

En el numeral 5.7 a 5.7.4, el consultor describe las unidades de uso y cobertura del suelo, en la cual se considera la evolución de este componente, a partir de los estudios previos realizados en la zona y la incidencia que tiene el mismo en el régimen de aguas superficiales.

En el numeral 5.7.3, se presentan 8 tipos de cobertura relacionándolos con el porcentaje en área sobre el predio y se presenta de manera grafica la información en el plano 3. En el numeral 5.7.4, el consultor menciona:

"La mayor parte del área de estudio presenta actividad agrícola en pequeña escala (economía campesina).

Se descarta el uso actual en minería, pues no se encontraron rastros de dicha actividad y la mayor parte de las zonas donde se piensa que pudo haber existido extracción de materiales, actualmente están cubiertas por pastos y rastrojos bajos, lo cual disminuye la infiltración de aguas lluvias y favorece la estabilidad.

En las zonas cubiertas con pastos, la pendiente del terreno favorece la escorrentía, pero debido a la alta cobertura no hay evidencias de procesos erosivos importantes; sin embargo, la deforestación de la vegetación nativa hace que el agua permanezca más tiempo en el perfil del suelo, pues los pastos tienen una capacidad de extracción hídrica menor que una comunidad arbustiva o arbórea.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

La vegetación rastrojos bajos y pastos, favorecen la estabilidad del suelo al extraer agua edáfica para su supervivencia y evitan la aparición de erosión superficial.

En las zonas sin vegetación se observan procesos de erosión laminar y algunos surcos, asociados con sectores donde predomina en el suelo la fracción arenosa. En general la infiltración de agua lluvia es baja.

En la parte baja de la zona de estudio se cambio el uso del suelo para dar paso a la construcción del colegio, lo cual cubre la superficie y limita la infiltración del agua lluvia. No hay evidencia de filtraciones de agua desde el colegio.

Las vías pavimentadas, están en buen estado y el manejo de agua lluvia es adecuado, por lo que no hay erosión superficial. En vías sin pavimentar, la pendiente es alta, lo que favorece la escorrentía superficial, la perdida de materiales finos y la acumulación de gravas gruesas y bloques en la superficie de dichas vías. En este caso la erosión es intensa y el agua tiende a fluir en lugar de infiltrarse."

NO CUMPLE

- El uso actual del suelo es presentado en el Plano 3, el cual está a escala 1:1000, sobre una base cartográfica con curvas de nivel 0.5 metros. Este plano se presenta con las iniciales del nombre y firmas de los profesionales que participaron en su elaboración; no obstante, de acuerdo con lo citado en el Artículo Tercero de la Resolución 227 de 2006 en lo referente a que "En todos los casos los planos del estudio deben estar debidamente firmados por los profesionales matriculados y facultados para este fin, que cumplan con los requisitos indicados en el numeral 4, relacionado con quien proyectó y diseñó el proyecto en relación con los aspectos de amenaza y riesgo". El FOPAE recomienda presentar nuevamente dicho plano con las modificaciones respectivas.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.2. MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

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

En el numeral 5.8, el consultor hace referencia al numeral 5.2 y plano 5, el cual corresponde al estudio Geomorfológico y plano geomorfológico y de procesos respectivamente.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar y aclarar la condición actual de los sectores identificados con escarpes mineros, zonas con flujos de tierras y áreas susceptibles a inestabilidad, de igual manera, determinar la influencia directa sobre el planteamiento arquitectónico del proyecto que generan estos procesos considerando la propagación o avance de los mismos.

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio teniendo en cuenta las recomendaciones hechas para los estudios básicos (numeral 5.1 del presente concepto técnico).

En el Plano 5, se presenta se presenta el mapa geomorfológico y de procesos a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel 0.5 metros. Este plano se presenta con las iniciales del nombre y firmas de los profesionales que participaron en su elaboración; no obstante, de acuerdo con lo citado en el Artículo Tercero de la Resolución 227 de 2006 en lo referente a que "En todos los casos los planos del estudio deben estar debidamente firmados por los profesionales matriculados y facultados para este fin, que cumplan con los requisitos indicados en el numeral 4, relacionado con quien proyectó y diseñó el proyecto en relación con los aspectos de amenaza y riesgo". El FOPAE recomienda presentar nuevamente dicho plano con las modificaciones respectivas.

b. **Formulación del Modelo**

En el numeral 5.11, el consultor indica que el modelo geológico - geotécnico, se concibe a partir de la descripción hidrogeológica, hidrológica, la cobertura del suelo y los niveles de agua detectados en la etapa de exploración. Del análisis de las condiciones geológicas y los

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

antecedentes de remoción en masa, se establece que los posibles mecanismos de falla presentes en la zona de estudio son: a) Falla Traslacional, a lo largo del contacto entre rocas o suelos residuales y depósitos fluvioglaciares o rellenos de minería, b) Falla rotacional en rellenos, arcillolita o arenisca meteorizada, c) caída de bloques de roca de los estratos de arenisca.

Como complemento a la formulación del modelo, el consultor presenta los planos 6, 7 y 8; los cuales contienen los 11 perfiles geológicos distribuidos al interior del predio Santa Martha y se localizan cada una de las perforaciones realizadas en el presente estudio y el estudio realizado por CI&CON LTDA, a partir de las cuales se determinan los espesores de cada uno de los materiales identificados en el predio objeto del presente documento.

Las propiedades de cada uno de los materiales considerados en el modelo geológico - geotécnico se presentan en la tabla 5.1

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio teniendo en cuenta las recomendaciones hechas para los estudios básicos (numeral 5.1 del presente concepto técnico).

El modelo debe contemplar las recomendaciones del Concepto Técnico CT-4461 de 2006, tales como el comportamiento de arcillas expansivas en el diseño de cimentación de las viviendas y las zonas de amenaza por caída de bloque, donde se menciona una distancia de viaje del orden de los 160 m ladra abajo.

Se recomienda aclarar con respecto a la identificación del mecanismo de falla rotacional sobre los materiales arcillosos y arenosos, la posible profundidad de la potencial superficie de falla.

Se recomienda ser explicito en la manera en que se determinan espesores de materiales y adopción de parámetros, mediante una tabla resumen de ensayos de laboratorio, en la que se visualicen los resultados obtenidos para cada tipo de material identificado, ya que, por ejemplo, no es clara la adopción del parámetro de resistencia para el material definido como

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

botaderos, que presenta como parámetro de resistencia un anglo de fricción interna de 24° (muy alto para las características y composición del mismo).

El modelo geotécnico para condición con intervención sobre el predio considera la implementación de un material denominado "material seleccionado y compactado", para el cual no se presentan los parámetros geotécnicos empleados en el modelo.

Se debe mencionar de manera clara, los criterios mediante los cuales se adopta el nivel freático para condición normal y extrema, se recomienda realizar un análisis de respuesta hidrológica o en su defecto trabajar con el nivel freático más desfavorable obtenido durante la etapa de exploración.

El modelo debe contemplar la identificación de la amenaza por el mecanismo de falla de caída de bloques.

c. Exploración Geotécnica

En el numeral 5.9, el consultor presenta como información de referencia el "Estudio de Riesgos por Fenómenos de Remoción en Masa de la Urbanización El Poblar de Santa Martha" realizado por la firma CI&CON LTDA en el año 2006; en el cual se realizaron sobre el predio Santa Martha 5 perforaciones (con profundidades máximas de 10 m) y 4 trincheras (con altura máxima de 2.5 m). Como complemento a esta información el consultor programó y ejecutó 7 perforaciones (P1=12.5 m, P2=16 m, P3=5.1 m, P4=11.5 m, P5=11 m, P6= 9.5 m y P7=7.2 m), 11 trincheras (con alturas entre los 2 y 5 m) y 4 apiques (con profundidades de 2.5 m).

De acuerdo con el consultor, las perforaciones se ejecutaron con equipo mecánico de percusión y lavado y a lo largo de las mismas se realizaron ensayos de penetración estándar.

De las muestras extraídas durante la etapa de exploración, el consultor manifiesta que realizó ensayos de caracterización de materiales y resistencia, mediante:

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Contenido de humedad.
- Peso unitario.
- Límites de consistencia.
- Granulometría (por lavado y tamizado) y clasificación USC.
- Ensayo de corte directo.
- Compresión inconfinada
- Compresión simple en roca
- Carga puntual en roca

Como complemento a la información obtenida mediante ensayos de campo y laboratorio, el consultor adjunta en la figura 5.39 y 5.40 el resumen de ensayos de laboratorio obtenido en el estudio realizado por la firma CI&CON LTDA.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio teniendo en cuenta las recomendaciones hechas para los estudios básicos (numeral 5.1 del presente concepto técnico).

De acuerdo con el inciso 3.3.3 de la Resolución 227 de 2006, en el cual se determina un número mínimo de sondeos en función al área de estudio, o en su defecto la complementación de la información mediante exploración indirecta, en el que se dictan las profundidades mínimas y porcentaje de sondeos mínimos que requieren de una profundidad tal que se sobrepase la superficie potencial de falla aparte II del citado numeral; se considera insuficiente el número de perforaciones realizadas para el estudio en comento.

El FOPAE aclara que no es del alcance de este concepto técnico, verificar o validar los parámetros geotécnicos determinados por el consultor como resultado de la exploración y los ensayos de laboratorio ejecutados, por lo que la pertinencia, validez y confiabilidad de los mismos, es de total responsabilidad del ejecutor del estudio.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

En el numeral 6.2, el consultor presenta la metodología empleada para la zonificación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa del predio Santa Martha, para lo cual se menciona por la consultoría, la ejecución de análisis de estabilidad sobre 11 secciones distribuidas a lo largo del área del predio, que de acuerdo al tipo de material presenta un determinado mecanismo de falla. De acuerdo con el informe, los parámetros de resistencia empleados para el análisis, fueron el resultado de los ensayos de laboratorio y de campo, presentados en la tabla 6.1.

De acuerdo con el informe, sobre cada sección se analizaron los escenarios en condición normal (sin agua y sin sismo) y condiciones extremas (con agua sin sismo, sin agua con sismo y con agua mas sismo), obteniendo como resultado la tabla resumen de los factores de seguridad (tabla 6.2), las memorias de cálculo del análisis de estabilidad son presentadas por el consultor en el anexo B, la zonificación de amenaza para condición actual del predio Santa Martha, se presenta en el plano 9 (Amenaza en condición actual).

Para la condición con proyecto, el consultor manifiesta haber realizado el análisis de estabilidad sobre las secciones 1, 3, 4 y 5; considerando los mismos escenarios analizados para la condición actual, los resultados son presentados en la tabla resumen de los factores de seguridad (tabla 6.2), las memorias de cálculo del análisis de estabilidad son presentadas por el consultor en el anexo B, la zonificación de amenaza para condición actual del predio Santa Martha, se presenta en el plano 10 (Amenaza en condición con proyecto).

El análisis para condiciones con agua, de acuerdo con el informe se consideran los niveles establecidos por el consultor en el numeral 5.11 (definición del modelo geológico - geotécnico)

Para la determinación de amenaza baja, media o alta se consideran los rangos establecidos por la resolución 227 del 13 Julio de 2003.

NO CUMPLE

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

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

- En los numerales 5.11 (definición del modelo geológico - geotécnico) y 6.5 (mecanismos de falla), se menciona la caída de bloques de roca de los estratos de arenisca como posible mecanismo de falla al interior del predio objeto de estudio. Adicionalmente, en el numeral 6.6 (zonificación de amenaza), se menciona que:

  "los resultados del análisis cinemático de discontinuidades muestran la existencia de cuñas que podrían desprenderse en las zonas donde los estratos de arenisca afloran en la parte alta de los taludes actuales. Sin embargo si se considera la resistencia a fricción a lo largo de las discontinuidades, la probabilidad de caída de rocas es poco probable.

  Para los tramos de corte de los taludes de la vía de acceso donde se interceptan capas de arenisca, los análisis de discontinuidad (considerando fricción en los posibles planos de deslizamiento) indican que es poco probable que ocurra caída de bloques por falla planar, cuña o volteo."

Por lo anterior y debido a que en el documento no se presentan los análisis cinemáticos que avalen lo anteriormente referenciado se solicita adjuntar dicha información.

Se recomienda incluir en las figuras de las memorias de cálculo, la tabla de convenciones y de parámetros que arroja el software empleado.

Se recomienda aclarar el método de zonificación para la amenaza, mediante el cual, de acuerdo con el informe, se emplea el análisis de estabilidad y rangos dados por la Resolución 227 de 2006.

5.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

En el numeral 7.2, el consultor menciona que la evaluación de la vulnerabilidad física se realizó con base en los siguientes elementos:

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Clasificación de la tipología de las construcciones proyectadas y evaluación del daño potencia que puede ocasionarse en caso de la materialización del evento amenazante.
- Definición del grado de exposición de las edificaciones situadas en el área de influencia de los diferentes tipos de amenaza existentes.
- Establecer la relación solicitación-resistencia o daño estructural sufrir las edificaciones ante la magnitud del fenómeno materializado.
- El cálculo del índice de vulnerabilidad física (IVF) de las edificaciones con base en el tipo de intensidad del fenómeno (o solicitación) y las características de los elementos expuestos.

De acuerdo con el informe, el método empleado para el cálculo y evaluación de vulnerabilidad física, sigue lo expuesto por Flageollet (1999) y Soler (1999), quienes a su vez utilizan los conceptos de Leone (1995, 1996).

En los numerales 7.2, 7.3, 7.4, 7.5 y 7.6; el consultor presenta el desarrollo de la metodología empleada, los resultados obtenidos se presentan en las tablas 7.1 (clasificación de edificaciones por materiales), tabla 7.2 (clasificación del daño existente antes del evento), tabla 7.3 (solicitaciones), tabla 7.4 (matriz de daño potencial), figura 7.1(cuantificación del índice de daño), tabla 7.5 (valores de índice de perdida utilizados para la valoración del índice de daño), tabla 7.6 (valor cualitativo de la vulnerabilidad), tabla 7.7 (criterios de caracterización de la vulnerabilidad), tabla 7.8 (evaluación de la vulnerabilidad y riesgo).

De acuerdo con el informe, el análisis de vulnerabilidad física muestra que las torres y zonas de parqueo ubicadas sobre los antiguos flujos de tierras son moderadamente vulnerables ante desplazamientos horizontales del terreno, mientras que para las ubicadas en la zona plana entre depresiones son poco vulnerables. Los resultados obtenidos para este componente se presentan en el plano 11 (Vulnerabilidad).

NO CUMPLE

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

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Para que el Consultor valide los análisis es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos y al modelo geológico geotécnico, así como a los análisis de estabilidad referidos al análisis cinemático y distancia de viaje debido a la caída de bloques para los taludes en roca y a las evaluaciones de amenaza correspondiente a dicho evento.
- Se debe complementar la información, presentando la evaluación de vulnerabilidad física, considerando los siguientes escenarios: a) cortes temporales sin obras de mitigación, b) cortes temporales mas proyecto y c) con proyecto mas obras de mitigación.

5.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el numeral 8, el consultor menciona: "para la definición del riesgo se consideró la categorización de la amenaza definida y en los plano 9 ((Amenaza en condición actual) y 10 (Amenaza en condición con proyecto), además de la vulnerabilidad física evaluada y el plano 11 (Vulnerabilidad). La clasificación del riesgo se realizó mediante la matriz que se presenta en la tabla 8.1 (evaluación de vulnerabilidad y riesgo), la cual ha sido empleada y puesta a prueba por nuestra compañía en varios estudios similares".

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio el siguiente aspecto:

- Para que el Consultor valide los análisis es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos y al modelo geológico geotécnico, así como a los análisis de estabilidad y a las evaluaciones de amenaza y vulnerabilidad, presentadas en este concepto técnico cumpliendo adicionalmente con lo establecido en el numeral 3.6 de la Resolución 227 de 2006.
- Se debe complementar la información, presentando la evaluación de Riesgo, considerando los siguientes escenarios: a) cortes temporales sin obras de mitigación, b) cortes temporales más proyecto y c) Riesgo actual.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el numeral 9 y 9.1, el consultor define la estrategia general de mitigación, en la cual de acuerdo con el informe comprende unas medidas activas o constructivas.

En el numeral 9.2, menciona: "los análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo muestran que es necesario incrementar los niveles de seguridad de las zonas deprimidas con antiguos flujos de tierras, zonas de rellenos en el costado nor - oriental y prevenir la caída de bloques de los estratos arenosos en la parte alta del talud".

De acuerdo con el informe, como medidas de mitigación se nalizaron las siguientes alternativas:

- Trincheras drenantes longitudinales y transversales para reducir la humedad de los flujos y porvenir el ascenso del nivel freático.
- Retiro de rellenos antrópicos dispuestos en los taludes
- Retiro de bloques y corte de las zonas protuberantes de los estratos arenosos
- Construcción de bermas intermedias en los cortes altos.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio el siguiente aspecto:

- Para que el Consultor valide este ítem, deberá tener en cuenta las observaciones realizadas en los ítems anteriores y si es del caso a partir de los nuevos análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo y definir el plan de medidas de mitigación para la reducción del riesgo. Todas las medidas que se sugieran deben estar ubicadas y detalladas en planos del predio con la construcción de las nuevas edificaciones. cumpliendo con lo establecido en el numeral 3.7 de la Resolución 227 de 2006.

- El proceso constructivo de las obras planteadas no precisa las dimensiones y localización en sus diseños, además estos deben ser sustentados a partir de análisis de estabilidad durante obra., dejando

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

claro la viabilidad y posibilidad de ejecutar las intervenciones propuestas.

- Los planos de obras y detalles deben cumplir en su totalidad por lo establecido en el numeral 3.7 de la Resolución 227 de 2006.

5.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el numeral 9.3, el consultor menciona: "para las alternativas de mitigación descritas anteriormente, sobre las secciones 1, 7 y 11 presentada en la descripción geológica y la caracterización geotécnica se evaluó la condición de estabilidad en términos de factores de seguridad. Los resultados de estos análisis se presentan en la tabla 9.2 y en el anexo B". De acuerdo con el informe en el plano 15 se presenta la zonificación de la amenaza luego de la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio el siguiente aspecto:

- Para que el Consultor valide este ítem, deberá tener en cuenta las observaciones realizadas en los ítems anteriores y si es del caso a partir de los nuevos análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo y definir el plan de medidas de mitigación para la reducción del riesgo. Todas las medidas que se sugieran deben estar ubicadas y detalladas en planos del predio con la construcción de las nuevas edificaciones.
- Se requiere describir detalladamente en el informe, cómo se involucraron las medidas de mitigación en los modelos para el análisis de estabilidad, anexar los resultados obtenidos y garantizar las condiciones de amenaza establecidas en el numeral 3.8 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

5.8 PROFESIONALES

Se presenta la hoja de vida del Ingeniero Manuel García López y del

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Geólogo Mauricio Díaz Salinas.

CUMPLE

5.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado incluye todos los contenidos mínimos solicitados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006; no obstante, el Consultor deberá presentar una nueva versión del informe con los ajustes, aclaraciones o modificaciones solicitadas a lo largo del presente concepto.

El FOPAE recomienda que la presentación del informe del estudio se ajuste al orden estipulado en el numeral 5 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006, dividiendo adecuadamente la información por capítulos.

NO CUMPLE

5.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Es necesario presentar el informe firmado por el responsable del proyecto. Los planos 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 y 15 se encuentran debidamente firmados con las iniciales de los profesionales, se recomienda incluir los nombres completos de los profesionales y la Tarjeta profesional de cada uno de ellos.

También se incluye una carta de autorización para firma de planos geológico y geomorfológico por parte del Geólogo Mauricio Díaz Salinas, quien certifica su participación en el estudio y que por motivos de fuerza mayor autoriza la firma de sus planos al Ingeniero José Vicente Amórtegui.

NO CUMPLE

Se requiere que todos los planos se presentes firmados en original por el ó los responsables de su elaboración y por el Director del estudio.

Diagonal 47 No. 778 -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Se deberán atender las observaciones realizadas.

6. CONCLUSIONES

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE, luego de evaluar los distintos aspectos presentados en esta versión, se permite conceptuar que el estudio particular de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa denominado "Estudio de Amenaza por remoción en masa Proyecto predio Santa Martha Localidad de Usme en Bogotá D.C." de fecha Febrero de 2012, ubicado en la calle 81A Sur No. 6-40, de la Localidad de Usme, presentado por por la Firma Ingeniería Y Geotecnia Ltda., NO CUMPLE con la totalidad de los términos de referencia establecidos por el FOPAE (anteriormente 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 el presente concepto.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda complementar el estudio presentado, teniendo en cuenta cada una de las observaciones descritas en este concepto y presentarlo nuevamente al FOPAE, 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.

8. ADVERTENCIA

A la luz de la normatividad vigente, 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 y estructurales 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 los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006 en concordancia con lo establecido en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Geólogo Mauricio Díaz Salinas.

CUMPLE

5.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado incluye todos los contenidos mínimos solicitados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006; no obstante, el Consultor deberá presentar una nueva versión del informe con los ajustes, aclaraciones o modificaciones solicitadas a lo largo del presente concepto.

El FOPAE recomienda que la presentación del informe del estudio se ajuste al orden estipulado en el numeral 5 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006, dividiendo adecuadamente la información por capítulos.

NO CUMPLE

5.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Es necesario presentar el informe firmado por el responsable del proyecto. Los planos 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 y 15 se encuentran debidamente firmados con las iniciales de los profesionales, se recomienda incluir los nombres completos de los profesionales y la Tarjeta profesional de cada uno de ellos.

También se incluye una carta de autorización para firma de planos geológico y geomorfológico por parte del Geólogo Mauricio Díaz Salinas, quien certifica su participación en el estudio y que por motivos de fuerza mayor autoriza la firma de sus planos al Ingeniero José Vicente Amórtegui.

NO CUMPLE

Se requiere que todos los planos se presenten firmados en original por el ó los responsables de su elaboración y por el Director del estudio.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Se deberán atender las observaciones realizadas.

6. CONCLUSIONES

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE, luego de evaluar los distintos aspectos presentados en esta versión, se permite conceptuar que el estudio particular de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa denominado "Estudio de Amenaza por remoción en masa Proyecto predio Santa Martha Localidad de Úsme en Bogota D.C." de fecha Febrero de 2012, ubicado en la calle 81A Sur No. 6-40, de la Localidad de Úsme, presentado por por la Firma Ingeniería Y Geotecnia Ltda., NO CUMPLE con la totalidad de los términos de referencia establecidos por el FOPAE (anteriormente 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 el presente concepto.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda complementar el estudio presentado, teniendo en cuenta cada una de las observaciones descritas en este concepto y presentarlo nuevamente al FOPAE, 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.

8. ADVERTENCIA

A la luz de la normatividad vigente, 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 y estructurales 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 los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006 en concordancia con lo establecido en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

La verificación del cumplimiento de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, no exime ni al urbanizador o constructor, ni a sus consultores de ninguna de las responsabilidades que les corresponden respecto de la seguridad y garantía de estabilidad de las obras y sectores que se proponen intervenir. En este orden de ideas, la construcción de las obras deberá hacerse no sólo con estricto cumplimiento de lo planteado en los estudios presentados, sino con los controles, seguimientos y registros que permitan a las autoridades la verificación de su cumplimiento en cualquier momento.

Además, si en el desarrollo de las obras de mitigación y control se presentan problemas que pongan en entredicho las conclusiones de los estudios presentados, se deberán adoptar rápida y oportunamente todas las medidas complementarias adicionales que sean necesarias para garantizar la estabilidad del sector y su entorno, sobre lo cual se deberá dejar igualmente registro.

Elaboró:	Revisó:
DANNY ALEXANDER HERNANDEZ CRUZ Ingeniero Civil M.P. 25202-167130 CND **NUBIA LUCÍA RAMÍREZ CRIOLLO** Geóloga - Conceptos Técnicos M. P.:No.1530 CPG	**FREDY ALONSO DÍAZ DURÁN** Ingeniero Civil - Magister en Ingeniería Geotecnia M.P. 25202-109324 CND
Avaló: **DUVÁN HERNÁN LÓPEZ MENESES** Subdirector Técnico y de Gestión FOPAE	

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co