## 1. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

| | |
|---|---|
| **1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:** | CT- 6593 |
| **1.2 ÁREA:** | Técnica y de Gestión |
| **1.3 COORDINACIÓN:** | Investigación y Desarrollo |
| **1.4 REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:** | 2012ER17347 |
| **1.5 RESPUESTA OFICIAL No.** | RO – 59347 |

## 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:** | 2 de octubre 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 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 TERCERA 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 Usme, 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



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

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.

Adicionalmente, la primera y segunda revisión técnica del estudio se realizó, atendiendo las solicitudes con radicados FOPAE 2012ER5995 y 2012ER9996, ante los cuales el FOPAE emitió los Conceptos Técnicos CT-- 6434 de abril de 2012 y CT-6493 de junio de 2012, los cuales concluyeron que los mismos no cumplían con la totalidad de los términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por remoción en masa.

El estudio revisado corresponde a lo que en la Resolución 227 se denomina como Estudio de Fase II (detallado). Esta revisión del estudio y verificación técnica se hace en atención a la radicación FOPAE 2012ER17347, donde el Consultor INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA, remite una nueva versión del estudio, atendiendo según el Consultor las observaciones planteadas en el concepto técnico CT-6493 de 2012.

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 la 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:

| 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-



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

4461 de Agosto de 2006.

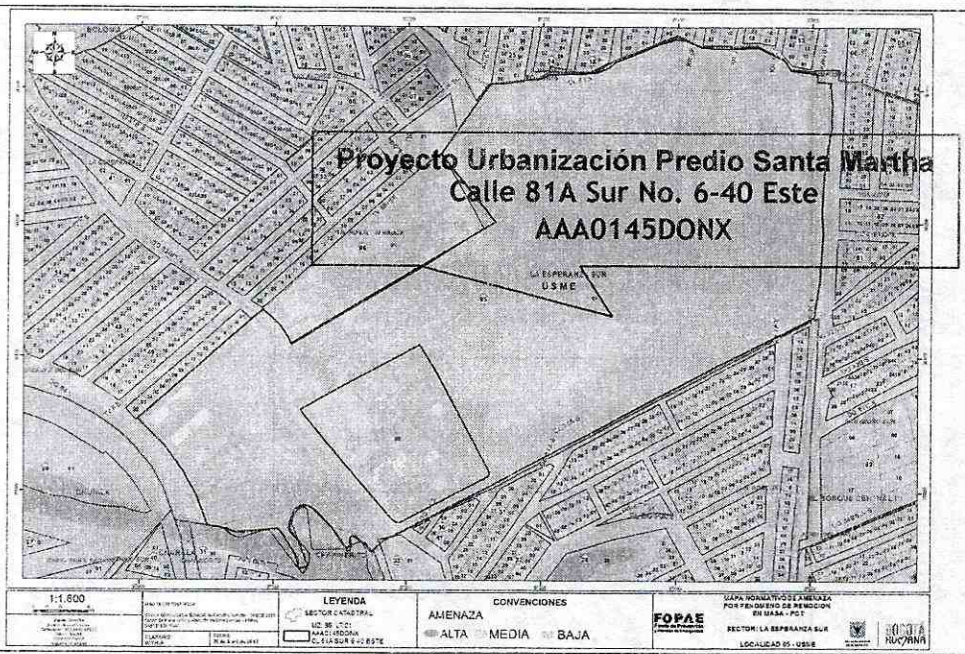



**Figura 1.** Localización General del Proyecto "Predio Santa Martha", ubicado en la localidad de Úsme, en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa (Decreto 190 de 2004).

## 5. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO - Concepto Técnico No. CT-6434 (fecha abril/2012)

La primera revisión del estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II del Proyecto "Predio Santa Martha", elaborado por la firma INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA, fue realizada por el FOPAE y se emitió el Concepto Técnico No. CT-6434 de 2012.

El Concepto Técnico No. CT-6434, relacionado con el estudio detallado de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa se transcribe a continuación, con referencia a los requerimientos pertinentes de la Resolución 227 de 2006.

### 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.



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

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 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 Usme, 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***



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 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:**

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.



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

**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 (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.



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

En el Plano 5, 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:

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.
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.



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

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.

## 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 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.



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

**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 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 ladera 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 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.



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 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:

- 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).



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

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.

## 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***

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

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:

- 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),



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

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:

- 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 más proyecto y c) con proyecto más 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 analizaron 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, 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 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.



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

***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, 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 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



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

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. Se deberán atender las observaciones realizadas.

## 6. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - CONCEPTO TÉCNICO No. CT – 6493 (FECHA: 14/06/2012)

### 6.1 ESTUDIOS BÁSICOS (NUMERAL 3.2.1 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)

**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.**

El consultor en la nueva versión del estudio en las páginas 14 y 15, incluye la tabla de resultados del levantamiento estructural de estratificación y diaclasas, que proporcionan los parámetros para los análisis cinemáticos de las discontinuidades y de los posibles mecanismos de falla por caída de bloques (anexo C- Cálculos). Asimismo, el consultor precisa que la información del levantamiento estructural se presentó en el plano 4 – Geología, incluido en la versión 1 del estudio.

La nueva versión del estudio incorpora todos los planos con firma digital de los profesionales que fueron responsables de su elaboración, de acuerdo con que lo se estipula en el numeral 4 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006.

NO CUMPLE

Para el análisis cinemático, el consultor presenta el levantamiento geológico estructural; sin embargo, se reporta una sola familia de discontinuidades. Es necesario justificar los criterios por los cuales el consultor, no tuvo en cuenta la identificación de más familias para el análisis de estabilidad; en cualquier caso, se requiere complementar la información y ajustar los análisis.

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

En la versión 2 del estudio, el consultor precisa en el numeral 5.2.3 página 18 lo siguiente: *"(...) como se expuso en los numerales anteriores, se identificaron los siguientes procesos de inestabilidad:*



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

*Flujos de tierras: Se identificaron dos de este tipo, que son debidos a la concentración de agua y aumento de la humedad en las antiguas zanjas o quebradas por donde se presentaba el drenaje natural del terreno, las cuales fueron rellenadas parcialmente por la actividad minera. Pueden catalogarse como flujos lentos con tasas de movimientos de algunos centímetros a decímetros al año. Los dos flujos serán intervenidos parcialmente por la construcción de la vía local que, según el POT de Bogotá, pasará por el predio Santa Martha; a su vez, el proyecto urbanístico, involucra en parte el flujo de tierras ubicado en la parte norte del predio.*

*Por lo anterior, un buen manejo del drenaje superficial y subsuperficial será necesario para mejorar la estabilidad.*

*Surcos y cárcavas incipientes: En varias zonas del predio en estudio, definidas geomorfológicamente como laderas erosionadas (Le), hay presencia de procesos de erosión superficial que se evidencia en surcos y cárcavas en formación. Estos procesos son debidos principalmente a la falta de cobertura vegetal.*

*La implantación del proyecto, se encuentra en su mayoría, sobre estas laderas, por lo que el cambio en el uso del suelo reduce y/o elimina el avance de estos procesos.*

*Para las áreas restantes, que corresponden a zonas cedidas para la construcción de parques, se recomienda la empradización"*

El consultor precisa que para el análisis multitemporal, se cumplió con los requisitos de la Resolución 227 de 2006 numeral 3.2.1.2., dado que se analizaron las condiciones actuales, 18 años atrás (1992) y 26 años atrás (1.984). Del mismo modo, en el numeral 5.2.2., página 17 del estudio versión 2, se incorporan ajustes al análisis multitemporal para las fechas señaladas.

La nueva versión del estudio incorpora todos los planos con firma digital de los profesionales que fueron responsables de su elaboración, de acuerdo con que lo se estipula en el numeral 4 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006.

**CUMPLE**

El FOPAE aclara que las consecuencias que se deriven de la omisión en la identificación y cartografía de procesos de remoción en masa de acuerdo con lo exigido en la Resolución 227 de 2006 es responsabilidad del ejecutor del estudio de riesgos.

**c. Hidrogeología**

CUMPLE DESDE LA REVISIÓN ANTERIOR



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 5.5 Sismología, de la nueva versión del estudio, se complementa la información inicial con la identificación de la zona geotécnica donde se encuentra el proyecto y, menciona los respectivos coeficientes y curvas de diseño, de acuerdo con las tablas 1 y 3 del decreto 523 de 2010. Del mismo modo, el consultor manifiesta que empleó un mayor valor de aceleración pico efectiva con respecto al establecido en el decreto, aumentando los factores de seguridad en el análisis.

**CUMPLE**

El FOPAE 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 523 de 2010.

e. **Uso del Suelo**

La nueva versión del estudio incorpora todos los planos con firma digital de los profesionales que fueron responsables de su elaboración, de acuerdo con que lo se estipula en el numeral 4 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006.

**CUMPLE**

## 6.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

El consultor incorpora la complementación sobre el inventario y caracterización detallada de los procesos de inestabilidad identificados, en los numerales 5.2.3 y 5.7, paginas 18, 19 y 26. Estos procesos son cartografiados en el plano 5.

La nueva versión del estudio incorpora todos los planos con firma digital de los profesionales que fueron responsables de su elaboración, de acuerdo con que lo se estipula en el numeral 4 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006.

**CUMPLE**

El FOPAE aclara que las consecuencias que se deriven de la omisión en la identificación y cartografía de procesos de remoción en masa de acuerdo con lo exigido en la Resolución 227 de 2006 es responsabilidad del ejecutor del estudio de riesgos.

b. **Formulación del Modelo**



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

El consultor aclara que, de acuerdo a los ensayos de laboratorio realizados a los materiales presentes en la zona de estudio, éstos poseen un potencial de expansión muy bajo; por tanto, el comportamiento de estos materiales como las arcillas expansivas no se consideró.

El estudio versión 2, describe en las tabla 5.1 y 6.1, el resumen de las principales características geomecánicas de los materiales encontrados en el subsuelo, a partir de los sondeos y ensayos de laboratorio realizados. Igualmente, en el numeral 6.2 y planos 6, 7 y 8 se definen las secciones de análisis, sus espesores y la composición del subsuelo.

De igual manera, en el numeral 5.1 página 30 y 31 se complementan y aclaran las condiciones extremas de nivel freático asumidas por el consultor para los análisis de estabilidad y, complementa la descripción sobre los posibles mecanismos de falla del terreno. El consultor realizó el análisis cinemático para el estudio de amenaza por caída de bloques en el anexo C – cálculos, concluyendo que no hay posibilidad cinemática de movimiento.

En relación con la identificación del mecanismo de falla rotacional sobre los materiales arcillosos y arenosos y la posible profundidad de la potencial superficie de falla, el consultor manifiesta que: *"los cuerpos potencialmente inestables o que actualmente están bajo una condición de estabilidad precaria corresponden a los rellenos antrópicos en todo su espesor (2 a 4 m). Para los análisis de estabilidad realizados que involucran los materiales arcillosos y arenosos se obtuvo, en general factores de estabilidad superiores a los exigidos en el Decreto para condiciones estáticas y seudo-estáticas. En estas laderas estables, por el tipo de superficie de falla el espesor del material involucrado en ella es apreciable (mayores a 5 m)."*

El consultor manifiesta, en el numeral 6.3 - pagina 34-, que: *"Para la conformación de la vía local y para homogenizar la pendiente en la zona del parque ubicado en el costado nor-oriental del predio, se tiene previsto realizar unos rellenos con material proveniente del sitio debidamente compactado. Este material tiene un peso unitario de 20.0kN/m3 y un ángulo de fricción de 30°"*

**NO CUMPLE**

Para validar los análisis, el consultor deberá aclarar y complementar la información sobre los estudios básicos (geología) y complementar la información sobre las exploraciones geotécnicas en el área de estudio, cumpliendo con lo señalado en los numerales 3.2.1 y 3.3.3 de la Resolución 227 de 2006, con el fin de garantizar información suficiente de toda el área de interés, para adelantar una adecuada formulación del modelo geológico-geotécnico.

Del mismo modo, se debe revisar, corregir, aclarar y/o complementar los planos 6, 7 y 8, con la identificación de todos los sondeos aferentes a cada sección. En el mismo sentido, los espesores penetrados por los sondeos y representados en las gráficas, deben ser coincidentes con la información relacionada en el anexo B y C; ya que si se observa, en el plano 6 la perforación P4, cambia en las secciones 1 y 4.

Es necesario aclarar las posibles dimensiones del relleno y/o de los cortes que se realizarán para conformar la vía local y para homogeneizar la pendiente en la zona del parque; así como la influencia que



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

estas acciones tendrán en la estabilidad local y general del área de influencia del proyecto. Por otra parte, se debe tener en cuenta, que la información del material deberá ser obtenida de pruebas que permitan determinar su resistencia. Toda la información deberá estar adecuadamente soportada por cálculos.

**c. Exploración Geotécnica**

En la versión 2 del estudio, numeral 5.8, se presenta la información sobre las diferentes exploraciones realizadas al proyecto así: mediante el estudio de CI&CON de 2.006 - 5 perforaciones mecánicas (profundidades entre 4.0 y 10 m) y 4 trincheras (longitudes entre 2.0 a 2.5 m). Mediante el estudio de Espinosa y Restrepo de 2.008 – 24 sondeos (profundidades entre 1.7 y 6.0 m), 7 perforaciones mecánicas (profundidad entre 7.0 y 10 m) y 17 apiques; no obstante, estas exploraciones no pudieron ser ubicadas confiablemente en el terreno (anexo B, parte final), ni cubriendo adecuadamente el área de estudio. Finalmente, mediante las exploraciones complementarias adelantadas por el consultor, se realizaron 7 perforaciones (profundidades entre 5.1 y 16.0 m), empleando equipo mecánico y de percusión y lavado, 11 trincheras (profundidades entre 1.9 y 5.2 m) y 4 apiques (profundidades entre 1.4 y 2.4 m). Las exploraciones del subsuelo son mostradas en el plano 1, observándose perforaciones por fuera del área de estudio.

El consultor manifiesta en el numeral 5.8.1.2, que: *"En cada una de las perforaciones, apiques y trincheras se determinó la estratigrafía del subsuelo y las condiciones del agua subterránea.*

*En las perforaciones, efectuadas con equipo mecánico de percusión y lavado, se realizó el ensayo de penetración estándar (SPT) en suelos granulares y en suelos cohesivos de consistencia blanda muy firme recuperando muestras alteradas con el tubo partido; el muestreo se realizó cada 1.0 a 1.5 m ó cada vez que se registró un cambio en la estratificación. En los suelos cohesivos de consistencia blanda se tomaron muestras inalteradas con tubos de pared delgada (tipo shelby). En los apiques se tomaron muestras en bloque de areniscas y arcillolitas."*

**NO CUMPLE**

El consultor deberá aclarar y complementar la información sobre los estudios básicos (geología) cumpliendo con lo señalado en los numerales 3.2.1 de la Resolución 227 de 2006, complementar la información sobre las exploraciones geotécnicas en el área de estudio, cumpliendo con lo señalado en el numeral 3.3.3 de la Resolución 227 de 2006, en particular con: (...)*La investigación geotécnica implicará un programa razonable de exploración directa mediante apiques, trincheras, perforaciones, etc., e indirecta, mediante sondeos geofísicos, geoeléctricos, etc., seleccionados por el responsable del estudio y adecuadamente distribuidos sobre el área de manera que permita garantizar la obtención de la información geotécnica requerida para completar el modelo o modelos geológico-geotécnicos de las diferentes zonas consideradas dentro del área de interés.*

*(...) Para la exploración geotécnica se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:*

*i. Deberá contarse como mínimo con un sondeo por cada 1500 m2 de área de terreno, su ubicación deberá justificarse en términos del adecuado cubrimiento de las áreas de interés, incluyendo el área de*



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

*influencia definida en la FASE I del Estudio. La exploración deberá soportar adecuadamente el modelo geológico-geotécnico de cada sector o zona de interés.*

*ii. Cuando los mecanismos de falla consecuentes con el modelo geológico-geotécnico propuesto permitan inferir la ubicación más probable de las superficies o zonas de falla, más de 2/3 de las exploraciones realizadas deberán llevarse como mínimo tres metros por debajo de dichos rasgos.*

*De no ser viable una aproximación como la anterior, la profundidad de al menos 2/3 de las perforaciones deberá involucrar todos los materiales de interés para el estudio, de acuerdo con el modelo geológico-geotécnico propuesto, según el numeral 3.3.2.*

*iii. La utilización de métodos indirectos, tales como los geofísicos, para establecer espacialmente la disposición de los materiales involucrados es aceptada, en cuyo caso el número de perforaciones del literal (i) podrá ser reducido y justificado claramente por el ejecutor del estudio, quien en cualquier caso sin embargo, deberá mostrar para el sitio al menos dos sondeos de calibración que le permitan extender con propiedad los resultados de las interpretaciones de los sondeos geofísicos (...)."*

Lo anterior, con el fin de garantizar información suficiente de toda el área de interés y del subsuelo. Un número adecuado de perforaciones permitirá verificar el estado de todos los materiales que se ubican en la zona de influencia del proyecto y garantizar, que los parámetros que se determinen sean los adecuados para realizar los análisis de estabilidad que se requieran, y adelantar una adecuada formulación del modelo geológico-geotécnico.

Se debe corregir la orientación de la sección 7, con el fin de garantizar un adecuado análisis geotécnico de este sector. Considerar un quiebre en la sección implica que el método de análisis pierde validez en el cambio de dirección, ya que las condiciones de esfuerzo cambian y por ende la superficie de falla no es completamente circular; de ser necesario se deberán plantear dos secciones de análisis, una en cada alineamiento.

El plano 1 muestra exploraciones realizadas por fuera del perímetro del área de estudio. Por tal motivo, el consultor debe precisar si está considerando un área de estudio de mayor extensión a la versión previamente presentada al FOPAE (versión 1); en cualquier caso, se deberán ajustar los planos y plantear con claridad en el documento, la extensión del área de estudio.

Igualmente, en el plano existen zonas de más de una hectárea sin ningún tipo de exploración del subsuelo, sin tener en cuenta que la Resolución 227 de 2006, solicita un adecuado cubrimiento del área de estudio; por tanto, es necesario realizar exploraciones del subsuelo para dar cubrimiento a estas áreas.

## 6.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

Para sustentar el desarrollo del análisis cinemático, en el anexo C – cálculos - del estudio versión 2, el consultor presenta lo parámetros de entrada, la red estereográfica con los planos analizados y el diagrama de polos respectivo, con los resultados obtenidos, en el estudio de amenaza por caída de bloques, concluyendo



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

que no hay posibilidad cinemática de movimiento, análisis que es comentado en el numeral 6.6.

El estudio precisa el método de estudio y las justificaciones para seleccionar el área y las secciones de análisis. Determina los rangos de amenaza, en los escenarios de situación actual, con proyecto y con medidas de mitigación, en las diferentes condiciones (normal, agua. sismo, agua-sismo), y los clasifica de acuerdo al numeral 3.4 de la Resolución 227 de 2006 (ver tabla 6.2 y plano 10).

NO CUMPLE

Para que el consultor valide los análisis, es necesario aclarar y complementar la información sobre los estudios básicos (geología) cumpliendo con lo señalado en los numerales 3.2.1 de la Resolución 227 de 2006 y complementar la información sobre las exploraciones geotécnicas en el área de estudio, cumpliendo con lo señalado en el numeral 3.3.3 de la Resolución 227 de 2006, con el fin de garantizar información suficiente de toda el área de interés, para adelantar una adecuada formulación del modelo geológico-geotécnico; identificando los procesos de inestabilidad y sus mecanismos de falla, y considerando las condiciones, los escenarios de evaluación y los factores de seguridad, definidos en el numeral 3.4 de la Resolución 227 de 2006.

Considerando la extensión del área del estudio, se requiere que el consultor justifique porque no se contemplaron más secciones locales para el análisis de estabilidad.

Dado que en la documentación sobre eventos existentes adyacentes, se reportan procesos de remoción en masa de diversas características como la reptación, se requiere que el consultor analice la estabilidad de dichos procesos y descarte la existencia de los mismos en el área de estudio, lo cual deberá ser soportado tanto por la exploración geotécnica como por los métodos de análisis de estabilidad pertinentes para cada tipo de falla.

## 6.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

Para sustentar el desarrollo del análisis cinemático, en el anexo C – cálculos - del estudio versión 2, el consultor presenta el análisis cinemático para el estudio de amenaza por caída de bloques en el anexo C – cálculos, concluyendo que no hay posibilidad cinemática de movimiento, análisis que es comentado en el numeral 6.6.

El consultor manifiesta que los escenarios planteados por el FOPAE para evaluar la vulnerabilidad no son viables por las siguientes razones: para cortes temporales sin obras de mitigación, porque no hay estructuras e infraestructura existentes, por tanto, no hay elementos expuestos para evaluar vulnerabilidad; para cortes temporales mas proyecto y proyecto mas obras de mitigación, de acuerdo con los expuesto en el informe, la principal amenaza para las estructuras proyectadas es la existencia de dos flujos de tierra lentos; sin embargo, las edificaciones fueron ubicadas por fuera de dicho flujo y por ende la vulnerabilidad es la misma con y sin obras de mitigación.

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

Para que el consultor valide los análisis, es necesario aclarar y complementar la información sobre los estudios básicos (geología) y sobre las exploraciones geotécnicas en el área de estudio, cumpliendo con lo señalado en los numerales 3.2.1 y 3.3.3 de la Resolución 227 de 2006, con el fin de garantizar información suficiente de toda el área de interés, para adelantar una adecuada formulación del modelo geológico-geotécnico, que permita realizar una acertada evaluación de las amenazas y de la vulnerabilidad.

### 6.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Para sustentar el desarrollo del análisis cinemático, en el anexo C – cálculos - del estudio versión 2, el consultor presenta el análisis cinemático para el estudio de amenaza por caída de bloques en el anexo C – cálculos, concluyendo que no hay posibilidad cinemática de movimiento, análisis que es comentado en el numeral 6.6.

En el nuevo estudio, el consultor adjunta el plano 12, el cual incorpora las diferentes áreas de calificación del riesgo, que se presentan en las tablas 7.8 y 7.9.

El consultor manifiesta que el escenario planteado por el FOPAE para evaluar el riesgo no es viable en el caso de cortes temporales sin obras de mitigación, porque no hay estructuras e infraestructura existentes, por tanto, no hay elementos expuestos para evaluar el riesgo. Para cortes temporales mas proyecto y proyecto mas obras de mitigación, en el numeral 7.2.2, página 40 del nuevo informe, se manifiesta que: *(...) de acuerdo con la zonificación de riesgo, se concluye:*

*La vía local está expuesta a un riesgo alto y deberán implementarse medidas de mitigación adecuadas que reduzcan la amenaza generada por el flujo de tierras existente. Igual sucede con el parqueadero del costado norte, cuya evaluación de riesgo resultó media.*

*La evaluación de amenaza con obras de mitigación muestra que esta se reduce a un nivel bajo, con lo cual el riesgo evaluado para todo el proyecto también es bajo*

***NO CUMPLE***

Para que el consultor valide los análisis, es necesario aclarar y complementar la información sobre los estudios básicos (geología) y sobre las exploraciones geotécnicas en el área de estudio, cumpliendo con lo señalado en los numerales 3.2.1 y 3.3.3 de la Resolución 227 de 2006, con el fin de garantizar información suficiente de toda el área de interés, para adelantar una adecuada formulación del modelo geológico-geotécnico, que permita realizar una acertada evaluación de las amenazas, de la vulnerabilidad y del riesgo.

### 6.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En los numerales 8.2.1, 8.2.2 y 8.2.3, 3.2.3 se presentan las medidas de mitigación propuestas, que hacen parte del informe 2. Adicionalmente, el Consultor propone la realización de trinchera drenantes par a En el Capítulo 8.2 "Plan de medidas de mitigación" y numerales 8.21, 8.22 y 8.23 el consultor realiza una descripción detallada de las dimensiones y especificaciones de las medidas de mitigación, así:



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

Realizar trincheras drenantes longitudinales y transversales, mediante excavaciones de unos 6 a 7 m de profundidad, 1 a 1.2 m de ancho en la base y taludes 1H:3V, rellenas parcialmente con material granular grueso (durable y resistente) envuelto en geotextil, con una pendiente longitudinal de entre 2% y 5%. Asimismo, se dan recomendaciones para el uso de materiales y su proceso constructivo. Precisando que durante la ejecución de las obras de adecuación del terreno se deberá contar con asesoría geotécnica para verificar las condiciones del subsuelo y definir la mejor localización, dimensiones y secuencia constructiva de las trincheras.

Se propone reconformar el talud con pendiente menor al 25% de la zona de cesión (parte alta) para la construcción de un parque. Para los taludes de corte producto de la implantación de las manzanas, se recomienda la conformación de bermas intermedias de 2.5 m de ancho con bombeo hacia el interior. En cada berma se construirá una cuneta para la recolección del drenaje superficial.

Finalmente, se propone la empradización de las zonas de ladera con poca o nula vegetación.

Los planos 13 y 14 presentan la ubicación de las obras de mitigación en la zona de estudio y los respectivos detalles constructivos.

El consultor hace de forma general, recomendaciones para el monitoreo y control de las obras a realizar, mediante la localización de puntos de referencia en zonas estables para monitorear el comportamiento de las obras y de las estructuras posiblemente afectadas; así como la recomendación de contar con asesoría geotécnica durante la construcción de la obra.

**NO CUMPLE**

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, definir el plan de medidas de mitigación para la reducción del riesgo, cumpliendo con lo establecido en el numeral 3.7 de la Resolución 227 de 2006.

## 6.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el nuevo estudio, el consultor precisa en el numeral 6.6.3 que: *"Para las alternativas de mitigación descritas en el capitulo 8, sobre las secciones 1, 3 y 5 presentadas en las descripción geológica y la caracterización geotécnica se evaluó la condición de estabilidad en términos de factores de seguridad.*

*La implementación de las obras propuestas, que son para el control del nivel del agua sub-superficial se refleja en los análisis de abatimiento del nivel freático bajo condiciones futuras y extremas.*

*En el plano 15 se presenta la zonificación de la amenaza luego de implementadas las medidas de mitigación propuestas.*

Igualmente, el consultor en Anexo C – cálculos – incorpora los análisis de estabilidad, mostrando la sección



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

típica con los parámetros empleados, para las diferentes situaciones (situación actual, con proyecto y con obras de mitigación) y condiciones.

**NO CUMPLE**

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, definir el plan de medidas de mitigación para la reducción del riesgo; y evaluar la condición de amenaza con medidas de mitigación, según lo dispuesto en el numeral 3.8 de la Resolución 227 de 2006

**6.8 PROFESIONALES**

CUMPLE DESDE LA REVISIÓN ANTERIOR

**6.9 CONTENIDO DEL INFORME**

El FOPAE considera que la nueva versión del informe presentado incluye todos los capítulos mínimos solicitados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006. Asimismo, el informe se ajusta al orden estipulado en el numeral 5 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006, dividiendo adecuadamente la información por capítulos.

**CUMPLE**

**6.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO**

La nueva versión del estudio incorpora todos los planos con firma digital de los profesionales que fueron responsables de su elaboración, de acuerdo con que lo se estipula en el numeral 4 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006.

También se incluye una carta de responsabilidad firmada por el encargado de la evaluación y cuantificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo, que entiende el FOPAE es el ingeniero Manuel García López.

**NO CUMPLE**

Dado que se requiere presentar una nueva versión del estudio, el consultor deberá atender las observaciones hechas en el presente concepto técnico.



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

## 7. TERCERA REVISIÓN DEL ESTUDIO - CONCEPTO TÉCNICO No. CT – 6593 (FECHA: 02/10/2012)

### 7.1 ESTUDIOS BÁSICOS (NUMERAL 3.2.1 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)

**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 la nueva versión del estudio y su complemento, el Consultor incluye información sobre la estratigrafía, la geología y el levantamiento estructural, y los resultados del análisis cinemático. Adicionalmente en la página 15 del nuevo estudio, el consultor aclara que *"Al localizar las discontinuidades en la red estereográfica y si se excluyen los puntos del levantamiento geológico E7 (que serán removidos en la reconformación del terreno), la dispersión de los puntos de Azimut y Buzamiento es muy pequeña, y fácilmente se puede determinar que las discontinuidades se pueden agrupar en una sola familia para su análisis de estabilidad"*.

Del mismo modo, en el informe complementario se amplía la información con la gráfica de la red estereográfica, identificándose dos (2) familias de discontinuidades; sin embargo, el Consultor manifiesta que: *"se observa en el Plano 4-Geología, Plano 2-Adecuación del terreno y el registro de campo de la Tabla 5.4.:- Listado de discontinuidades – Urbanización Santa Martha se observa que el sector de las discontinuidades correspondientes a E7 serán removidos en la reconformación del terreno. Estos puntos son los que se encuentran en el círculo verde del diagrama de densidad de polos, el sector E7 será removido completamente en la reconformación del terreno; de ahí que sólo se halla considerado una sola familia de discontinuidades en el análisis de estabilidad de taludes en roca ya que la dispersión de los demás puntos en el diagrama de densidades es muy pequeña."*

**CUMPLE**

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

CUMPLE DESDE LA SEGUNDA REVISIÓN

**c. Hidrogeología**

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

**d. Sismología**

CUMPLE DESDE LA SEGUNDA REVISIÓN



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

e. **Uso del Suelo**

CUMPLE DESDE LA SEGUNDA REVISIÓN

## 7.2 MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

CUMPLE DESDE LA SEGUNDA REVISIÓN

b. **Formulación del Modelo**

El estudio versión 3, describe en las tablas 5.1 y 6.1, el resumen de las principales características de los materiales y sus parámetros de resistencia, a partir de las exploraciones iniciales y de los sondeos eléctricos verticales – SEV – y trincheras complementarias realizadas, que cumplen con establecido en el numeral 3.3.3 de la Resolución 227 de 2006, así como por los resultados de los ensayos de laboratorio realizados. Las doce (12) secciones de análisis presentadas en los planos 6, 7 y 8 presentan el espesor de los materiales, y se encuentran acordes con la ubicación y resultados de los sondeos mecánicos, sondeos eléctricos, trincheras y apiques realizados.

El numeral 5.3 página 19 y 20 presenta las condiciones normales y extremas de nivel freático utilizadas por el consultor para los análisis de estabilidad. El numeral 5.7 incluye la caracterización de los procesos de inestabilidad y en el numeral 5.9 la caracterización geotécnica de los materiales; del mismo modo, se realiza la descripción sobre los posibles mecanismos de falla del terreno.

El Consultor realiza la aclaración en el informe complementario, sobre la utilización de una sola familia de discontinuidades para el análisis de estabilidad de taludes en roca. Los resultados del análisis cinemático, concluyen que no hay posibilidad cinemática de movimiento por caída de bloques.

**CUMPLE**

Teniendo en cuenta que el FOPAE no realiza la validación de los análisis realizados por los consultores y se limita a la verificación de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, se reitera que las posibles consecuencias y afectaciones que se presenten por efecto del desarrollo propuesto son responsabilidad exclusiva del consultor tal como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad presentada a esta Entidad.

c. **Exploración Geotécnica**

El consultor en la versión 3 del estudio, numeral 5.8.1.3 Complemento Estudio (2012) - presenta información sobre exploraciones adicionales a las incorporadas en los informes 1 y 2; se realizan tres (3) sondeos eléctricos verticales, y trece (13) trincheras en el talud oriental, en la ladera del costado norte y



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

en el talud sur oriental del predio, lo que sumado a las actividades descritas en los informes previos, cubren adecuadamente el área de estudio. De esta manera, se da cumplimiento al numeral 3.3.3 de la Resolución 227 de 2006. La caracterización y parámetros de los materiales producto de las exploraciones y ensayos realizados en el área de estudio se relacionan en las figuras 5.8 a 5.79 y se resumen en las tablas 5.1., 5.2, 5.3 y 6.1, y en el anexo B.

Se realizan las correcciones en la orientación de la sección 7, lo que permite analizar adecuadamente la superficie de falla y las condiciones de esfuerzos. Del mismo modo, se incorpora una nueva sección de análisis en este sector (7A).

**CUMPLE**

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.

## 7.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

El consultor, a partir de los parámetros de resistencia obtenidos (tabla 6.1), realiza los análisis de estabilidad para las 12 secciones definidas; teniendo en cuenta los rangos establecidos por la Resolución 227 de 2006. Considera para su análisis de equilibrio límite, solicitaciones de sobrecarga de 1 t/m2 por cada nivel de las construcciones que se realizarán y una aceleración horizontal de 0.24g para las condiciones con sismo. Se presentan los resultados de los análisis en los diferentes escenarios y condiciones. Asimismo, las secciones son analizadas mayoritariamente para mecanismos de falla traslacional y rotacional, identificando las condiciones más críticas de estabilidad y evaluando las medidas de mitigación propuestas, los cálculos se encuentran en el anexo C del informe y en los documentos complementarios adjuntos al informe.

Una vez realizados los análisis de estabilidad, el Consultor evaluó la amenaza para las diferentes condiciones y escenarios, obteniendo factores de seguridad que se relacionan en la tabla 6.2 y se presentan gráficamente en el Plano 9 para la amenaza en escenario actual, en el Plano 10 para la amenaza en escenario con proyecto y en el Plano 15 para la amenaza en escenario con proyecto y con obras de mitigación. Como resultado, los sectores más críticos por su condición de amenaza, correspondieron a las secciones de análisis 1, 5 y 11.

En la versión 3 del estudio y su complemento, el consultor amplía la información con la gráfica de la red estereográfica para el análisis por caída de bloques en la zona rocosa, identificando dos (2) familias de discontinuidades; sin embargo, el Consultor manifiesta que: *"se observa en el Plano 4-Geología, Plano 2-Adecuación del terreno y el registro de campo de la Tabla 5.4.:- Listado de discontinuidades – Urbanización Santa Martha se observa que el sector de las discontinuidades correspondientes a E7 serán removidos en la reconformación del terreno. Estos puntos son los que se encuentran en el círculo verde del diagrama de densidad de polos, el sector E7 será removido completamente en la reconformación del terreno; de ahí que sólo se halla considerado una sola familia de discontinuidades en el análisis de estabilidad de taludes en roca ya que la dispersión de los demás puntos en el diagrama de densidades es muy pequeña."*



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

Del mismo modo, en la información complementaria al informe 3 (mensaje vía correo electrónico) el Consultor aclara que para el análisis de estabilidad en la sección 11 *"Los parámetros utilizados no fueron los valores pico, se emplearon unos valores promedio de un conjunto de resultados pico y residuales obtenidos de los ensayos de campo y laboratorio realizados en las diferentes etapas de los estudios y agrupados de acuerdo con el modelo geotécnico; en la tabla 6.1 se muestran los valores máximos (pico) y mínimos (residual) y los promedios adoptados.*

*En el caso de la sección 11, donde el proyecto contempla reconformar el terreno, de manera que se retira totalmente el depósito del extremo superior de la sección, quedando expuesta la roca: arcillolita con intercalaciones de arenisca, dado que no tiene posibilidad cinemática de deslizamiento siguiendo las discontinuidades se realizó un análisis considerando superficie rotacional, para cumplir con el requerimiento de mostrar el análisis de estabilidad de ésta sección con las obras de mitigación."*

Para la vía V-7 ubicada en el costado norte del área de estudio, el Consultor manifiesta que: *"(...) por las condiciones topográficas de la ladera en que se localiza no es viable su construcción. Por esta razón no fue incluida en el Informe Final del presente estudio."*

**CUMPLE**

El FOPAE aclara que las consecuencias que se deriven de la omisión en la identificación de secciones para el análisis de estabilidad, son responsabilidad del ejecutor del estudio de amenaza y riesgo. Asimismo, el FOPAE reitera que no realiza la validación de los análisis ejecutados por los consultores y se limita a la verificación de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, por lo que las posibles consecuencias y afectaciones que se presenten por efecto del desarrollo propuesto son responsabilidad exclusiva del consultor tal como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad presentada a esta Entidad.

## 7.4 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

En los numerales 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5, 7.1.6 y 7.1.7 del nuevo estudio, se desarrolla el procedimiento para la evaluación de la vulnerabilidad; los resultados obtenidos se presentan en la tabla 7.8 (evaluación de la vulnerabilidad y riesgo) y es representada en el Plano 11.

Adicional a la información relacionada en los informes 1 y 2; el análisis de vulnerabilidad física concluye que:

- La vía local que se ubica sobre los antiguos flujos de tierras presenta vulnerabilidad media ante desplazamientos horizontales del terreno, mientras que las demás estructuras presentan vulnerabilidad baja.
- La ubicación de las manzanas de acuerdo con las amenazas identificadas es la adecuada.
- Se requiere implementar obras de mitigación para mejorar la estabilidad de los flujos de tierra, las cuales consisten en proporcionar un adecuado sistema de drenaje.

**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

## 7.5 EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el estudio versión 3, para la definición del riesgo se tuvo en cuenta la categorización de la amenaza (capitulo 6 y Planos 9 y 10) y la vulnerabilidad física (capitulo 7 y Plano 11). Mediante las tablas 7.8 y 7.9 se presentan los resultados de la calificación del riesgo y, es representada en el Plano 12.

Igualmente, se mantienen las conclusiones presentadas en el informe 1 y 2 para la evaluación del riesgo.

***CUMPLE***

El FOPAE reitera que no realiza la validación de los análisis ejecutados por los consultores y se limita a la verificación de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, por lo que las posibles consecuencias y afectaciones que se presenten por efecto del desarrollo propuesto son responsabilidad exclusiva del consultor tal como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad presentada a esta Entidad.

## 7.6 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

Adicional a las medidas propuestas por el Consultor en el informe 1 y 2, en el nuevo estudio el Consultor propone la realización de trincheras drenantes en la zona sur del predio (secciones 7 y 7A); igualmente, se incorporan barreras vivas (barrera arbórea) en la zona noroccidental (secciones 3 y 4) del área de estudio, con el fin de prevenir el impacto de bloques contra los edificios por el vertido de materiales en la parte alta de la ladera.

La ubicación y dimensionamiento de las obras propuestas se presentan en los Planos 13 y 14.

**CUMPLE**

## 7.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Adicional a la información contenida en el informe 2; en el presente estudio el Consultor manifiesta que para las secciones que presentaron amenaza alta y media en la condición con proyecto, al calcular la estabilidad de la ladera el factor de seguridad con medidas de mitigación corresponde al mismo en condición con proyecto para la condición normal y extrema. Los resultados de las simulaciones son presentados en la tabla 6.2, anexo C y documentos complementarios.

En el plano 15 se presenta la zonificación de la amenaza luego de implementadas las medidas de mitigación propuestas.

**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

### 7.8 PROFESIONALES

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

### 7.9 CONTENIDO DEL INFORME

El FOPAE considera que la nueva versión del informe presentado incluye todos los capítulos mínimos solicitados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006. Asimismo, el informe se ajusta al orden estipulado en el numeral 5 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006, dividiendo adecuadamente la información por capítulos.

**CUMPLE**

### 7.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

La nueva versión del estudio incorpora todos los planos con firma digital de los profesionales que fueron responsables de su elaboración, de acuerdo con que estipulado en el numeral 4 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006.

También se incluye una carta de responsabilidad firmada por el encargado de la evaluación y cuantificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo, que entiende el FOPAE es el Ingeniero Manuel García López.

**CUMPLE**

## 8. 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." versión 3 y documentos complementarios, de fecha 20 de septiembre de 2012, ubicado en la calle 81A Sur No. 6 - 40 Este, de la Localidad de Usme, presentado por la Firma Ingeniería y Geotecnia Ltda., **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.

## 9. RECOMENDACIONES

En los eventos en que las condiciones físicas de los terrenos o del proyecto urbanístico o arquitectónico cambien con relación a las condiciones presentadas en el estudio de riesgos, el estudio revisado deberá



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

ajustarse de acuerdo con las nuevas condiciones, garantizando que se cumplen los niveles de amenaza baja exigidos en la Resolución 227 de 2006.

Con el fin de asegurar el cumplimiento de las licencias urbanísticas y de las normas contenidas en el Plan de Ordenamiento Territorial se recomienda a la Alcaldía Local de Usme, dentro de su competencia como encargada del control urbano, ejercer la vigilancia y control durante la ejecución de las obras, incluidas las medidas de mitigación.

Se recomienda a la Subsecretaría Distrital de Inspección, Vigilancia y Control de Vivienda de la Secretaría Distrital del Hábitat, dentro de su competencia y previo a la expedición del permiso de enajenación de inmuebles, verificar la existencia de las medidas de mitigación y prevención propuestas en la versión final del estudio.

Conforme con lo establecido en el Artículo Tercero de la Resolución 227 de 2006 el informe de la FASE II del estudio de riesgos por fenómenos de remoción en masa y planos anexos deben presentarse en original a la Entidad encargada del trámite de la licencia y una copia del documento y planos anexos deber ser radicados en la Subsecretaría Distrital de Inspección, Vigilancia y Control de Vivienda de la Secretaría Distrital de Hábitat.

## 10. ADVERTENCIA

En el entendido que no se ha expedido permiso alguno para la ejecución del proyecto referenciado en el estudio verificado mediante el presente concepto, se aclara que este pronunciamiento se emite, sin perjuicio de lo dispuesto en los artículos 31 y 73 del decreto nacional 1469 de 2010, en relación con que los curadores urbanos son la autoridad encargada de estudiar, tramitar y expedir las licencias y que son particulares que ejercen funciones públicas, que deben verificar el cumplimiento del proyecto con las normas urbanísticas y de edificación vigentes. En consecuencia, el concepto técnico CT-6593 se limita al cumplimiento de lo establecido en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004 (Compilación del Plan de Ordenamiento Territorial – POT); los demás condicionamientos se deberán verificar por parte del Curador Urbano ante el cual se esté realizando el trámite de la licencia urbanística respectiva.

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.

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



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

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: |
|---|---|
| **ROBERTO DELGADO CELIS**<br>Ingeniero Civil – Profesional especializado<br>M.P. 25202-71956 CND | **NUBIA LUCÍA RAMÍREZ CRIOLLO**<br>Profesional especializado<br>Investigación y Desarrollo - Conceptos |
| Avaló: **DUVAN HERNÁN LOPEZ MENESES**<br>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