1. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	**CT-6429**
1.2 ÁREA:	Técnica y de Gestión
1.3 COORDINACIÓN:	Investigación y Desarrollo
1.4 REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2012ER3258
1.5 RESPUESTA OFICIAL No.	RO-56039

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	ALFONSO URIBE SARDIÑA
2.2 PROYECTO:	Ladrillera Conjunto Residencial
2.3 LOCALIDAD:	4. San Cristóbal
2.4 UPZ:	32. San Blas
2.5 BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	San Cristóbal Viejo
2.6 DIRECCIÓN:	Calle 13 Sur No. 10 - 41 Este y Calle 13 Sur No. 10 - 75 Este (*)
2.7 CHIP:	AAA0000XHWF y AAA0000XJKL (*)
2.8 ÁREA (Ha):	4.17(**)
2.9 FECHA DE EMISIÓN:	6 de julio de 2012
2.10 EJECUTOR DEL ESTUDIO:	Alfonso Uribe y Cia. S.A.

(*)Área obtenida de la información predial de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital - UAECD
(**) Información suministrada por la Curaduría Urbana No. 4.

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

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

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 Procesos de Remoción en Masa FASE II del Proyecto "*Ladrillera Conjunto Residencial*", ubicado en la Calle 13 Sur No. 10 - 75 Este de la Localidad de San Cristóbal, 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 y ALTA, de acuerdo con el plano normativo de amenaza por remoción en masa del Plan de Ordenamiento Territorial P.O.T.

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

La primera revisión técnica del estudio se realizó, atendiendo la solicitud con radicado FOPAE 2011ER1316, ante la cual el FOPAE emitió el 28 de Marzo de 2011 el Concepto Técnico CT-6094 de 2011, el cual concluyó que el mismo no cumplía con la totalidad de los términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por remoción en masa.

La segunda revisión técnica del estudio se realizó, atendiendo la solicitud con radicado FOPAE 2011ER18859, ante la cual el FOPAE emitió el 17 de Enero de 2012 el Concepto Técnico CT-6389 de 2012, el cual concluyó que el mismo no cumplía con la totalidad de los términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por remoción en masa.

Esta revisión del estudio y verificación técnica se hace en atención a la radicación FOPAE 2012ER3258, en la cual el Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña remite una versión del informe del estudio, por estar ubicado el proyecto en una zona de amenaza media y alta por remoción en masa según el Plano normativo "Amenaza por Remoción en Masa" del POT.

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

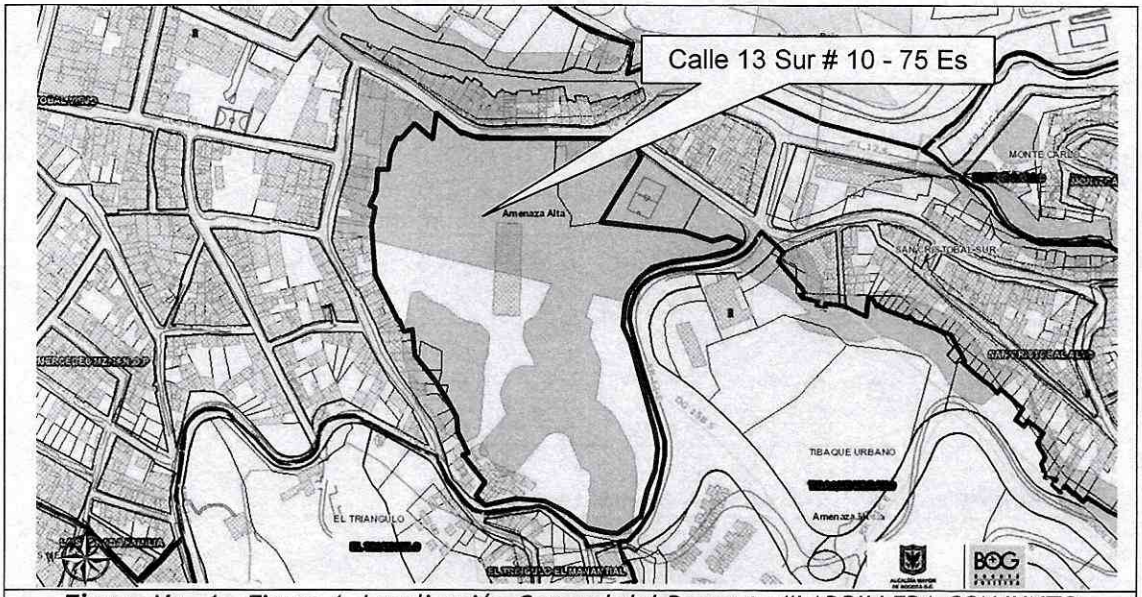


Figura No. 1. *Figura 1. Localización General del Proyecto "LADRILLERA CONJUNTO RESIDENCIAL", en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa del POT (Decreto 190 de 2004).*

4. GENERALIDADES DEL PROYECTO

En la Figura 1 se presenta la localización general del predio donde se sitúa el proyecto *"Ladrillera Conjunto Residencial"*, ubicado en la Calle 13 Sur # 10 - 75 Este de localidad de San Cristobal, en el mapa de amenaza por remoción en masa del POT.

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

Norte*:	96.830	a	97.100
Este*:	100.070	a	100.330

* Cotas de acuerdo con el Plano 1. - Localización Planta General del estudio verificado.

La localización del proyecto se presenta en el Plano 1 - Localización del proyecto. Descripción del Proyecto, del estudio verificado, el proyecto contempla la construcción de once (11) edificios a nivel de doce (12) y catorce (14) pisos, que transmitirán las cargas a la cimentación a través de muros. Dicha cimentación consiste en caissons o

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

pilares excavados a mano, como mínimo de 8 metros de longitud apoyados sobre roca. En la zona del proyecto no se realizarán cortes de más de 2 m. de altura ni se levantará el nivel de primer piso en alturas superiores a 1m.

Según la descripción realizada en el estudio objeto del presente concepto técnico, dentro del área de influencia del proyecto, se encuentran edificaciones o casas de uno y dos pisos de altura, construidas mediante muros en mampostería convencional en su gran mayoría y cuya cimentación presenta regulares a muy malas características.

Las vías que se encuentra en el área de influencia del proyecto son:

LINDERO	VECINO
Norte	La carrera 13 sur y la carrera 11 este.
Sur	La calle 14 sur
Occidente	La transversal 9 E

5. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- Concepto Técnico No. CT-6094 (Fecha Marzo/2011)

La primera revisión del "Estudio de Amenaza y Riesgo por Procesos de Remoción en Masa Proyecto Ladrillera Conjunto Residencial", de Febrero de 2011 elaborado por la firma Alfonso Uribe S. y Cia. S.A. Estudios de suelos, fue realizada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE y se emitió el Concepto Técnico No. CT-6094.

El Concepto Técnico No. CT-6094, 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 (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 el apartado 4.1. Geología, se dice que en la zona de estudio afloran rocas sedimentarias de la Formación Bogotá, cubiertas por depósitos no consolidados de origen aluvial, fluvial y coluvial.

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 la Litoestratrigrafía, se resume la estratigrafía regional del sector donde se construirá el proyecto y se resalta que el sitio de estudio se localiza sobre las unidades Rellenos Antrópicos (Qra), Depósitos Coluviales (Qc), Depósitos Aluviales (Qal) y sobre la Formación Bogotá (Tpb), de los cuales se menciona que están constituidas por escombros y material fino de origen pétreo, bloques y fragmentos angulares de arenisca embebidos en matriz limo arenosa, bloques y cantos subredondeados de arenitas embebidos en matriz limo arenosa y materiales de tipo arcilloso respectivamente.

En el aparte de Geología Estructural del numeral 4.1 del estudio, se menciona que *[...] en el área de estudio la única falla de relevancia y de mayor cercanía a la zona corresponde a la falla de San Cristóbal [...] [...] La falla de San Cristóbal no presenta evidencias recientes de actividad que permitan catalogarla como activa [...].*

De igual forma en el apartado de Geología Detallada el Consultor dice *[...] en el área se presentan rocas sedimentarias del Terciario (Forrmación Bogotá) cubiertas por depósitos recientes de tipo antrópico, coluvial y fluvial [...]* y en el apartado de Estratigrafía dice *[...] predominan en superficie depósitos antrópicos o rellenos (Qra), compuestos por escombros, suelos blandos de arcilla y limo mezclados con restos de roca , cubriendo niveles de suelos residuales (Tpb. Sr) y rocas de la Formación Bogotá [...].*

En la Figura 4.2. del informe, se presenta la columna estratigráfica generalizada de la zona de estudio, en la que se incluyen : Rellenos Antrópicos (Qra), Depósitos Coluviales y aluviales (Qc - Qal), Suelos Residuales de la Formación Bogotá (Tpb-Sr) y la Formación Bgotá (Tpb); presentando una descripción general de cada una de ellas y los rangos de espesor de cada material.

Finalmente, en el estudio se incluye el Plano 2 Mapa Geológico, el cual es presentado con curvas de nivel cada 0.5 m., a escala 1:750 y es firmado por el Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y por el Ingeniero Alfonso Uribe.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- En la página 28 se menciona que en el área de estudio afloran rocas sedimentarias, sin embargo en el Plano 2 no se aprecian dichos afloramientos; al respecto el FOPAE entiende que el consultor hace referencia de dichos afloramientos en el marco de la descripción geológica regional; no obstante, llama la atención que en el plano 2 las quebradas que discurren en inmediaciones del predio llevan su cauce sobre rellenos antrópicos. Frente a lo anterior, se recomienda revisar si el lecho de dichas corrientes es roca o corta un depósito de suelo natural.

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 la página 29 del estudio se menciona que se presentan espesores máximos de 5 metros para los Rellenos Antrópicos (Qra), sin embargo en los Planos de cortes geológicos 4 y 4.1, se aprecian en algunas zonas espesores mayores. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del informe y en los planos anexos, dado que sobre estos materiales se realizarán cortes.
- En los Planos geológicos presentados se aprecian buzamientos del material denominado Formación Bogotá, sin embargo en el cuerpo del informe no se especifica en donde fueron tomados los datos estructurales que definieron dichos buzamientos. De igual manera no se presenta consignado de qué forma o con qué criterio fueron definidos los buzamientos aparentes consignados en dichos Planos. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del informe.

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

El numeral 4.2. Geomorfología, describe las unidades geomorfológicas de la zona del estudio: Unidad de Ladera Coluvial (Ulc) - Unidad de Ladera Antrópica (Ula) y Unidad de Planicie Antrópica (Upa).

En el estudio se menciona en el numeral 5.1 [...] "*las fotografías aéreas permitieron identificar las modificaciones antrópicas sucedidas, usando un registro temporal de los últimos 70 años, estableciendo de esta manera la ubicación y distribución de los rellenos antrópicos, los cortes y explanaciones a lo largo de las laderas*".

En la página 42 se menciona *[...] "en el área el factor principal de metereorización es de tipo hídrico produciendo el lavado de minerales y la concentración de otros llevando a un cambio gradual de los materiales originales en suelos de fracción fina[...].* Adicionalmente se menciona [...]"*En la actualidad este tipo de proceso no es el factor determinante de la zona y las condiciones han permitido el desarrollo sostenido de cobertura protectora*"

En la página 43 se menciona [...] "*en la zona de estudio no se observaron procesos erosivos concentrados, debido como se anotó al comienzo de este numeral a la actividad de la labores de explotación y procesamiento de materiales para construcción, y gracias a que el predio es disectado por la quebrada el Triángulo, aumentando las características de humedad de los suelos permitiendo el rápido desarrollo de vegetación*".

Con respecto a los movimientos en masa, en la página 44 se menciona [...] "*De acuerdo a los antecedentes estudiados de la zona, varios sectores puntuales han sido afectados por deslizamientos. Particularmente en el predio y su periferia se han detectado antiguos deslizamientos relacionados con la presencia de coluviones y depósitos recientes en zonas de ladera*".

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 la página 44 el consultor menciona [...] *"El estudio detallado del Barrio san Cristóbal determina la necesidad de efectuar un programa de obras de drenaje y contención que implica a su vez la intervención de los predios objeto del presente estudio. En este sentido es importante revalidar las conclusiones en relación a la necesidad de dichas obras no solamente para las viviendas afectadas sino también para la estabilidad geotécnica del entorno y del lote mismo de acuerdo al uso y destino proyectado en la zona inmediatamente aledaña".*

Finalmente, en el estudio se incluye el Plano 3 Mapa Geomorfológico, el cual es presentado con curvas de nivel cada 0.5 m., a escala 1:750 y es firmado por el Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y por el Ingeniero Alfonso Uribe.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Dado que en la Figura 3.2. se aprecia en el área del proyecto la presencia de la quebrada El Triángulo y de la quebrada La Pichosa, para el FOPAE no es claro si en el área de estudio se exhibe alguna geoforma relacionada con la dinámica de los cursos de agua.
- Para el FOPAE no es claro a que se refiere el Consultor en la página 41 cuando menciona que la unidad de Planicie Antrópica está conformada por depósitos aluviales. Se recomienda aclarar este aspecto dentro del cuerpo del informe.
- En la página 36 del informe se presenta la Fotografía 1 se recomienda aclarar si ésta corresponde a la corona de un antiguo patio de explotación minera o a un corte generado para la adecuación del parque. En el caso de ser un antiguo proceso de remoción en masa o un patio antiguo de explotación y de estar en la zona de influencia del proyecto se recomienda aclarar dentro del cuerpo del informe dicha conclusión y si es del caso cartografiar el proceso de inestabilidad de manera precisa de acuerdo con lo establecido en el numeral 3.2.1.2 del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006.
- De acuerdo con el Estudio de Riesgo por Remoción en Masa y Diseños Detallados de las Obras de Control, Protección y Estabilización en el Barrio San Cristóbal Sur, Localidad de San Cristóbal, realizado por la firma Hidrogeología y Geotecnia Ambiental en el año 2000, en área de estudio se presentan erosión en surcos. Por lo anterior, se recomienda tener en cuenta este proceso dentro del área de influencia del proyecto y de ser así cartografiar el proceso de inestabilidad de manera precisa de acuerdo con lo establecido en el numeral 3.21.2 del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006.

c. Hidrogeología

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 incluye en el estudio el numeral 4.4 denominado Hidrogeología, en este se menciona que *[...] los niveles de agua hallados en las perforaciones del programa de exploración geotécnica indican la presencia de aguas de infiltración subsuperficial, en la mayoría de los casos en el contacto entre niveles arcillosos impermeables y rellenos antrópicos. Esta condición hidrogeológica permite suponer la presencia de niveles de agua en función directa de los rellenos y determina flujos subsuperficiales a lo largo del contacto entre ambos tipos de materiales. [...].*

En la página 49 se menciona *[...] de acuerdo con las condiciones hidráulicas y topográficas en el proyecto, que pudo ser confirmada con los niveles de agua medidos en las perforaciones ejecutadas, existe un régimen de aguas superficiales que afecta la resistencia de los rellenos y las arcillas más superficiales y es controlado por la baja permeabilidad de los estratos de roca arcillosa de la Formación Bogotá[...].*

En la página 51 el consultor aclara [...] "*las perforaciones fueron efectuadas en épocas de invierno intenso y por lo tanto se pueden considerar de manera conservadora como niveles normales de agua [...].*

En la página 52 se menciona *[...] por todo lo anterior, esta Consultoría decidió efectuar análisis de estabilidad en las condiciones más extremas y conservadoras escogiendo un nivel de agua extrema superficial como el nivel máximo en la condición actual [...].*

En el apartado 5.4. Formulación del Modelo, específicamente en la página 77, se presenta una tabla con los valores de permeabilidad de los materiales encontrados en el área de estudio y en esta misma página, se presenta una tabla resumen de los niveles de agua tomados para los análisis.

NO CUMPLE

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

- No es claro para el FOPAE, por qué se asume el nivel freático a -2.0 m. bajo la superficie en condiciones normales y si este nivel es paralelo a la superficie del terreno en toda el área del proyecto.

d. Drenaje Superficial

En el apartado 4.7. Evaluación del Drenaje Superficial, se menciona [...] "*el cubrimiento vegetal del área es de césped bajo la mayoría del lote, aunque existe una pequeña porción en la zona baja del lote donde existen algunas construcciones abandonadas de la antigua ladrillera, como el horno y chimeneas*" [...].

En la página 56 el consultor establece [...] "*dentro del lote existen dos cauces de Quebradas hacia el costado oriental, correspondientes a las Quebradas El Chuscal (o el*

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

Triángulo) y El Pilar, las cuales se unen dentro del lote y fueron canalizadas desde hace años a partir de este punto". Adicionalmente en el Anexo D el Consultor presenta el Concepto Técnico del Acueducto en el cual se menciona que los predios objeto del proyecto [...] *"se encuentran parcialmente dentro de la Zona de Ronda Hidráulica y Zona de manejo y Preservación Ambiental de las quebradas el Chuscal y el Pilar. En consecuencia sobre el área de los predios en ZMPA recae una restricción de uso de conformidad con el Decreto 190 de 2004 (Plan de Ordenamiento Territorial) en el cual se establece el siguiente régimen de usos para zonas de manejo y preservación ambiental que hace parte fundamental de la estructura ecológica principal.*

Artículo 103. Corredores Ecológicos. Régimen de usos (artículo 94 del Decreto 469 de 2003)

El régimen de usos de los corredores ecológicos, conforme a su categoría es el siguiente:

1. *Corredores Ecológicos de Ronda*
    a. *En la zona de manejo y preservación ambiental: Arborización urbana, protección de avifauna, ciclorutas, alamedas y recepción pasiva*
    b. *En la zona de ronda hidráulica: forestal protector y obras de manejo hidráulico.*
2. *Corredor Ecológico de Borde*

Parágrafo1: El Departamento Técnico Administrativo del Medio ambiente definirá el porcentaje máximo de área dura que se permitirá construir en los corredores ecológicos de que trata el presente artículo

Parágrafo 2 : La Empresa de Acueducto y alcantarillado de Bogotá realizará la planificación, administración y mantenimiento de los corredores ecológicos de ronda, bajo la coordinación de la autoridad ambiental competente"[...]

NO CUMPLE

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

De acuerdo con la Resolución 227 de 2006 *"El estudio deberá incluir una evaluación hidrológica e hidráulica del drenaje superficial, tanto natural como artificial (sistema de alcantarillado sanitario y pluvial) dentro de la zona de influencia del proyecto, de manera de establecer su posible incidencia en los fenómenos de remoción en masa que afectan el área o que se podrían generar". Cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda o no intervención serán marcadas en los planos correspondientes de zonificación, a la luz de la información expresamente solicitada por el interesado a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB SA ESP sobre el*

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

particular y cuya documentación deberá anexarse al estudio. Conforme a lo anterior, y dado que dentro del área del proyecto discurren dos cuerpos de agua (quebradas El Chuscal y El Pinar) se recomienda que el consultor incluya la evaluación hidráulica de tales drenajes y establezca su incidencia en la generación de fenómenos de remoción en masa. La anterior observación adquiere relevancia, máxime cuando el FOPAE entiende que se trata de quebradas de alta pendiente donde existe la posibilidad que durante las crecientes extraordinarias se presenten arrastres de material sólido hacia los cauces. Estos sólidos podrían ocasionar obstrucciones al libre flujo del agua, generando represamientos, inundaciones y posibles avalanchas. Adicionalmente se deben marcar claramente en los planos de zonificación las zonas de Ronda Hidráulica y Zona de manejo y Preservación Ambiental de las quebradas el Chuscal y el Pilar.

Las Quebradas El Chuscal (o El Triángulo) y el Pinar se canalizan o entuban y pasan por debajo del predio objeto de proyecto. Se debe mencionar de manera explícita la afectación que sobre esta tubería tendrían los cortes y las sobrecargas de las estructuras de las edificaciones proyectadas.

e. Sismología

En el numeral 4.8 se menciona que de acuerdo con el Mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, el predio se localiza en la Zona 1. Por lo tanto el valor de aceleración máxima en condiciones extremas a utilizar para los análisis de estabilidad será 0.24g

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.

f. Uso del Suelo

En el numeral 4.9 se incluye el apartado de Uso Actual del Suelo, en el cual se menciona que la cobertura vegetal es predominantemente pastos bajos. El consultor menciona [...] *"El uso actual del suelo en la zona es residencial y tal como se ha mencionado, la ladera original fue modificada por actividades de extracción minera y posterior relleno con materiales sobrantes de explotación"* [...].

Se menciona que *[...] "el uso precedente fue por lo tanto de cantera para la extracción de arcillas y luego de patio para disposición de sobrantes. Estas*

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

explotaciones activaron procesos de erosión dentro del lote y ningún proceso de remoción en masa que se haya podido detectar"[...]

Finalmente, en el estudio se presenta el Plano 20 Mapa de Uso Actual del Suelo y el Plano 21 Mapa Uso Precedente del Suelo, con curvas de nivel cada 0.50 m. a escala 1:750 y es firmado por los profesionales que lo elaboraron.

CUMPLE

5.2 MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

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

En el numeral 4.2 Morfodinámica (procesos) se menciona que "*el factor principal de meteorización de la zona es del tipo hídrico, el cual fue notable durante las fases de desarrollo de explotación de materiales en la zona, sin embargo actualmente se presenta un desarrollo sostenido de cobertura protectora*". En este mismo apartado el Consultor hace referencia a la erosión hídrica concentrada, asegurando que no se presentan dichos procesos en el área de estudio, gracia en parte a la inactividad de los procesos de minería y a que el predio es disectado por la quebrada El Triángulo, aumentando las características de humedad de los suelos permitiendo el rápido desarrollo de la vegetación.

En el numeral 5.1. del estudio, se incluye el aparte denominado Inventario Detallado y Caracterización Geotécnica de los Procesos de Estabilidad, en el cual se realiza el análisis multitemporal de Fotografías aéreas de la zona de estudio de los años 1943, 1955, 1979 y 2004 y se menciona que *[...] la zona del lote como tal no presenta cambios muy notorios, a excepción de una cobertura vegetal en los alrededores de la quebrada El Triángulo [...]*

En el apartado 5.4.1. Procesos de Inestabilidad Potenciales y Mecanismos de Falla, el consultor asegura *[...] Por las características de los depósitos antrópicos ya descritas y el espesor de los suelos sobre la roca, se sugiere un mecanismo de falla mas crítico de tipo traslacional en el contacto suelos-roca. Sin embargo se efectúan también los análisis para un mecanismo de falla rotacional dentro de los materiales.[...].*

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar o aclarar las recomendaciones hechas para los estudios básicos (numeral 5.1 del presente concepto técnico).
El consultor debe describir y clasificar **todos los procesos de inestabilidad identificados en el área de estudio**, clasificarlos en antiguos y recientes, 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

acuerdo con su estado de actividad y establecer su posible incidencia en el área de estudio para dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 3.2.1.5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

b. Formulación del Modelo

En el numeral 5.4, el Consultor presenta el aparte correspondiente a la Formulación del Modelo, en el cual menciona respecto al modelo geológico-geotécnico:

-Se estableció el modelo geológico geotécnico que se muestra en el Plano 2 Mapa Geológico, 4 Cortes Geológicos y 23 Modelo Geológico Geotécnico para los análisis de estabilidad. Se escogieron cinco secciones representativas (A-A´, B-B´,C-C´, D-D', E-E' y F-F'), con los estratos claramente definidos.

-Según el modelo geotécnico escogido existe un estrato superficial correspondiente a rellenos antrópicos, bajo los cuales se encuentran los suelos residuales arcillosos de la Formación Bogotá, depósitos coluviales y aluviales en la zona de quebradas y a continuación la roca arcillolita que conforma las laderas del sector.

-Para establecer los parámetros para los análisis de estabilidad se utilizaron los ensayos de laboratorio obtenidos a partir de muestras extraídas en el sitio en todos los estratos y se compararon con los parámetros obtenidos utilizando los valores de SPT. Finalmente se escogieron los parámetros comparando los dos resultados mencionados y calibrando el modelo con la experiencia en el sector y con las condiciones de estabilidad observadas en campo.

-Para los depósitos antrópicos, se efectuaron tres ensayos de corte directo y se escogieron los parámetros correspondientes a una cohesión de 1.9 T/m2 y un ángulo de fricción interna de 38°.

- Según el Consultor, para el estrato de suelos residuales (Tpb-sr), se escogieron los parámetros que corresponden a una cohesión de 1.0 T/m^2 y un ángulo de fricción interna de 32°.

Por otra parte, en la página 76 se presenta una tabla en donde se consignan los valores de espesor, peso unitario, cohesión y ángulo de fricción para cada uno de los materiales que intervienen en la formulación del modelo geológico geotécnico.

El consultor en la página 76 señala que *[...] Con relación a los niveles de agua en el escenario actual se estableció como la condición más extrema un nivel de agua superficial y un nivel aproximadamente -2.0 m. en condiciones normales, lo anterior teniendo en cuenta los niveles de agua encontrados en las perforaciones y el análisis hidrogeológico efectuado[...].* Posteriormente se presenta una tabla de permeabilidades

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

y adicionalmente se muestra una tabla, en la cual se establecen los niveles de agua para condición normal, extrema y para el proyecto y obras.

CUMPLE PARCIALMENTE

La formulación del modelo debe complementarse con los diferentes aspectos recomendados en la verificación de los términos de referencia de los anteriores capítulos.

c. Exploración Geotécnica

En el numeral 5.3. del estudio se incluye el aparte de Exploración Geotécnica según el cual *[...] para la exploración subsolar y teniendo en cuenta las características geológicas, geotécnicas y geomorfológicas del terreno, se efectuaron 30 perforaciones localizadas convenientemente y cubriendo el área del lote [...].*

También se menciona que *[...] los resultados de todas las perforaciones se complementaron con ensayos de resistencia a la penetración estándar SPT y ensayos de resistencia al corte con veleta de campo y por lo menos las 2/3 partes de las perforaciones involucraron todos los materiales de interés. Sobre las muestras remoldeadas se realizaron ensayos de clasificación y humedad y sobre muestras inalteradas se realizaron ensayos de corte directo sobre la totalidad de los materiales.*

Finalmente, el consultor muestra en la Figura 1 y en el Plano 6 Localización de Perforaciones, los perfiles estratigráficos detallados y su localización dentro del lote evaluado respectivamente. En el anexo A y en el apartado denominado Figuras, se presentan los ensayos de laboratorio y los perfiles de perforación respectivamente.

CUMPLE PARCIALMENTE

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).

5.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

En el Capítulo 6 denominado Análisis de Estabilidad y Evaluación de Amenaza, se presentan 4 escenarios de análisis a saber:

- Condición natural de la ladera o condición actual.
- Condición con cortes y taludes temporales sin obras de mitigación.
- Condición con cortes y taludes temporales con obras de mitigación.

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

- Condición con construcción de edificaciones y obras de mitigación propuestas.

En este capítulo el Consultor también menciona que *[...] los análisis no se efectúan para el escenario de construcción de las edificaciones sin obras de mitigación, ya que tanto en condición actual como al efectuar los cortes, la amenaza es media y alta en algunos sectores del lote y por lo tanto se deben construir las obras de mitigación en primera etapa con el fin de garantizar que la amenaza y el riesgo sean bajos en todas las etapas del proyecto [...].*

En el apartado 6.1. Análisis de Estabilidad en Condiciones Actuales, para cada uno de los escenarios de análisis planteados, se evaluaron mecanismos de falla rotacional y traslacional, aplicando metodologías que involucran análisis de equilibrio límite. En las páginas 80 a 82 se presentan 11 tablas que resumen los valores de factor de seguridad para los cortes A-A´, B-B´, C-C´, D-D', E-E' y F-F', analizados bajo los escenarios previamente descritos. Además, el Consultor afirma que: *"...con los factores de seguridad obtenidos bajo las condiciones más críticas se determina la categoría de la amenaza en condiciones actuales, utilizando los criterios definidos en la resolución 227..."*, adicionalmente menciona:

> *[...] En el Plano 7, aparece la zonificación de amenaza para el proyecto en la condición actual, el cual fue elaborado teniendo en cuenta que los factores de seguridad menores que corresponden a una amenaza alta, se presentan al sur en la zona alta contra las edificaciones vecinas y al oriente en la zona hidráulica de la quebrada y sismo. En la zona baja de la ladera donde se construirá el proyecto la amenaza es baja. Este Plano es elaborado para la condición más extrema de agua y sismo y abarca todas las posibles y más críticas zonas de amenaza a las que puede estar sometido el proyecto en todos los escenarios analizados. Por lo tanto se presenta, tal como lo que requiere la Resolución 227 de 2006, la zonificación de amenaza al menos para la condición más extrema y esta consultoría NO considera necesario elaborar un Plano para cada condición analizada. Se reitera que el Plano elaborado presenta las condiciones de amenaza más extremas [...].*

Se explica cómo es utilizada la distancia de viaje para la zonificación de amenaza y se concluye claramente, que el Plano de zonificación de amenaza incluye las condiciones más extremas generadas por la superficie de falla que genera la distancia de viaje más larga en cada perfil. Luego no se efectúa el cálculo de distancia de viaje para cada condición, ya que como recomienda la resolución 227 de 2006 se efectuó para la condición más crítica posible. Cualquier otro análisis sería menos extremo y crítico que el cartografiado en los Planos presentados.

En las páginas 90 a 99 se presentan las salidas gráficas de las corridas de estabilidad para cada uno de los cortes propuestos y descritos en el modelo geológico - geotécnico. En estos se aprecia la sectorización de amenaza en función de la evaluación por falla

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

traslacional y rotacional y de acuerdo a la evaluación de la distancia de viaje de la masa deslizada.

En el apartado 6.2. Análisis de Estabilidad con Cambio de Uso del Terreno sin Obras de Mitigación, para cada uno de los escenarios de análisis planteados se evaluaron mecanismos de falla rotacional y traslacional aplicando análisis de equilibrio límite para la ladera reconformada con terrazas antes de la construcción de las obras de mitigación. En las páginas 100 y 101 se presentan 6 Tablas que resumen los valores de factor de seguridad para los cortes A-A´, B-B´, C-C´, D-D', E-E' y F-F' analizados bajo los escenarios previamente descritos.

El Consultor menciona *[...] En el Plano 11 aparece la zonificación de amenaza para el proyecto en la condición con cortes temporales sin obras de mitigación, el cual fue elaborado teniendo en cuenta que los factores de seguridad menores que corresponden a una amenaza alta, se presentan al sur en la zona alta contra las edificaciones vecinas y al oriente en la zona hidráulica de la quebrada en condiciones extremas de agua y sismo. En la zona baja de la ladera donde se construirá el proyecto la amenaza es baja [...].*

En el apartado 6.3. Análisis de Estabilidad con Cambio de Uso del Terreno y con Obras de Mitigación, se menciona que *[...] Para efectuar el mismo análisis para la condición con la conformación de las terrazas y las obras de mitigación, se realizaron los análisis de estabilidad para las mismas condiciones, críticas estudiadas [...].* En la página 115 y 116 se presentan 6 tablas que resumen los valores de factor de seguridad para los cortes A-A´, B-B´, C-C´, D-D', E-E' y F-F' bajo las condiciones de sin sismo y sismo extremo 0.24 g.

En el Plano 15 se presenta la zonificación de amenaza para el proyecto en condición de cortes temporales y obras de mitigación teniendo en cuenta las diferentes superficies de falla y en donde se observa que la amenaza es BAJA en toda el área del lote.

En el apartado 6.4 Análisis de estabilidad con el Proyecto y obras de Mitigación, se menciona que *[...] Finalmente se efectuó el mismo análisis para el escenario con la construcción del proyecto y las obras de mitigación, se realizaron los análisis de estabilidad para las mismas condiciones críticas estudiadas y teniendo en cuenta la sobrecarga producida por las edificaciones [...].* En la página 119 y 120 se presentan las tablas que resumen los valores de factor de seguridad para los cortes A-A´, B-B´, C-C´, D-D', E-E' y F-F', teniendo en cuenta condiciones de sin sismo y sismo extremo 0.24 g.

El Consultor concluye [...] "*de acuerdo con los resultados de los análisis de estabilidad, se puede concluir que con la construcción de obras de mitigación referente a la captación y conducción de las aguas, antes de efectuar los cortes 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

las terrazas y la construcción del muro de contención en gaviones en la zona alta, se reduce la amenaza a BAJA a lo largo toda la ladera.

En los planos No. 7, 11 y 15 y 18 se presenta la zonificación de amenaza s para los diferentes escenarios analizados. Dichos Planos se encuentran sobre una base cartográfica en planta a escala 1:750, con curvas de nivel cada 0.50m, con firma del Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña, que entiende el FOPAE es el analista de riesgo y director del estudio.

NO CUMPLE

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

- Para que el Consultor valide los análisis de estabilidad que le permitan evaluar la amenaza, es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos.
- Se recomienda tener en cuenta la posible sobrecarga generada por el desarrollo urbanístico futuro de las viviendas localizadas al costado suroccidental del área del proyecto.
- El Consultor debe dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 3.2.1.4. del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006, [...]*Cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda o no intervención serán marcadas en los planos correspondientes de zonificación* [...].

5.4 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El capítulo 7 del estudio corresponde con el apartado de Evaluación de Vulnerabilidad Física, la cual queda plasmada en los Planos 8, 12, 16 y 19.

En la página 124 del estudio se menciona que *[...] En forma general, la vulnerabilidad es una función tanto de la intensidad del fenómeno como de la resistencia del elemento expuesto. La primera variable ya se tuvo en cuenta en la evaluación de la amenaza [...].*

Para evaluar la vulnerabilidad física, el Consultor realiza a la tipificación de las viviendas y define los índices de daño (Leone 1996); evalúa el índice de vulnerabilidad física (IVF), con una expresión empírica (Soler el al 1998) en función del índice de daño y de un coeficiente de importancia dependiente de las condiciones de amenaza por remoción en masa.

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 la página 131 el Consultor presenta una tabla denominada Matriz de Índice de Daño utilizada para el estudio y en la página 132 la Tabla que categoriza la vulnerabilidad en función del Índice de Vulnerabilidad Física (IVF).

En las páginas 134 y 135 el Consultor presenta los valores de IVF para los escenarios analizados de acuerdo con la amenaza obtenida.

En el apartado 7.1.2. Edificaciones Proyectadas, se menciona que *[...] Para las edificaciones proyectadas, se ha determinado una tipología B4 y básicamente estarán sometidas a solicitaciones por empujes laterales [...].*

En la evaluación de la vulnerabilidad en las vías aledañas al proyecto, el Consultor dice *[...] Teniendo en cuenta que no existe una metodología específica para el análisis de vulnerabilidad en vías, se utilizó y adoptó la metodología de Leone y el DRM propuesta para edificaciones y esta Compañía a su criterio la utilizó para los análisis de vulnerabilidad [...].* Para la evaluación de este apartado el FOPAE asume que no se presentan redes de servicios públicos en cercanías del costado norte del proyecto (carrera 13 Sur y Carrera 11 Este), al costado sur (calle 14 Sur), al costado occidental (transversal 9E) y al costado oriental (la antigua vía a oriente) ya que el Consultor no las presenta ni en los Planos ni el cuerpo del estudio.

En las conclusiones del análisis de vulnerabilidad, se menciona que:

- Se requiere elaborar un plan de medidas de mitigación de riesgos para garantizar el adecuado comportamiento de las edificaciones, construcciones y vías vecinas de manera apropiada durante su construcción y a largo plazo.

- El tipo de medidas se refieren básicamente al manejo de aguas mediante la construcción de varios niveles de filtros y cunetas a lo largo de la ladera y en especial para la recolección de las aguas provenientes de las casas vecinas al sur y occidente.

- Adicionalmente y teniendo en cuenta la alta amenaza y vulnerabilidad de las casas vecinas al sur, se requiere de una reconformación del terreno mediante un terraceo y adicionalmente se requiere la construcción de muros de contención en la parte alta de la ladera tipo gaviones contra las construcciones y vías aledañas.

- No se analiza un escenario con cambio de uso y teniendo en cuenta la sobrecarga de las nuevas edificaciones sin obras de mitigación, ya que como se ha mencionado se requiere la construcción de obras hidráulicas antes de construir las edificaciones con el fin de garantizar que la amenaza es baja en todo momento del proyecto.

Por último el consultor menciona que *[...] Las edificaciones serán construidas bajo las normas sismo resistente (NSR-98), adoptadas en Colombia, por lo cual la vulnerabilidad se la misma será mínima [...].*

En los planos No. 8, 12 y 16 y 19 se presenta la zonificación de vulnerabilidad de 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

elementos físicos expuestos para los diferentes escenarios analizados. Dichos Planos se encuentran sobre una base cartográfica en planta a escala 1:750, con curvas de nivel cada 0.50m, con firma del Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña, que entiende el FOPAE es el analista de riesgo y director del estudio.

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 y a las evaluaciones de amenaza.
- El Consultor debe dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 3.2.1.4. del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006, [...]*Cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda o no intervención serán marcadas en los planos correspondientes de zonificación* [...].

5.5 EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el capítulo 8 Evaluación de Riesgo por Fenómenos de remoción en masa, el Consultor asegura que [...] *para la evaluación del riesgo se consideran el grado de amenaza y su influencia espacial y el grado de vulnerabilidad de los elementos expuestos. Para los factores de seguridad obtenidos en la condición actual, una amenaza ALTA y una Vulnerabilidad MEDIA a ALTA, se considera que el riesgo por fenómenos de remoción en masa en la condición actual y durante la obra y sin obras de mitigación es ALTO para las vías y algunas edificaciones vecinas. Sin embargo con las obras de mitigación es posible reducir la amenaza y la vulnerabilidad a baja y por lo tanto el riesgo es bajo*". [...]

El consultor menciona en la página 124 *[...] Se requiere diseñar un plan de medidas de mitigación de riesgos para garantizar el adecuado comportamiento de las edificaciones, construcciones y vías vecinas de manera apropiada durante su construcción y a largo plazo. Luego de implementar estas obras la amenaza y el riesgo se reducen a bajos en todos los escenarios analizados [...].*

Finalmente, en el estudio se incluyen los Planos 9, 13, 17 y 20, con la zonificación del riesgo para cada condición analizada, producto del cruce de información de amenaza y vulnerabilidad en un programa GIS, dándole más peso a la amenaza que a la vulnerabilidad. Los Planos se presentan a escala 1:750 y con curvas de nivel cada 0.5 m, con firma del Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña, que entiende el FOPAE es el analista de riesgo y 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

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.
- El Consultor debe dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 3.2.1.4. del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006, [...]*Cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda o no intervención serán marcadas en los planos correspondientes de zonificación* [...].

5.6 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el estudio se incluye el Capítulo 9 "Obras de Mitigación de Riesgos", en el cual se citan las estructuras que a modo de ver del Consultor son necesarias para mitigar el riesgo generado por la construcción del proyecto.

El Consultor menciona que los cortes a realizar no superarán los 2 m de altura. Adicionalmente el consultor afirma [....] *"en la zona alta contra las edificaciones ubicadas al sur se conformarán terrazas para retirar los rellenos existentes, las cuales se complementarán con un muro de contención en la base que será en gaviones y cuya función será proteger las vías y edificaciones vecinas al sur y occidente"*

Para los cortes, el Consultor menciona que no tendrán más de 2 m de altura y la pendiente será inferior o igual a 45°, menciona también [...] *"como se ha mencionado en la parte alta de la ladera, fuera de la intervención del proyecto, es necesario reconformar en una zona el terreno con el fin de retirar parcialmente los rellenos existentes. Estas terrazas se harán con taludes a 30° con la horizontal y serán empradizados para su protección"*.

En el numeral 9.4 se dan criterios para los cortes para terrazas y taludes, especificaciones de empradización, filtros, muros en gaviones, y recomendaciones particulares de construcción anexas al informe.

En el numeral 9.6 - Plan de monitoreo, el consultor relaciona actividades y recomendaciones que el FOPAE entiende incluyen lo que en el numeral 3.7 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

artículo segundo de la Resolución 227 de 2006 se denomina "Plan de Mantenimiento" y "Plan de Monitoreo".

La localización de obras y medidas de mitigación se presenta en el Plano No. 14. sobre una base cartográfica en planta a escala 1:750, con curvas de nivel cada 0.50m, con firma del Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña, que entiende el FOPAE es el analista de riesgo y director del estudio. En el citado plano el Consultor presenta el detalle de filtros y cunetas. No obstante, no se presenta el detalle de la sección de los gaviones a construir, que de acuerdo con el estudio presentan ancho y altura variables, tampoco se presentan las especificaciones que debe cumplir el material de relleno de los mismos.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- 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, conforme con lo establecido en el numeral 3.7 del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006.
- Se debe presentar el análisis de estabilidad de los gaviones por capacidad portante, deslizamiento y volteo.
- Se debe presentar el detalle de la sección de los gaviones a construir.
- Es importante mencionar que de acuerdo con lo plasmado en el Plano No.14 es posible que parte de las obras de mitigación (terrazas de reconformación del terreno en la parte sur del proyecto), se localicen dentro de la Zona de Ronda Hidráulica y Zona de manejo y Preservación Ambiental establecida por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB - ESP, por lo que se recomienda consultar a dicha entidad y a la Secretaría Distrital de Ambiente-SDA sobre la viabilidad de las mismas.
- En algunos apartes del informe el Consultor hace referencia al "Estudio de Riesgo por Remoción en Masa y Diseños Detallados de las Obras de Control, Protección y Estabilización en el Barrio San Cristóbal Sur, Localidad de San Cristóbal" contratado por el FOPAE en el año 2000 en el cual se propuso la implementación de medidas de mitigación. Al respecto se aclara que dicho estudio no tenía como objeto mitigar la condición de riesgo frente a nuevos desarrollos urbanísticos por lo que las obras de mitigación propuestas y que se citan en el estudio mencionado no liberan al urbanizador o constructor de su responsabilidad en cuanto a las obras de mitigación que éste proponga, así como de su implementación y funcionalidad, de tal manera que sí se acoge 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

su estudio al contratado por el FOPAE lo hace bajo su propia responsabilidad. De lo anterior, se desprende que sí el Urbanizador llegare a estimar que las obras propuestas en el estudio contratado por el FOPAE no son las adecuadas para mitigar la amenaza de la Urbanización debe adelantar soluciones alternativas, las cuales deben estar debidamente soportadas conforme a lo establecido en la Resolución 227 de 2006. Así mismo se aclara que no es obligación del FOPAE construir las obras de mitigación planteadas en el estudio, toda vez que esta entidad ha tomado otras medidas no estructurales con el fin de proteger la vida de las personas que habitan los predios cubiertos por el estudio contratado en el año 2000.

5.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El Consultor en el numeral 6.3.1. del estudio incluye la Evaluación y Clasificación de la amenaza con el desarrollo del proyecto y con Obras de Mitigación, en el cual el Consultor realiza el análisis de estabilidad para las secciones A-A´, B-B´, C-C´, D-D', E-E' y F-F', con la construcción de obras de mitigación. De acuerdo con los citados análisis el Consultor obtiene factores de seguridad, bajo condiciones extremas, que dan una condición de amenaza baja.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Considerando que el análisis de estabilidad para el escenario con la implantación del proyecto depende directamente del modelo geológico - geotécnico planteado y que a lo largo del estudio se han realizado varias observaciones referentes a éste, se tiene que el cumplimiento de este aparte del estudio está sujeto al cumplimiento de las observaciones planteadas previamente.

5.8 PROFESIONALES

En el estudio se adjunta la carta de responsabilidad firmada por el ingeniero Alfonso Uribe, quien se entiende es el responsable de los análisis de antecedentes históricos de remoción en masa y de evaluación de procesos de inestabilidad, así como la cuantificación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. De igual forma, el estudio es avalado por el Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo.

Así mismo se anexan al informe, las hojas de vida de los responsables del estudio, Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña y Geólogo José Manuel Naranjo, los cuales el FOPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227 de 2006.

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

CUMPLE

5.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado incluye todos los capítulos mínimos recomendados 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 recomendadas a lo largo del presente concepto.

CUMPLE PARCIALMENTE

5.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Todos los planos se presentan firmados por los profesionales que se relacionan en los mismos y que fueron responsables de su elaboración, de acuerdo con que 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 Alfonso Uribe Sardiña.

NO CUMPLE

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

6. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - Concepto Técnico No. CT-6389 (Fecha Enero/2012)

La segunda revisión del "Estudio de Amenaza y Riesgo por Procesos de Remoción en Masa Proyecto Ladrillera Conjunto Residencial", de Noviembre de 2011 elaborado por la firma Alfonso Uribe S. y Cia. S.A. Estudios de suelos, fue realizada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE y se emitió el Concepto Técnico No. CT-6389.

El Concepto Técnico No. CT-6389, 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.

6.1 ESTUDIOS BÁSICOS

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

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

El consultor en el parágrafo 4.1, realiza la descripción de la geología regional, en la cual se describe como una zona formada por rocas sedimentarias, cubiertas discordantemente por depósitos no consolidados de origen antrópico, fluvial y suelos deslizados. La zona presenta vestigios de intervención antrópica por explotación de materiales para construcción (ladrilleras). En la zona se describen unidades geológicas representadas en una secuencia sedimentaria con edades del Terciario y Cuaternario; Rellenos Antrópicos (Qra) conformados por escombros y en general materiales heterogéneos de suelos finos con material pétreo, con espesor máximo de rellenos encontrado de 5.8 m, Depósitos de deslizamiento (Qd), conformados por bloques y fragmentos angulares de areniscas embebidos en matriz limo arcillosa, alcanzando un espesor 3.5 m en general, Depósitos Aluviales (Qal) conformados por bloques y cantos subredondeados de arenitas embebidos en matriz areno-limosa, a lo largo del río San Cristóbal y la quebrada El Chuscal y el Pilar, Formación Bogotá (Tpb) constituida por alternancia de areniscas y arcillolitas, en el área de estudio se encuentran cubiertas por depósitos antrópico, suelos deslizados y depósitos fluviales, en algunos sectores se presentan niveles residuales superiores de suelos arcillo limosos (Tpb-Sr).

Adicionalmente, el consultor describe que dentro del marco de la geología estructural, se identifica un bloque estructural hundido que corresponde al Sinclinal de Usme - Tunjuelito. Particularmente en el área de estudio la única falla de relevancia y de mayor cercanía a la zona corresponde a la Falla de San Cristóbal, no presenta evidencias recientes de actividad que permitan catalogarla como activa.

Finalmente, en el estudio se incluye el Plano 2 Mapa Geológico, el cual es presentado con curvas de nivel cada 1m., a escala 1:750 y es firmado por el Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y por el Ingeniero Alfonso Uribe; además, se incluyen los planos 4, 4.1 y 4.2, los cuales presentan cortes geológicos que se presentan a escala 1:750 los dos primeros y 1:500 el último, los tres planos con sus respectivas firmas.

CUMPLE

Lo expuesto en este estudio, es responsabilidad del profesional competente de la consultoría. Está por fuera de las responsabilidades del FOPAE realizar la verificación de la veracidad de lo mostrado en el estudio.

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

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 menciona que en el sector estudiado se observaron tres tipos de modelados geomorfológicos: la Unidad de Ladera afectada por deslizamientos (Uld), se presenta como cuerpos aislados conformados por depósitos de suelos deslizados, con pendientes de 25 a 30°, esta unidad se caracteriza por presentar afectación puntual por movimientos en masa antiguos; la Unidad de Ladera Antrópica (Ula), Corresponde a una amplia zona cubierta por depósitos recientes de origen antrópico, producto de labores extractivas y de procesamiento de arcillas, por su origen y composición estas zonas presentan una elevada susceptibilidad a la presencia de procesos morfodinámicos; y la Unidad de Planicie Antrópica (Upa), comprende la zona de menor pendiente del área de estudio, conformada por rellenos antrópicos superficiales con buenas características de estabilidad dada la ausencia de procesos morfodinámicos en esta zona en particular.

En el estudio se destaca en primer término la afectación que ha sufrido el sector especialmente en el pasado, por influencia de las explotaciones y en general de las distintas actividades de extracción y beneficio de materiales para construcción.

Adicionalmente, el consultor aclara una de las observaciones que el FOPAE realizó en la primera revisión del estudio; se expresa, con relación a los cauces, que si bien se alcanzan a definir los cursos de agua a los que hace referencia la observación, también es evidente que sus cauces han sido rellenados y durante las visitas técnicas tan solo han sido evidenciados por una notable concentración de vegetación comparativamente mayor al resto del sector.

En el estudio se mencionan los procesos morfodinámicos que se encuentran en la zona de análisis, describiendo que el factor principal de meteorización, en el momento en que se desarrollo la explotación, fue de tipo hídrico produciendo el lavado de minerales y la concentración de otros llevando a un cambio gradual de los materiales originales en suelos de fracción final; actualmente, en la zona de estudio no se observaron procesos erosivos concentrados, gracias a que el predio es disectado por las quebradas, aumentando las características de humedad de los suelos permitiendo el rápido desarrollo de la vegetación, situación que ocurrió desde 1980, época en la cual disminuyeron las explotaciones y las zonas fueron recuperando por medios naturales gran parte de la vegetación

En el estudio se menciona que se únicamente se detectó un proceso de erosión en la zona alta del cauce de la Quebrada El Chuscal, en el marco del estudio hidrológico e hidráulico de las quebradas. Igualmente el reciente movimiento en la Antigua Vía a Oriente desencadena procesos erosivos al borde de la misma. Estos procesos se grafican en el Mapa de Procesos de Remoción en masa.

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

Adicionalmente, se describe la presencia de varios procesos de remoción que se localizan sobre la ladera sur occidental del predio y donde se ubican en la parte alta algunas de las construcciones, estos deslizamientos tienen como principal factor detonante el precario manejo de las aguas residenciales y la falta de estructuras adecuadas de las viviendas allí presentes.

Adicionalmente, el consultor realizó los respectivos cambios, relacionados con una de las principales observaciones que se hicieron inicialmente al estudio, los recientes procesos morfodinámicos sobre la vía oriente, sobre el límite oriental de la zona estudiada, este movimiento causó el hundimiento parcial de la banca, este proceso tiene una corona principal de aproximadamente 20m de largo; el movimiento al parecer tiene una componente principal de falla de tipo rotacional, y con base en la investigación de campo es posible inferir una superficie de falla en el contacto rellenos - suelos residuales.

CUMPLE

c) Hidrogeología

El consultor menciona en la página 71 del estudio objeto del presente concepto técnico que: *"... los niveles de agua hallados en las perforaciones del programa de exploración geotécnica indican la presencia de aguas de infiltración subsuperficial, en la mayoría de los casos n el contacto entre niveles arcillosos impermeables y los rellenos antrópicos..."*

Con el objeto de establecer el comportamiento climático de la zona de estudio, el consultor tomó la información de la estación tipo Climática Ordinaria - Venado de Oro del IDEAM, con una precipitación media anual del orden de 1100mm, bimodal.

Finalmente se concluye: *"...de acuerdo con las condiciones hidráulicas y topográficas en el proyecto, que pudo ser confirmada con los niveles de agua medidos en las perforaciones ejecutadas, existe un régimen de aguas superficiales que afecten la resistencia de los rellenos y las arcillas más superficiales y es controlado por la baja permeabilidad de los estratos de roca arcillosa de la Formación Bogotá..."*.

Adicionalmente se menciona: *"... se considera que en épocas de precipitaciones... las presiones de poros aumenten desde la parte superior de la ladera hacia la parte inferior... por lo anterior, esta consultoría decidió efectuar los análisis de estabilidad en las condiciones más extremas y conservadoras escogiendo como nivel de agua extrema superficial como el nivel máximo en la condición 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

Con relación a la condición normal del terreno en el escenario actual y los registros de las perforaciones, el consultor tomó un nivel de agua a aproximadamente 2m de profundidad, y para el escenario con proyecto el nivel de agua normal será de 3m bajo el nivel de la superficie actual.

El consultor en la página 78 menciona los criterios para el diseño de las obras de drenaje, principalmente menciona lo siguiente: *"...se hace totalmente necesario realizar varias adecuaciones para la recolección de las aguas lluvias..."*, adicionalmente menciona: *"...para darle solución al problema se propone la construcción de filtro y cunetas en la parte alta y en las áreas que separan las edificaciones, las cuales tendrán como función recolectar las aguas de escorrentía subterránea y superficial correspondientemente, estás estructuras se ubicarán de tal manera que las aguas sean recolectadas antes de llegar a las edificaciones y posteriormente se conducirán por medio de un colector hasta la red de alcantarillado público que se encuentra sobre la Calle 13 Sur..."*

Finalmente el consultor menciona: *"...El periodo el seleccionado fue de 100 años de acuerdo con las normas de la EAAB y la intensidad se toma de la ecuación dada en la disponibilidad de servicio y dato técnico expedido por la EAAB..."*

CUMPLE

d) Drenaje Superficial

El consultor menciona que dentro del lote existen dos cauces de Quebradas hacia el costado oriental, Quebrada El Chuscal y Quebrada El Pilar, las cuales se unen dentro del lote. Adicionalmente en el Anexo D se adjunta el Concepto Técnico del Acueducto sobre las rondas hidráulicas de las Quebradas.

En el aparte 4.9.1. se expone la "Evaluación hidráulica de las quebradas en el lote", en la cual se realiza una delimitación y caracterización Natural, fisiográfica e hidráulica de las cuencas de las Quebradas El Chuscal y El Pilar.

Teniendo en cuenta las características definidas para cada una de las Quebradas, se realiza una simulación hidráulica de las Quebradas en el programa HEC-RAS, en el cual se evaluó una Condición Hidráulica Actual, teniendo en cuenta los caudales establecidos para un periodo de retorno de 100 años, con base en la topografía y del colector tipo *box coulvert*. Adicionalmente, se modela la Condición Hidráulica con la Solución

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

Proyectada. Según los análisis de los resultados del modelamiento, el consultor considera lo siguiente: *"...se propone la rectificación de la pendiente longitudinal de la quebrada El Pilar, la construcción de un dique de protección para la misma y la instalación del colector de alcantarillado de 1.5m de diámetro con pendiente longitudinal de 1%..."*

Posteriormente, el consultor presenta un *"Análisis de Deprendimientos por fenómenos hidráulicos - Flujos de Lodos"*, en el cual principalmente menciona: *"...dadas las características hidrológicas e hidráulicas de las quebradas El Pilar y El Chuscal, se realizó un análisis de los posibles fenómenos que puedan presentarse en el interior del predio y que se encuentran asociados al desprendimiento de material particulado principal generador de flujo de lodos a gran escala..."*

Subsecuentemente, se presenta un aparte de *"Erosión de los cauces"*, en el cual el consultor menciona: *"...entendiendo el concepto de que el flujo de lodos sucede y que se alimenta mediante el desprendimiento de material particulado a lo largo del recorrido de un cuerpo de agua y descartando eventos geológicos de remoción en masa, ... es deducible que la otra fuente de aporte de material particulado al fluido es el que el propio cauce aporta debido a eventos erosivos que cusan socavación..."*

Por lo tanto, se presenta un análisis de socavación, del cual se menciona que: *" ...para la quebrada el Chuscal, existen incrementos de velocidad en ciertas abscisas, es decir que puntualmente la quebrada maneja velocidades entre 6.2 y 7.0m/s, sin embargo las láminas de agua es estos puntos oscila entre 30 y 66cm. y su perímetro mojado no supera los 3m de longitud... En la quebrada El Pilar, se observa un incremento de velocidades en el K0+100, el valor equivale a 5.5m/s y la lámina de agua corresponde a 55cm... Las láminas de agua observadas según el modelo hidráulico para estas abscisas en donde la velocidad se aproxima a 6m/s son prueba de que la actividad de las quebradas no representa la causa de los deslizamientos que puedan haberse observado en las laderas del predio, lo anterior debido a que en la parte alta de dichos taludes existe la presencia de aguas lluvias mal captadas y mal encausadas..."*. Adicionalmente el consultor menciona: *"... mediante el análisis de la geometría longitudinal de las quebradas, concluimos que los fenómenos de socavación mencionados en el párrafo anterior son fácilmente controlables con las zonas de sedimentación con las que cuenta las quebradas actualmente..."*

Finalmente el consultor menciona dentro del aparte "Socavación en el interior del Predio": *"...para disminuir los riesgos de erosión, en el interior del predio, es indispensable mitigar los caudales mediante el uso de cunetas, filtros y los colectores a cargo de la captación de las aguas lluvias. Cabe destacar que gran parte de la erosión*

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 actualmente se encuentra en la zona esta ocasionada por el mal drenaje de la antigua salida al oriente o carrera 11E y de la calle 14 Sur…"

NO CUMPLE

- Cuando aborda el tema de socavación no presenta un estudio de socavación como tal con cálculos que puedan sustentar sus afirmaciones, no presenta una descripción de los materiales que conforman el cauce; en cambio se limita a mencionar de manera sucinta algunas generalidades sobre erosión de los cauces incurriendo en **imprecisiones** tales como la de afirmar que los fenómenos de socavación son fácilmente controlables con las zonas de sedimentación con las que cuentan las quebradas actualmente, desconociendo que la socavación es un fenómeno instantáneo asociado con avenidas mientras que la sedimentación es un proceso lento y que requiere de aguas más tranquilas. Dicho en otras palabras las zonas de sedimentación no pueden compensar a la socavación durante la ocurrencia de un evento extremo.

- En el documento se habla de problemas de desborde de la quebrada el Pilar para crecientes con periodos de retorno de 50 y 100 años, sin embargo en el cuerpo del documento es la primera vez que se menciona el análisis de la creciente con periodo de retorno de 50 años de manera que no hay forma de conocer los argumentos para el dimensionamiento del dique de protección y confinamiento que nuevamente se menciona por primera vez en los resultados.

- Se hace necesario aclarar que aunque en el documento se menciona que: la propuesta de manejo de escorrentía superficial dentro del predio garantizará el control de la erosión causada por las velocidades de flujo en las pendientes de ladera, cabe decir que no es únicamente el terreno que hace parte del predio el que puede aportar materiales a ser transportados por la corriente sino que toda la cuenca aporta materiales que eventualmente transitan por todo el cauce, de manera que el hecho de controlar el aporte de materiales únicamente en el predio no garantiza de ninguna manera la ausencia de transporte de sedimentos por el cauce.

- En las conclusiones se menciona que: *"…Las máximas velocidades del flujo en las quebradas son cercanas a los 6 m/seg, lo anterior no representa peligro de socavación debido a la altura de estas láminas de agua que no sobrepasa los 66 centímetros…"*, sin embargo el FOPAE considera que velocidades de 6 m/s en general son erosivas, de manera que debe justificarse la aseveración de que no lo son. El documento no argumenta ni refiere ninguna bibliografía, autor y/o estudio en donde demuestre la validez de su afirmación de no peligrosidad.

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

- Adicionalmente se menciona en el documento que: *"...Hay ausencia de cambios significativos de régimen de flujo crítico a subcritico que se asocian a fenómenos erosivos como resaltos hidráulicos..."*, sin embargo, En la tabla 23 y la gráfica 19 del documento parece haber evidencia de cambio de régimen y ocurrencia de resalto hidráulico justo en la entrada al Box, de manera que vale la pena se aclare la contradicción generada al afirmar que dichos cambios y dichos fenómenos no existen en todo el tramo estudiado.

- Adicionalmente se concluye en el documento que: *"...si bien las velocidades encontradas son altas en ciertos puntos, la poca área de contacto en las depresiones que dan formación a las quebradas, el tipo de suelo y la continuidad en el régimen de flujo, permiten establecer que el proceso de transporte de sedimentos por los posibles eventos erosivos dentro del predio no tienen incidencia en los eventos de remoción en masa y son fácilmente controlables por las zonas de sedimentación con las que actualmente cuentan estas quebradas, estas zonas funcionaran como desarenador. Adicionalmente, la construcción de colectores, cunetas, filtros permiten evitar altos caudales de escorrentía y la saturación del suelo en las zonas de alta pendiente..."*, sin embargo el FOPAE considera que se sacan conclusiones a partir del tipo de suelo, sin embargo no se habla sobre cuál es el tipo de suelo, ni presenta granulometrías ni hace ningún tipo de cálculo o análisis considerando esta variable. Afirma que los procesos de remoción en masa son controlables por las zonas de sedimentación, lo cual como ya se mencionó no es cierto durante la ocurrencia de un evento extremo.

- También se concluye que: *"... A partir del análisis de erosión y socavación de las quebradas en estudio y de su longitud en el área del análisis, se determina que a pesar de las velocidades altas reportadas en el ejercicio, dentro del predio no existe riesgo de socavación en el interior del predio debido a las limitadas dimensiones de las áreas y perímetros mojados de estos cuerpos de agua. La importancia de las obras propuestas consiste en la mitigación de los caudales por escurrimiento, el abatimiento de los niveles freáticos así como del uso de zonas de sedimentación existentes..."*, aunque se realiza un análisis de erosión y socavación, sin embargo en el cuerpo del documento no reporta ningún cálculo de estos parámetros que le permita sacar alguna conclusión, también afirma que no existe riesgo de socavación dentro del predio sin reportar un cálculo que conduzca a dicha conclusión.

- Aunque el consultor menciona que: *"...La capacidad hidráulica de las quebradas depende del mantenimiento y del control del almacenamiento de los sólidos sedimentables, se sugiere que la autoridad ambiental o la EAAB supervisen periódicamente y lleven a cabo las labores de limpieza pertinentes. Por otra parte,*

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 sugiere mantener restringida o cercada esta zona de manejo y preservación ambiental al público para evitar asentamientos humanos y la acumulación de desechos que representarían una amenaza para la capacidad hidráulica del cauce. A este respecto, se propone una estructura de captación o cabezal de las quebradas con cribas o rejillas incorporadas que eviten que desechos de ciertos tamaños taponen la tubería de Ø1.50 m. propuesta...", sin embargo, al parecer el autor pretende salvar su responsabilidad ante la ocurrencia de algún evento catastrófico señalando de antemano que existen otros responsables diferentes a él mismo.

- En el documento se menciona que las normas aplicadas al estudio son las de la EAAB y el Reglamento para Agua potable y Saneamiento básico (RAS 2000), el FOPAE tiene el conocimiento que estas normas son para diseño de drenajes y no son específicas para evaluación del riesgo y de la amenaza por procesos de remoción que puedan generarse y afectar el cauce de las quebradas.

- Las gráficas No. 1 y No. 3 muestran la cuenca pero no la corriente de agua que pasa por ellas, adicionalmente no permiten visualizar de una manera conveniente la ubicación del proyecto, se solicita construir unas gráficas que posean una mejor visualización.

- En la gráfica No. 4 pareciera que el trasvase se hubiera realizado desde la parte baja de la cuenca el Pilar con lo que el agua trasvasada correspondería a la generada por toda la cuenca el Pilar y no solamente por una porción de la misma. Es muy importante aclarar este punto ya que puede modificar en gran medida la cantidad de agua aportada por las cuencas en el punto de interés.

- Para el cálculo de caudales, el documento menciona la utilización de curvas IDF suministradas por la EAAB, sin embargo no se identifican ni se muestran dichas curvas IDF, ni tampoco se justifica su elección. Al no mostrar la IDF y de acuerdo con la redacción del documento, no queda claro si se utilizó un tiempo de tormenta de 30 minutos o el correspondiente al tiempo de concentración de la cuenca.

- En el documento, para el cálculo de caudales se menciona que los coeficientes de escorrentía seleccionados son de 0,9 para zonas urbanizadas y de 0,3 para zonas verdes. Debe justificarse la elección de un coeficiente de escorrentía tan bajo para las zonas verdes ya que los análisis hidrológicos deben efectuarse para la peor condición de saturación del suelo y un coeficiente tan bajo parece alejarse de esta condición. Resulta muy importante aclarar este punto ya que se modifica directamente el caudal punta de diseño que se utiliza en los diseños hidráulicos.

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 cálculo del tiempo de concentración se ha aplicado un promedio de tres resultado que difieren bastante, de manera que debe justificarse esta decisión.

- Las gráficas 6, 8, 11 y 13 no tienen títulos de ejes ni unidades, de manera que no se sabe de que se trata.

- En la evaluación de la condición hidráulica actual no se argumenta la elección del periodo de retorno de 100 años para el tránsito de la creciente utilizada.

- También en la evaluación de la condición hidráulica actual dice que la lámina de agua se rebosa hacia la margen derecha de la quebrada, en las gráfica 16 no queda claro cuál es la sección analizada.

- Muchas de las referencias no existen, debe ser claro de donde salen las teorías o a que capítulos de las normas utilizadas para el diseño se debe remitir un lector para entender el informe.

e) Sismología

Según el estudio, de acuerdo con la norma NSR-10 el suelo se puede caracterizar como tipo D. Según el Decreto 523 de 2010 el terreno se encuentra en la transición entre las Zonas Cerros, Depósitos de Ladera y Piedemonte B, para las cual la aceleración máxima promedio es de 0.22 g.

Teniendo en cuenta la Resolución 227 se tomó para los análisis en condición extrema 2/3 de dicha aceleración, es decir 0.15 g.

Para la condición normal se efectuaron los análisis sin carga sísmica.

NO CUMPLE

Se requiere que el consultor tenga en cuenta para la justificación de la utilización de la aceleración horizontal sísmica utilizada en los análisis de estabilidad lo expresado en los parágrafos 5.6 y 5.7 del artículo 5° del Decreto 523 de 2010, por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C.

f) Uso del Suelo

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 en el estudio menciona: *"La cobertura vegetal actual del predio la constituyen principalmente pastos bajos. El uso actual del suelo en la zona es residencial y tal como se ha mencionado, la ladera original fue modificada por actividades de extracción minera y posterior relleno con materiales sobrantes de la explotación"*, adicionalmente menciona: *"El uso precedente fue por lo tanto de cantera para la extracción de arcillas y luego de patio para disposición de sobrantes..."*. También menciona que actualmente la actividad minera cesó hacia los años 80 tanto en el lote como en el área aferente y que no existen problemas de erosión ni de remoción en masa en el predio ni en su zona de influencia.

Finalmente menciona como una aclaración que: *"... la totalidad del lote fue utilizada para explotación minera y la mayor parte del mismo utilizado posteriormente como patio de disposición de sobrantes."*

CUMPLE PARCIALMENTE

A lo largo del estudio se describe un proceso de remoción en masa, el cual se encuentra activo en la actualidad, por lo tanto, se hace necesario que el consultor aclare este punto, porque está mencionando que no hay procesos de remoción en masa en el predio ni en su zona de influencia.

6.2 MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

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

El consultor presenta una fotointerpretación multitemporal de fotografías aéreas con fechas desde el año 1943 hasta el año 2004, en el cual se menciona: *"... que el año 1943 la zona presenta un pico en relación a las canteras de explotación, siendo notable la presencia de procesos erosivos y escarpes. En el predio propiamente se observan las instalaciones de la Ladrillera Gaitana, abarcando gran parte del lote y con varias zonas desprovistas de vegetación, con surcos de erosión en las laderas adyacentes. Para esta época no se observan viviendas ni mayor infraestructura en la zona; en el año de 1955, persisten gran parte de las explotaciones del área, la gran mayoría ubicadas a ambos lados de la antigua vía a Villavicencio. En el lote de estudio se presenta un notable cambio siendo muy reducida la planta física de la ladrillera y con muy poca presencia de erosión ni de movimientos en masa. Es de destacar la rápida recuperación que presenta la zona de estudio, una vez se abandonan los trabajos de explotación y procesamiento de las arcillas. Sobre la margen izquierda de la quebrada El Triángulo y aguas arriba del predio se detallan varias canteras, posiblemente relacionadas con los problemas posteriores de viviendas ubicadas en estas zonas de los barrios Corinto y Triángulo Alto y Bajo; en 1979 la zona se encuentra con muy*

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

pocas zonas de explotación, permitiendo que las vertientes recuperen parte de la cobertura vegetal. En el lote la condición sigue muy parecida a la reportada en 1955, con nula presencia de erosión o movimientos en masa; desde esta última época y hasta el 2004, se consolida el cambio en el uso del suelo de la zona, pasando de tener varias canteras de explotación arcillas a varios barrios y calles de acceso. Se destaca la presencia del barrio El Triángulo y San Cristóbal, donde como se ha hecho mención se han presentado problemas de inestabilidad por falta de adecuados manejos de aguas residenciales y también debido a la precariedad de las construcciones allí presentes; la zona del lote como tal no presenta cambios muy notorios, a excepción de una densa cobertura vegetal en los alrededores de la quebrada..."

CUMPLE PARCIALMENTE

Aunque se presenta un análisis de las fotografías aéreas, no se realiza un análisis, ni descripción de los procesos de remoción que actualmente se presentan en el lote y se ha mencionado su existencia con anterioridad, tal es el caso del proceso de remoción en masa que afecta la antigua vía a Oriente, hacia el costado oriental de la Zona de estudio.

Debe cumplirse la descrito en la resolución 227 de 2006, la cual dice: *"Será complementario a los trabajos de geomorfología... e implica la descripción y clasificación de todos los procesos de inestabilidad identificados en el área de estudio, clasificándolos en antiguos y recientes, de acuerdo con su estado de actividad, y según los mecanismos de falla y forma de propagación, considerando por ejemplo la retrogresividad del proceso y el área de influencia directa con su actividad."*

b) Formulación del Modelo

El consultor describe que se realizó el análisis de once (11) secciones representativas (A-A', B-B', C-C', D-D', E-E', F-F', GG', H-H', I-I', J-J' y K-K'), en los cuales los estratos se presentan claramente definidos y teniendo en cuenta las condiciones geológicas y geotécnicas en toda el área del terreno. Igualmente menciona en el estudio que: *"...según el modelo geotécnico definido, existe un estrato superficial correspondiente a rellenos antrópicos, bajo los cuales se encuentran los suelos residuales arcillosos de la Formación Bogotá, depósitos de suelos deslizados y aluviales en la zona de quebradas y a continuación la roca arcillolita que conforma las laderas del sector."*

Adicionalmente el consultor menciona que *"...los parámetros para los análisis de estabilidad, a partir de los resultados de los ensayos de laboratorio, obtenidos a partir de muestras extraídas en el sitio en los todos los estratos."*

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

Según lo anterior el consultor menciona que: para los suelos Residuales de la formación Bogotá (Tpb-sr) se realizaron 2 ensayos de corte directo y los parámetros escogidos para el modelo corresponden al promedio de los resultados obtenidos; para los depósitos aluviales Qal, se efectuó un ensayo de corte directo; en las arcillolitas de la Formación Bogotá se realizaron también 3 ensayos de corte directo y los parámetros escogidos para el modelo corresponden al promedio de los resultados; para los Depósitos Antrópicos Qra, se efectuaron 5 ensayos de corte directo y una correlación con los ensayos de SPT efectuado in situ, sin embargo los datos dan con gran dispersión, por lo tanto se decidió efectuar una calibración del modelo para este estrato, tomando como base la topografía original de la ladera en la sección A-A' antes del deslizamiento ocurrido en la Antigua Vía a Villavicencio, por lo tanto se efectuaron entonces análisis de estabilidad en esta sección con agua superficial y sin sismo, tal como fueron las condiciones en el momento de la falla y teniendo en cuenta que las características de los rellenos existentes corresponden con materiales principalmente cohesivos, se escogió de la manera más conservadora posible los parámetros de resistencia para los rellenos en la totalidad del lote y para todos los análisis.

El mismo análisis que se realizó para los depósitos antrópicos, se realizó para los depósitos de suelos y rellenos deslizados (Qd), y adicionalmente se efectuó un ensayo de corte directo y de acuerdo con la calibración del modelo, se obtuvieron los parámetros para este estrato.

El consultor presenta el plano No.5, en el cual se identifican procesos de remoción en masa actuales y potenciales en la zona de estudio, adicionalmente menciona que: *"Por las características de los depósitos antrópicos ya descritas y el espesor de los suelos sobre la roca, se sugiere un mecanismo de falla más crítico de tipo traslacional en el contacto suelos-roca. Sin embargo se efectúan también los análisis para un mecanismo de falla rotacional dentro de los materiales."*

Con relación a los niveles de agua en los análisis de estabilidad, el consultor decidió efectuar los análisis de estabilidad en las condiciones más extremas y conservadoras escogiendo como nivel de agua extrema superficial como el nivel máximo en la condición actual.

Adicionalmente se menciona que para las condiciones normales del terreno en el escenario actual y de acuerdo con los niveles de agua encontrados en las perforaciones, se tomó un nivel de agua a aproximadamente 2m de profundidad. Para el escenario con proyecto el nivel de agua normal será a 3m bajo el nivel de la superficie actual en cada sitio, debido a la construcción de varios niveles de filtros.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

Teniendo en cuenta la formulación que realiza el consultor o ejecutor de los estudios, este es responsable del plan de investigación geotécnica como base para la caracterización cuantitativa de los procesos de inestabilidad identificados. Igualmente el consultor es reponsable del programa de ensayos de laboratorio (propiedades índice y mecánicas) que permiten establecer adecuadamente las características esfuerzo-deformación, resistencia u otras propiedades (tales como: permeabilidad, potencial de colapso, potencial de tubificación, etc.) de los materiales involucrados; y la definición de los parámetros obtenidos deberán ser además compatibles con las exigencias de las herramientas analíticas que se empleen para evaluar cuantitativamente los procesos de inestabilidad de interés, sobre los modelos geológico-geotécnicos propuestos.

Igualmente, el uso de correlaciones para la determinación de los parámetros de los materiales a partir de pruebas de campo de uso frecuente no es restringido, sin embargo, es entendido que la pertinencia, validez, y confiabilidad del uso de tales correlaciones en un problema específico es de total responsabilidad del ejecutor de los estudios.

Aunque se menciona que el mecanismo de falla más crítico es de tipo traslacional y que se realizará también análisis de tipo rotacional, se hace necesario que el consultor demuestre con los resultados del estudio de socavación, que se deben realizar en la parte hidrológica, cual es la influencia de este proceso en la facilitación de la generación de procesos de remoción en masa.

Lo anterior todo, en marco de lo descrito por la resolución 227 de 2006, por la cual se adoptan los términos de referencia para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para proyectos urbanísticos y de construcción de edificaciones en Bogotá D.C.

La formulación del modelo debe complementarse con los diferentes aspectos recomendados en la verificación de los términos de referencia de los anteriores capítulos.

c) Exploración Geotécnica

En el numeral 5.3. del estudio se incluye el aparte de Exploración Geotécnica según el cual *[...] para la exploración del subsuelo y teniendo en cuenta las características geológicas, geotécnicas y geomorfológicas del terreno, se efectuaron 37 perforaciones localizadas convenientemente y cubriendo el área del lote [...].*

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

También se menciona que *[...] los resultados de todas las perforaciones se complementaron con ensayos de resistencia a la penetración estándar SPT y ensayos de resistencia al corte con veleta de campo y por lo menos las 2/3 partes de las perforaciones involucraron todos los materiales de interés. Sobre las muestras remoldeadas se realizaron ensayos de clasificación y humedad y sobre muestras inalteradas se realizaron ensayos de corte directo sobre la totalidad de los materiales.*

Finalmente, el consultor muestra en la Figura 1 y en el Plano 6 Localización de Perforaciones, los perfiles estratigráficos detallados y su localización dentro del lote evaluado respectivamente. En el anexo A y en el apartado denominado Figuras, se presentan los ensayos de laboratorio y los perfiles de perforación respectivamente.

CUMPLE PARCIALMENTE

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) y adicionalmente, mencionar la justificación de porque se realizaron más perforaciones con relación a la versión anterior del estudio.

6.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

En el Capítulo 6 denominado Análisis de Estabilidad y Evaluación de Amenaza, se presentan 4 escenarios de análisis a saber:

- Condición natural de la ladera o condición actual.
- Condición con cortes y taludes temporales sin obras de mitigación.
- Condición con cortes y taludes temporales con obras de mitigación.
- Condición con construcción de edificaciones y obras de mitigación propuestas.

En este capítulo el Consultor también menciona que *[...] los análisis no se efectúan para el escenario de construcción de las edificaciones sin obras de mitigación, ya que tanto en condición actual como al efectuar los cortes, la amenaza es media y alta en algunos sectores del lote y por lo tanto se deben construir las obras de mitigación en primera etapa con el fin de garantizar que la amenaza y el riesgo sean bajos en todas las etapas del proyecto [...].*

En el apartado 6.1. Análisis de Estabilidad en Condiciones Actuales, para cada uno de los escenarios de análisis planteados, se evaluaron mecanismos de falla rotacional y traslacional, aplicando metodologías que involucran análisis de equilibrio límite. 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

las páginas 182 a 184 se presentan 11 tablas que resumen los valores de factor de seguridad para los cortes A-A´, B-B´, C-C´, D-D', E-E', F-F', G-G', H-H', I-I', J-J' y K-K', analizados bajo los escenarios previamente descritos. Además, el Consultor afirma que: *"...con los factores de seguridad obtenidos bajo las condiciones más críticas se determina la categoría de la amenaza en condiciones actuales, utilizando los criterios definidos en la resolución 227..."*, adicionalmente menciona:

[...] En el Plano 7, aparece la zonificación de amenaza para el proyecto en la condición actual, el cual fue elaborado teniendo en cuenta que los factores de seguridad menores que corresponden a una amenaza alta, se presentan al sur en la zona alta contra las edificaciones vecinas y al oriente en la zona hidráulica de la quebrada y sismo. En la zona baja de la ladera donde se construirá el proyecto la amenaza es baja. Este Plano es elaborado para la condición más extrema de agua y sismo y abarca todas las posibles y más críticas zonas de amenaza a las que puede estar sometido el proyecto en todos los escenarios analizados. Por lo tanto se presenta, tal como lo que requiere la Resolución 227 de 2006, la zonificación de amenaza al menos para la condición más extrema y esta consultoría NO considera necesario elaborar un Plano para cada condición analizada. Se reitera que el Plano elaborado presenta las condiciones de amenaza más extremas [...].

El consultor presenta en el aparte 6.1.2. el cálculo de la distancia de viaje, en el cual se explica cómo es utilizada la distancia de viaje para la zonificación de amenaza y se concluye claramente, que el Plano de zonificación de amenaza incluye las condiciones más extremas generadas por la superficie de falla que genera la distancia de viaje más larga en cada perfil. Luego no se efectúa el cálculo de distancia de viaje para cada condición, ya que como recomienda la resolución 227 de 2006 se efectuó para la condición más crítica posible. Cualquier otro análisis sería menos extremo y crítico que el cartografiado en los Planos presentados.

En las páginas 192 a 203 se presentan las salidas gráficas de las corridas de estabilidad para cada uno de los cortes propuestos y descritos en el modelo geológico - geotécnico, teniendo en cuenta los resultados de la distancia de viaje.

En el apartado 6.2. Análisis de Estabilidad con Cambio de Uso del Terreno sin Obras de Mitigación, para cada uno de los escenarios de análisis planteados se evaluaron mecanismos de falla rotacional y traslacional aplicando análisis de equilibrio límite para las secciones teniendo en cuenta cortes temporales y sin obras de mitigación. En las páginas 204 y 205 se presentan 5 Tablas que resumen los valores de factor de seguridad para los cortes A-A´, B-B´, C-C´, D-D' y E-E' analizados bajo los escenarios previamente descritos, sin embargo no se presentan los resultados de las secciones F-F', G-G', H-H', I-I', J-J' y K-K', ya que en estas secciones no hay cortes temporales.

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 menciona [...] *En el Plano 11 aparece la zonificación de amenaza para el proyecto en la condición con cortes temporales sin obras de mitigación, el cual fue elaborado teniendo en cuenta que los factores de seguridad menores que corresponden a una amenaza alta, se presentan al sur en la zona alta contra las edificaciones vecinas y al oriente en la zona hidráulica de la quebrada en condiciones extremas de agua y sismo. En la zona baja de la ladera donde se construirá el proyecto la amenaza es baja* [...].

En las páginas 210 a 215 se presentan las salidas gráficas de las corridas de estabilidad para cada uno de los cortes propuestos y descritos en el modelo geológico - geotécnico, teniendo en cuenta los resultados de la distancia de viaje.

En el apartado 6.3. Análisis de Estabilidad con Cambio de Uso del Terreno y con Obras de Mitigación, se menciona que [...] Para efectuar el mismo análisis para la condición con la conformación de las terrazas y las obras de mitigación, se realizaron los análisis de estabilidad para las mismas condiciones, críticas estudiadas [...]. En la página 216 a 219 se presentan 11 tablas que resumen los valores de factor de seguridad para los cortes A-A´, B-B´, C-C´, D-D', E-E', F-F', G-G', H-H', I-I', J-J' y K-K' bajo las condiciones de sin sismo y sismo extremo 0.15 g.

En el Plano 15 se presenta la zonificación de amenaza para el proyecto en condición de cortes temporales y obras de mitigación teniendo en cuenta las diferentes superficies de falla y en donde se observa que la amenaza es BAJA en toda el área del lote.

En el apartado 6.4 Análisis de estabilidad con el Proyecto y obras de Mitigación, se menciona que [...] *Finalmente se efectuó el mismo análisis para el escenario con la construcción del proyecto y las obras de mitigación, se realizaron los análisis de estabilidad para las mismas condiciones críticas estudiadas y teniendo en cuenta la sobrecarga producida por las edificaciones* [...]. En la página 223 y 224 se presentan las tablas que resumen los valores de factor de seguridad para los cortes A-A´, B-B´, C-C´, D-D', y E-E', teniendo en cuenta condiciones de sin sismo y sismo extremo 0.15 g, sin embargo no se presentan los resultados de las secciones F-F', G-G', H-H', I-I', J-J' y K-K', ya que los análisis son los mismos que para la condición anterior.

El Consultor concluye [...] "de acuerdo con los resultados de los análisis de estabilidad, se puede concluir que con la construcción de obras de mitigación se reduce la amenaza a BAJA a lo largo toda la ladera.

En los planos No. 7, 11 y 15 y 18 se presenta la zonificación de amenaza para los diferentes escenarios analizados. Dichos Planos se encuentran sobre una base cartográfica en planta a escala 1:750, con curvas de nivel cada 1m, con firma del Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña, que entiende el FOPAE es el analista de riesgo y 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

Adicionalmente, el consultor presenta en el aparte 6.5, el análisis de estabilidad para el dique de protección de la Quebrada el Pilar, el cual presenta alturas comprendidas entre 0.3 y 1.2m, con base en los análisis realizados, pueden conformarse con taludes a 45°. Este análisis se realizó mediante el software de equilibrio límite para condiciones estáticas y dinámicas.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Para que el Consultor valide los análisis de estabilidad que le permitan evaluar la amenaza, es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos.
- El Consultor debe dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 3.2.1.4. del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006, [...]*Cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda o no intervención serán marcadas en los planos correspondientes de zonificación* [...].

6.4 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El capítulo 7 del estudio corresponde con el apartado de Evaluación de Vulnerabilidad Física, la cual queda plasmada en los Planos 8, 12, 16 y 19.

En la página 233 del estudio se menciona que *[...] En forma general, la vulnerabilidad es una función tanto de la intensidad del fenómeno como de la resistencia del elemento expuesto. La primera variable ya se tuvo en cuenta en la evaluación de la amenaza [...].*

Para evaluar la vulnerabilidad física, el Consultor realiza a la tipificación de las viviendas y define los índices de daño (Leone 1996); evalúa el índice de vulnerabilidad física (IVF), con una expresión empírica (Soler el al 1998) en función del índice de daño y de un coeficiente de importancia dependiente de las condiciones de amenaza por remoción en masa.

En la página 240 el Consultor presenta una tabla denominada Matriz de Índice de Daño utilizada para el estudio y en la página 241 la Tabla que categoriza la vulnerabilidad en función del Índice de Vulnerabilidad Física (IVF).

En las páginas 243 y 244 el Consultor presenta los valores de IVF para los escenarios analizados de acuerdo con la amenaza obtenida.

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 apartado 7.1.2. Edificaciones Proyectadas, se menciona que *[...] Para las edificaciones proyectadas, se ha determinado una tipología B4 y básicamente estarán sometidas a solicitaciones por empujes laterales [...].*

En la evaluación de la vulnerabilidad en las vías aledañas al proyecto, el Consultor dice *[...] Teniendo en cuenta que no existe una metodología específica para el análisis de vulnerabilidad en vías, se utilizó y adoptó la metodología de Leone y el DRM propuesta para edificaciones y esta Compañía a su criterio la utilizó para los análisis de vulnerabilidad [...].* Para la evaluación de este apartado el FOPAE asume que no se presentan redes de servicios públicos en cercanías del costado norte del proyecto (carrera 13 Sur y Carrera 11 Este), al costado sur (calle 14 Sur), al costado occidental (transversal 9E) y al costado oriental (la antigua vía a oriente) ya que el Consultor no las presenta ni en los Planos ni el cuerpo del estudio.

En las conclusiones del análisis de vulnerabilidad, se menciona que:

- Se requiere elaborar un plan de medidas de mitigación de riesgos para garantizar el adecuado comportamiento de las edificaciones, construcciones y vías vecinas de manera apropiada durante su construcción y a largo plazo.

- El tipo de medidas se refieren básicamente al manejo de aguas mediante la construcción de varios niveles de filtros y cunetas a lo largo de la ladera y en especial para la recolección de las aguas provenientes de las casas vecinas al sur y occidente.

- Adicionalmente y teniendo en cuenta la alta amenaza y vulnerabilidad de las casas vecinas al sur, se requiere de una reconformación del terreno mediante un terraceo y adicionalmente se requiere la construcción de muros de contención en la parte alta de la ladera tipo gaviones contra las construcciones y vías aledañas.

- De acuerdo con el estudio hidráulico e hidrológico efectuado sobre las quebradas, se concluye que se requieren medidas de mitigación referentes a diques de protección para evitar posible desbordamiento de la Quebrada el Pilar en un evento de muy baja probabilidad de ocurrencia.

- Teniendo en cuenta el deslizamiento ocurrido en la calzada de la antigua Vía a Oriente frente a San Jerónimo del Yuste, se ratifica la condición de amenaza alta en esta zona y se diseñan medidas de mitigación referentes a la captación y conducción de las aguas que están afectando los rellenos superficiales existentes en esta zona y la construcción de un muro de contención en gaviones.

- No se analiza un escenario con cambio de uso y teniendo en cuenta la sobrecarga de las nuevas edificaciones sin obras de mitigación, ya que como se ha mencionado se requiere la construcción de obras hidráulicas antes de construir las edificaciones con el fin de garantizar que la amenaza es baja en todo momento del proyecto.

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 construir las medidas de mitigación previo al inicio de las obras y esta Consultoría se exime de cualquier responsabilidad en caso que el constructor no siga al pie de la letra las recomendaciones y diseños contenidos en este informe.

- Igualmente se solicita informar a esta Consultoría de cualquier cambio en los diseños del proyecto que puedan modificar o alterar los diseños de las obras de mitigación.

Por último el consultor menciona que *[...] Las edificaciones serán construidas bajo las normas sismo resistente (NSR-98), adoptadas en Colombia, por lo cual la vulnerabilidad se la misma será mínima [...].*

En los planos No. 8, 12 y 16 y 19 se presenta la zonificación de vulnerabilidad de los elementos físicos expuestos para los diferentes escenarios analizados. Dichos Planos se encuentran sobre una base cartográfica en planta a escala 1:750, con curvas de nivel cada 1m, con firma del Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña, que entiende el FOPAE es el analista de riesgo y director del estudio.

CUMPLE PARCIALMENTE

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 y a las evaluaciones de amenaza.
- El Consultor debe dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 3.2.1.4. del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006, [...]*Cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda o no intervención serán marcadas en los planos correspondientes de zonificación* [...].

6.5 EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el capítulo 8 Evaluación de Riesgo por Fenómenos de remoción en masa, el Consultor asegura que [...] *para la evaluación del riesgo se consideran el grado de amenaza y su influencia espacial y el grado de vulnerabilidad de los elementos expuestos. Para los factores de seguridad obtenidos en la condición actual, una amenaza ALTA y una Vulnerabilidad MEDIA a ALTA, se considera que el riesgo por fenómenos de remoción en masa en la condición actual y durante la obra y sin obras de mitigación es ALTO para las vías y algunas edificaciones vecinas. Sin embargo con las obras de mitigación es posible reducir la amenaza y la vulnerabilidad a baja y por lo tanto el riesgo es bajo*". [...]

El consultor menciona en la página 124 *[...] se requiere diseñar un plan de medidas de mitigación de riesgos para garantizar el adecuado comportamiento de las edificaciones, construcciones y vías vecinas de manera apropiada durante su construcción y a largo*

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

plazo. Luego de implementar estas obras la amenaza y el riesgo se reducen a bajos en todos los escenarios analizados [...].

Finalmente, en el estudio se incluyen los Planos 9, 13, 17 y 20, con la zonificación del riesgo para cada condición analizada, producto del cruce de información de amenaza y vulnerabilidad en un programa GIS, dándole más peso a la amenaza que a la vulnerabilidad. Los Planos se presentan a escala 1:750 y con curvas de nivel cada 1m, con firma del Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña, que entiende el FOPAE es el analista de riesgo y director del estudio.

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.
- El Consultor debe dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 3.2.1.4. del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006, [...]*Cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda o no intervención serán marcadas en los planos correspondientes de zonificación* [...].

6.6 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el estudio se incluye el Capítulo 9 "Obras de Mitigación de Riesgos", en el cual se citan las estructuras que a modo de ver del Consultor son necesarias para mitigar el riesgo generado por la construcción del proyecto.

El Consultor menciona que los cortes a realizar no superarán los 2 m de altura. Adicionalmente el consultor afirma [....] *"en la zona alta contra las edificaciones ubicadas al sur se conformarán terrazas para retirar los rellenos existentes, las cuales se complementarán con un muro de contención en la base que será en gaviones y cuya función será proteger las vías y edificaciones vecinas al sur y occidente"*

Adicionalmente menciona que: "... *se requieren medidas de mitigación relacionadas con la adecuad captación y conducción de aguas para garantizar un nivel de agua a una profundidad mínima de 3m y de esta forma lograr que la amenaza sea baja durante 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

construcción de las obras y luego durante la vida útil del proyecto y la construcción de los muros de contención descritos, adicionales a la reconformación del terreno en la zona alta al sur del lote…". Además menciona que las obras de mitigación son las siguientes: cunetas y filtros, muros en gaviones, reconformación de terrazas y reconformación del cauce de la quebrada y diques.

Para los cortes, el Consultor menciona que no tendrán más de 2 m de altura y la pendiente será inferior o igual a 45°, menciona también [...] *"como se ha mencionado en la parte alta de la ladera, fuera de la intervención del proyecto, es necesario reconformar en una zona el terreno con el fin de retirar parcialmente los rellenos existentes. Estas terrazas se harán con taludes a 30° con la horizontal y serán empradizados para su protección".*

En el numeral 9.2 se presentan las características principales de los muros en gaviones, los cuales tendrán alturas comprendidas entre 3 y 5.5m. Adicionalmente, se menciona que las memorias de cálculo de la estabilidad de estos se presentan el anexo B.

En el numeral 9.3 se describen las obras para el manejo del agua, principalmente se plantea un sistema de filtros que se proyecta a una profundidad que oscila entre 5 y 5.5m para las estructuras de gaviones pero su profundidad varía para los cunetas sencillas.

En el numeral 9.4 se dan criterios para los cortes para terrazas y taludes, especificaciones de empradización, filtros, muros en gaviones, dique o jarillón y recomendaciones particulares de construcción anexas al informe.

En el numeral 9.5 se plantea el plan de mantenimiento.

En el numeral 9.6 - Plan de monitoreo, el consultor relaciona actividades y recomendaciones que el FOPAE entiende incluyen lo que en el numeral 3.7 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006 se denomina "Plan de Mantenimiento" y "Plan de Monitoreo". En el plano No. 24 se presenta el plan de monitoreo.

La localización de obras y medidas de mitigación se presenta en el Plano No. 14. sobre una base cartográfica en planta a escala 1:750, con curvas de nivel cada 0.50m, con firma del Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña, que entiende el FOPAE es el analista de riesgo y director del estudio. En el citado plano el Consultor presenta el detalle de filtros y cunetas. No obstante, no se presenta el detalle de la sección de los gaviones a construir, que de acuerdo con el estudio presentan ancho y altura variables, tampoco se presentan las especificaciones que debe cumplir el material de relleno de los mismos.

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

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- 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, conforme con lo establecido en el numeral 3.7 del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006.
- En algunos apartes del informe el Consultor hace referencia al "Estudio de Riesgo por Remoción en Masa y Diseños Detallados de las Obras de Control, Protección y Estabilización en el Barrio San Cristóbal Sur, Localidad de San Cristóbal" contratado por el FOPAE en el año 2000 en el cual se propuso la implementación de medidas de mitigación. Al respecto se aclara que dicho estudio no tenía como objeto mitigar la condición de riesgo frente a nuevos desarrollos urbanísticos por lo que las obras de mitigación propuestas y que se citan en el estudio mencionado no liberan al urbanizador o constructor de su responsabilidad en cuanto a las obras de mitigación que éste proponga, así como de su implementación y funcionalidad, de tal manera que sí se acoge en su estudio al contratado por el FOPAE lo hace bajo su propia responsabilidad. De lo anterior, se desprende que sí el Urbanizador llegare a estimar que las obras propuestas en el estudio contratado por el FOPAE no son las adecuadas para mitigar la amenaza de la Urbanización debe adelantar soluciones alternativas, las cuales deben estar debidamente soportadas conforme a lo establecido en la Resolución 227 de 2006. Así mismo se aclara que no es obligación del FOPAE construir las obras de mitigación planteadas en el estudio, toda vez que esta entidad ha tomado otras medidas no estructurales con el fin de proteger la vida de las personas que habitan los predios cubiertos por el estudio contratado en el año 2000.

6.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El Consultor en el numeral 6.3.1. del estudio incluye la Evaluación y Clasificación de la amenaza con el desarrollo del proyecto y con Obras de Mitigación, en el cual el Consultor realiza el análisis de estabilidad para las secciones A-A´, B-B´, C-C´, D-D', E-E', F-F', G-G', H-H', I-I', J-J' y K-K', con la construcción de obras de mitigación. De acuerdo con los citados análisis el Consultor obtiene factores de seguridad, bajo condiciones extremas, que dan una condición de amenaza baja.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Considerando que el análisis de estabilidad para el escenario con la implantación del proyecto depende directamente del modelo geológico - geotécnico planteado y que a lo largo del estudio se han realizado varias observaciones referentes a éste, se tiene que el cumplimiento de este aparte del estudio está sujeto al cumplimiento de las observaciones planteadas previamente.

6.8 PROFESIONALES

En el estudio se adjunta la carta de responsabilidad firmada por el ingeniero Alfonso Uribe, quien se entiende es el responsable de los análisis de antecedentes históricos de remoción en masa y de evaluación de procesos de inestabilidad, así como la cuantificación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. De igual forma, el estudio es avalado por el Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo.

Así mismo se anexan al informe, las hojas de vida de los responsables del estudio, Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña y Geólogo José Manuel Naranjo, los cuales el FOPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE

6.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado incluye todos los capítulos mínimos recomendados 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 recomendadas a lo largo del presente concepto.

CUMPLE PARCIALMENTE

6.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Todos los planos se presentan firmados por los profesionales que se relacionan en los mismos y que fueron responsables de su elaboración, de acuerdo con que se estipula en el numeral 4 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006.

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

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 Alfonso Uribe Sardiña.

NO CUMPLE

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

7. TERCERA REVISIÓN DEL ESTUDIO - Concepto Técnico No. CT-6429 (Fecha Junio/2012)

7.1 ESTUDIOS BÁSICOS

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

CUMPLE DESDE LA VERSIÓN ANTERIOR

Lo expuesto en este estudio, es responsabilidad del profesional competente de la consultoría. Está por fuera de las responsabilidades del FOPAE realizar la verificación de la veracidad de lo mostrado en el estudio.

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

CUMPLE DESDE LA VERSIÓN ANTERIOR

Lo expuesto en este estudio, es responsabilidad del profesional competente de la consultoría. Está por fuera de las responsabilidades del FOPAE realizar la verificación de la veracidad de lo mostrado en el 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

c) Hidrogeología

CUMPLE DESDE LA VERSIÓN ANTERIOR

d) Drenaje Superficial

El consultor menciona que dentro del lote existen dos cauces de Quebradas hacia el costado oriental, Quebrada El Chuscal y Quebrada El Pilar, las cuales se unen dentro del lote. Adicionalmente en el Anexo D se adjunta el Concepto Técnico del Acueducto donde se presenta la delimitación de las rondas hidráulicas de las Quebradas y Zonas de Manejo y Preservación Ambiental.

En el aparte 4.9.1. se menciona que en el anexo F se presenta la evaluación de las Quebradas identificadas en el lote. En el anexo F, se presenta el "Estudio hidrológico e hidráulico de las quebradas El Chuscal y El Pilar en el predio Ladrillera", en la cual se realiza una delimitación y caracterización natural, fisiográfica e hidráulica de las cuencas de las Quebradas El Chuscal y El Pilar. Adicionalmente se realiza un análisis de las condiciones antrópicas que corresponde a características urbanísticas (Proyecto San jerónimo del Yuste), que han variado el área de escorrentía de las microcuencas, lo cual se tiene en cuenta en el parte 4 - Cálculo de Caudales del Anexo F, en el cual se tiene en cuenta la información de Intensidad, Duración, Frecuencia dada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, para determinar los valores de precipitación total para periodos de retorno de 100 y 25 años, siendo 0.121in y 0.101in respectivamente, para finalmente determinar los Caudales totales, siendo 1,6894m3/s para la quebrada El Pilar y 4.7335m3/s para la quebrada El Chuscal, en el colector que se ubica dentro del predio, para la condición actual y un periodo de retorno de 100 años, adicionalmente se realizó el análisis para tiempos de retorno de 25 años, y posteriormente se realizó el análisis en condiciones futuras (de población).

En el punto 5 del Anexo F, se presenta la simulación del flujo de las Quebradas en la zona de estudio, por medio del software HEC-RAS 4.10, en el cual se concluyó que: *"Con base en estos resultados presentados para las quebradas el Pilar y El Chuscal se determinó que era necesario ampliar la capacidad de los cauces para que pudieran soportar los eventos de gran magnitud. Por eso se diseñaron diques para lograr alcanzar unas condiciones que permitan encauzar las aguas que se prevén en las lluvias fuertes."*Adicionalmente se realizó la simulación de la condición hidráulica de las quebradas y del colector, con la solución proyectada, alimentando nuevamente el modelo con los caudales pico correspondientes al periodo de diseño de los 100 años

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

(6.55m3/s para el Chuscal y 1.85m3/s para el Pilar)) y teniendo en cuenta las obras que se proponen.

El consultor menciona que: *"...cabe aclarar que en este modelo la condición de descarga del colector no se tomó a flujo libre, es decir a partir del Ycrítico sino del Ynormal lo cual nos da cierto factor de seguridad sobre el resultado. Si se realiza un análisis de flujo uniforme un colector de ϕ1.5m al 2% con material flexible como el que proyecta tiene capacidad de 13m3/s, por lo que este colector es más que suficiente para el transporte de estos 8.4m^3/seg..."*

Adicionalmente se realizó un análisis de socavación general en las quebradas El Chuscal y El Pilar en la zona delimitada por el predio, por medio del Método de Lischtvan-Levediev, donde para la quebrada Chuscal se inició desde el K0+000 y terminó en el K0+203.90 y para quebrada El Pilar desde el K0+000 al K0+100; el consultor menciona que para el análisis de socavación se realizó en dos etapas: *"...incialmente se realizaron apiques y ensayos de laboratorio de los materiales encontrados con el fin de determinar las características mecánicas de los suelos y la capacidad de soportar el arrastre de material..."*, y *"...sin embargo en complemento del ejercicio anterior que contempla una condición desventajosa y supuesta, se realizó un trabajo de campo dedicado a reiterar o revisar la posición de las formaciones rocosas y de los materiales como arcillolitas y areniscas con el objetivo de mantener el lecho actual de las quebradas aprovechando dichos materiales..."*, para lo cual se presenta en el anexo F un informe de *"Caracterización de las Quebradas El Chuscal y El Pilar - San Cristóbal Sur"*, con el fin de sectorizar las quebradas y ubicar las zonas de acuerdo al tipo de material encontrado en campo.

Como resultado de este análisis se propone la construcción de unas traviesas, las cuales son descritas por el consultor como: *"...muros fundidos bajo tierra cuya profundidad de cimentación será mayor a la profundidad de socavación para la condición más desventajosa es decir la que se daría sin los materiales rocosos... el ancho de dichos muros o pantallas supera en 1.5m a cada lado el ancho de la sección hidráulica futura de la quebrada, el espesor de estos elementos podrá ser de 35cm, respecto a la cota superior de estos elementos se proyecta que se ubique a ras con la cota rasante del lecho en cada punto de instalación. Estas traviesas no solo frenan la socavación sino que aguas arriba permiten albergar sedimentos y materiales de arrastre que pueden afectar la estabilidad de las quebradas..."*. Estas traviesas se ubican de acuerdo con lo mostrado en los planos 6 al 9.

En el anexo F, también se presenta el diseño de los sistemas de filtros en la zona de acceso y vía nueva, y de los sistemas de captación de aguas de escorrentía (cunetas y colectores).

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

Adicionalmente, el consultor presenta un análisis de riesgo por avenidas torrenciales, en el cual se tomó como base el estudio hecho por la Universidad Nacional de Colombia *"Análisis e Investigación de procesos de Flujos de detritos como eventos generadores de riesgo en la cuenca alta del Río San Cristóbal", luego de realizar una análisis de las zonas que pueden almacenar material y su respectivo volumen de almacenamiento, el consultor concluye: "...El volumen presupuestado para el almacenamiento es mucho mayor que el volumen de sedimentos que puede aportar la microcuenca el triángulo a la quebrada el Chuscal, lo cual implica que el material que llegue al colector sea de una proporción mucho menor a la capacidad de arrastre de la quebrada y no afecte el correcto funcionamiento de éste..."*

En los planos presentados en el Anexo F se presentan plantas, secciones hidráulicas y detalles de las obras o soluciones hidráulicas propuestas.

Finalmente, en el punto 9 del Anexo F se presentan los resultados del análisis hidráulico de las quebradas y del cálculo de la socavación en el interior del predio, en el cual principalmente, entre otras, se menciona:

> *"...se exige la adecuación de diques de confinamiento que permitan garantizar la capacidad hidráulica de las quebradas respetando los lechos de las mismas...*
>
> *...teniendo en cuenta que la canalización existente que recibe y transporta los caudales de ambas quebradas no cumple con los requisitos actuales de la EAAB para los sistemas de alcantarillado y considerando que el futuro desarrollo de la urbanización requiere espacio, se propone una canalización de tubería de 1.5m de diámetro y el 2% de pendiente, con quiebres suaves que garantizan el buen comportamiento del flujo...*
>
> *...a partir de los perfiles longitudinales derivados de la topografía de las quebradas El Chuscal y El Pilar, se concluye que es indispensable adecuar traviesas o barreras que eviten altos niveles de socavación y respetar las formaciones rocosas, arcillolitas y areniscas existentes en el lecho de dichos cuerpos de agua...*
>
> *...se aclara que la importancia de las obras propuestas tales como cunetas, filtros y colectores consiste en la disminución de los caudales por escurrimiento en las laderas del predio y el batimiento de los niveles freáticos que pueden determinar deslizamientos de material...*

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 adecuación de los diques de protección para cada una de las quebradas mejora la capacidad de almacenamiento disminuyendo velocidades y reduciendo la socavación...

...se sugiere que la autoridad competente o la EAAB supervisen periódicamente la posible acumulación de basuras por parte de la comunidad y lleven a cabo las labores de limpieza y mantenimiento pertinentes...

...se requiere que se implemente un sistema de alerta temprana - SAT...

...se hace pertinente la evaluación estructural de los box coulvert que cruzan la carrera 11Este, la reconstrucción de los cabezales de descarga de dichas estructuras a las quebradas El Chuscal y El Pilar y la adecuación de sedimentadores aguas arriba de los cruces vehiculares, dichas estructuras de almacenamiento en lo posible deben albergar la mayor cantidad posible de material sedimentable, según un estimativo preliminar se sugiere estudiar la posibilidad de adaptar almacenameintos capaces de albergar 35m3 de sedimentos provenientes de la zona alta del Chuscal y 10m3 de sedimentos provenientes de la zona alta de la quebrada El Pilar...

...es necesario que se inicie la reforestación y/o arbolización de la cuenca alta de la quebrada El Chuscal ya que estas zonas desprotegidas pueden generar avenidas torrenciales o fenómenos de remoción en masa..."

CUMPLE

- El FOPAE, con base en la Resolución 227 de 2006, aclara que no es del alcance de esta revisión la comprobación y validación de los parámetros geomecánicos, los análisis de estabilidad, el empleo de software, los resultados de los análisis y los diseños geotécnicos de las medidas de mitigación, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad y compromiso, anexa al informe del estudio, limitándose la revisión a verificar el cumplimiento de la Resolución. De la misma manera, la revisión del estudio Hidrológico e Hidráulico no tiene el alcance de la comprobación y validación de parámetros hidrológicos e hidráulicos utilizados en las modelaciones, ni de la selección de modelos o empleo de software, de manera que los resultados de los análisis y los diseños hidráulicos son responsabilidad del consultor como lo debe refrendar con su firma en la carta de responsabilidad y compromiso.

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) Sismología

Según el estudio, de acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente NSR-10, el suelo se puede caracterizar como tipo D. Según el Decreto 523 de 2010 el terreno se encuentra en la transición entre las Zonas Cerros, Depósitos de Ladera y Piedemonte B, para las cual la aceleración máxima promedio es de 0.22 g.

Teniendo en cuenta la Resolución 227 se tomó para los análisis en condición extrema 2/3 de dicha aceleración, es decir 0.15 g. Lo anterior teniendo en cuenta lo mencionado en el numeral 3.4 de dicha resolución y teniendo en cuenta los artículos 5.6 y 5.7 del decreto 523 de 2010.

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.

f) Uso del Suelo

El consultor en el estudio menciona: *"La cobertura vegetal actual del predio la constituyen principalmente pastos bajos. El uso actual del suelo en la zona es residencial y tal como se ha mencionado, la ladera original fue modificada por actividades de extracción minera y posterior relleno con materiales sobrantes de la explotación"*, adicionalmente menciona: *"El uso precedente fue por lo tanto de cantera para la extracción de arcillas y luego de patio para disposición de sobrantes..."*. También menciona que actualmente la actividad minera cesó hacia los años 80 tanto en el lote como en el área aferente y que no existen problemas de erosión ni de remoción en masa en el predio ni en su zona de influencia.

Finalmente menciona como una aclaración que: *"... la totalidad del lote fue utilizada para explotación minera y la mayor parte del mismo utilizado posteriormente como patio de disposición de sobrantes."*

En el numeral 4.5.2 del estudio, el consultor realiza una descripción de los procesos de remoción en masa que se presentan en la zona de estudio.

El uso precedente y el uso actual del suelo son presentados en los planos 22 y 23, sobre una base cartográfica en planta a escala 1:750, con curvas de nivel cada medio metro,

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 firma del Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña, que entiende el FOPAE es el director del estudio.

CUMPLE

7.2 MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

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

El consultor presenta una fotointerpretación multitemporal de fotografías aéreas con fechas desde el año 1943 hasta el año 2004, en el cual se menciona: *"... que el año 1943 la zona presenta un pico en relación a las canteras de explotación, siendo notable la presencia de procesos erosivos y escarpes. En el predio propiamente se observan las instalaciones de la Ladrillera Gaitana, abarcando gran parte del lote y con varias zonas desprovistas de vegetación, con surcos de erosión en las laderas adyacentes. Para esta época no se observan viviendas ni mayor infraestructura en la zona; en el año de 1955, persisten gran parte de las explotaciones del área, la gran mayoría ubicadas a ambos lados de la antigua vía a Villavicencio. En el lote de estudio se presenta un notable cambio siendo muy reducida la planta física de la ladrillera y con muy poca presencia de erosión ni de movimientos en masa. Es de destacar la rápida recuperación que presenta la zona de estudio, una vez se abandonan los trabajos de explotación y procesamiento de las arcillas. Sobre la margen izquierda de la quebrada El Triángulo y aguas arriba del predio se detallan varias canteras, posiblemente relacionadas con los problemas posteriores de viviendas ubicadas en estas zonas de los barrios Corinto y Triángulo Alto y Bajo; en 1979 la zona se encuentra con muy pocas zonas de explotación, permitiendo que las vertientes recuperen parte de la cobertura vegetal. En el lote la condición sigue muy parecida a la reportada en 1955, con nula presencia de erosión o movimientos en masa; desde esta última época y hasta el 2004, se consolida el cambio en el uso del suelo de la zona, pasando de tener varias canteras de explotación arcillas a varios barrios y calles de acceso. Se destaca la presencia del barrio El Triángulo y San Cristóbal, donde como se ha hecho mención se han presentado problemas de inestabilidad por falta de adecuados manejos de aguas residenciales y también debido a la precariedad de las construcciones allí presentes; la zona del lote como tal no presenta cambios muy notorios, a excepción de una densa cobertura vegetal en los alrededores de la quebrada..."*

En el numeral 4.5.2 del estudio, el consultor realiza una descripción de los procesos de remoción en masa que se presentan 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

CUMPLE

El FOPAE aclara que los resultados y conclusiones presentadas en el estudio desarrollado por la firma Alfonso Uribe y Cia. S.A., corresponden al análisis de las condiciones particulares del proyecto y son de su absoluta responsabilidad; igualmente, 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

El consultor describe que se realizó el análisis de once (11) secciones representativas (A-A', B-B', C-C', D-D', E-E', F-F', GG', H-H', I-I', J-J' y K-K'), en los cuales los estratos se presentan claramente definidos y teniendo en cuenta las condiciones geológicas y geotécnicas en toda el área del terreno. Igualmente menciona en el estudio que: *"...según el modelo geotécnico definido, existe un estrato superficial correspondiente a rellenos antrópicos, bajo los cuales se encuentran los suelos residuales arcillosos de la Formación Bogotá, depósitos de suelos deslizados y aluviales en la zona de quebradas y a continuación la roca arcillolita que conforma las laderas del sector."*

Adicionalmente el consultor menciona que *"...los parámetros para los análisis de estabilidad, a partir de los resultados de los ensayos de laboratorio, obtenidos a partir de muestras extraídas en el sitio en los todos los estratos."*

Según lo anterior el consultor menciona que: para los suelos Residuales de la Formación Bogotá (Tpb-sr) se realizaron 2 ensayos de corte directo y los parámetros escogidos para el modelo corresponden al promedio de los resultados obtenidos; para los depósitos aluviales Qal, se efectuó un ensayo de corte directo; en las arcillolitas de la Formación Bogotá se realizaron también 3 ensayos de corte directo y los parámetros escogidos para el modelo corresponden al promedio de los resultados; para los Depósitos Antrópicos Qra, se efectuaron 5 ensayos de corte directo y una correlación con los ensayos de SPT efectuado in situ, sin embargo los datos dan con gran dispersión, por lo tanto se decidió efectuar una calibración del modelo para este estrato, tomando como base la topografía original de la ladera en la sección A-A' antes del deslizamiento ocurrido en la Antigua Vía a Villavicencio, por lo tanto se efectuaron entonces análisis de estabilidad en esta sección con agua superficial y sin sismo, tal como fueron las condiciones en el momento de la falla y teniendo en cuenta que las características de los rellenos existentes corresponden con materiales principalmente cohesivos, se escogió de la manera más

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

conservadora posible los parámetros de resistencia para los rellenos en la totalidad del lote y para todos los análisis.

El mismo análisis que se realizó para los depósitos antrópicos, se realizó para los depósitos de suelos y rellenos deslizados (Qd), y adicionalmente se efectuó un ensayo de corte directo y de acuerdo con la calibración del modelo, se obtuvieron los parámetros para este estrato.

El consultor presenta el plano No.5, en el cual se identifican procesos de remoción en masa actuales y potenciales en la zona de estudio, adicionalmente menciona que: *"Por las características de los depósitos antrópicos ya descritas y el espesor de los suelos sobre la roca, se sugiere un mecanismo de falla más crítico de tipo traslacional en el contacto suelos-roca. Sin embargo se efectúan también los análisis para un mecanismo de falla rotacional dentro de los materiales."*

Con relación a los niveles de agua en los análisis de estabilidad, el consultor decidió efectuar los análisis de estabilidad en las condiciones más extremas y conservadoras escogiendo como nivel de agua extrema superficial como el nivel máximo en la condición actual.

Adicionalmente se menciona que para las condiciones normales del terreno en el escenario actual y de acuerdo con los niveles de agua encontrados en las perforaciones, se tomó un nivel de agua a aproximadamente 2m de profundidad. Para el escenario con proyecto el nivel de agua normal será a 3m bajo el nivel de la superficie actual en cada sitio, debido a la construcción de varios niveles de filtros.

Además, el consultor tuvo en cuenta la socavación sobre la Quebrada El Chuscal, con el fin de evaluar su afectación sobre la estabilidad de los depósitos; por lo tanto, el consultor menciona que: *"...se efectuaron los análisis de estabilidad para una condición adicional a las ya analizadas y que corresponde a la construcción de las obras de mitigación en la ladera contra la Antigua Vía a Villavicencio pero incluyendo la geometría del talud que resultaría de la socavación de las quebradas... Este análisis se efectuó para los perfiles G-G' a J-J' para las condiciones extremas y normales de sismo."*; dando como resultado, que: *"...Como se puede observar en las secciones donde la socavación es mayor se presenta una Amenaza Alta por deslizamiento de la ladera aún implementando las obras de mitigación en la misma correspondientes a los muros en gaviones y los filtros y cunetas, por lo tanto se hace imprescindible construir e implementar las obras de mitigación diseñadas por Hidroobras correspondientes a la protección del cauce, las cuales deben construirse antes del proyecto de tal forma que se garantice que la geometría de los cauces corresponderán con los análisis efectuados para la condición con obras de mitigación..."*

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

CUMPLE

Teniendo en cuenta la formulación que realiza el consultor o ejecutor de los estudios, este es responsable del plan de investigación geotécnica como base para la caracterización cuantitativa de los procesos de inestabilidad identificados. Igualmente el consultor es reponsable del programa de ensayos de laboratorio (propiedades índice y mecánicas) que permiten establecer adecuadamente las características esfuerzo-deformación, resistencia u otras propiedades (tales como: permeabilidad, potencial de colapso, potencial de tubificación, etc.) de los materiales involucrados; y la definición de los parámetros obtenidos deberán ser además compatibles con las exigencias de las herramientas analíticas que se empleen para evaluar cuantitativamente los procesos de inestabilidad de interés, sobre los modelos geológico-geotécnicos propuestos.

Igualmente, el uso de correlaciones para la determinación de los parámetros de los materiales a partir de pruebas de campo de uso frecuente no es restringido, sin embargo, es entendido que la pertinencia, validez, y confiabilidad del uso de tales correlaciones en un problema específico es de total responsabilidad del ejecutor de los estudios.

Lo anterior todo, en marco de lo descrito por la resolución 227 de 2006, por la cual se adoptan los términos de referencia para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para proyectos urbanísticos y de construcción de edificaciones en Bogotá D.C.

c) Exploración Geotécnica

En el numeral 5.3. del estudio se incluye el aparte de Exploración Geotécnica según el cual *[...] para la exploración del subsuelo y teniendo en cuenta las características geológicas, geotécnicas y geomorfológicas del terreno, se efectuaron 37 perforaciones localizadas convenientemente y cubriendo el área del lote [...].*

También se menciona que *[...] los resultados de todas las perforaciones se complementaron con ensayos de resistencia a la penetración estándar SPT y ensayos de resistencia al corte con veleta de campo y por lo menos las 2/3 partes de las perforaciones involucraron todos los materiales de interés. Sobre las muestras remoldeadas se realizaron ensayos de clasificación y humedad y sobre muestras inalteradas se realizaron ensayos de corte directo sobre la totalidad de los 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

El consultor menciona que adicionalmente se realizaron 8 apiques, cuyos resultados se presentan en el Anexo F, con el fin de apoyar el estudio de socavación que se realizó, igualmente aclara que estos confirmaron la información tomada con las perforaciones elaboradas en la inicialmente.

El consultor menciona en el estudio, que: *"...En los suelos residuales Tpb-sr se realizaron 2 ensayos de corte directo..."*, adicionalmente, se menciona que: *"...para los depósitos aluviales Qal, se efectuó un ensayo de corte directo..."*, y para las arcillolitas de la Formación Bogotá, *"...se realizaron también 3 ensayos de corte directo..."*; para los depósitos antrópicos el consultor menciona que desarrolló 5 ensayos de corte directo y una correlación con los ensayos de SPT efectuados in situ, sin embargo estos datos presentaron gran dispersión, por lo tanto se realizó un retroanalisis para la determinación de los parámetros geomecánicos, teniendo en cuenta las condiciones antes de que se produjera el deslizamiento ocurrido en la antigua vía a Villavicencio; para los depósitos de suelos y rellenos deslizados y que aparecen cicatrizados al costado suroccidental de la ladera, se realizó el mismo análisis con el fin de identificar sus parámetros geomecánicos. Finalmente, los parámetros utilizados para los análisis se presentan a continuación:

MATERIAL	ESPESOR (m)	PESO UNITARIO (T/m3)	COHESIÓN (T/m2)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)
Rellenos antrópicos (Qra)	0-5.8	1.5	1.0	10°
Suelos residuales (Tpb-sr)	0-3.5	1.5	1.0	32°
Depósito Aluvial (Qal)	0-5.5	1.7	0.5	27°
Depósito suelos y rellenos deslizados (Qd)	0-5.0	1.6	0.5	10°
Arcillolita (Tpb)	>20	1.9	7.3	20°

Con el fin de conocer los niveles de agua para realizar los análisis de estabilidad en las diferentes condiciones, el consultor menciona que se realizaron ensayos de percolación; estos sumados al análisis hidrogeológico, el consultor propone los siguientes niveles de agua: para la condición normal el nivel es -2m, para la condición extrema el nivel es superficial y para la condición con proyecto y obras, el nivel es -3m.

Finalmente, el consultor presenta en el parte Figuras, los perfiles estratigráficos detallados; en el Plano 6 - Localización de Perforaciones, presenta la localización de cada uno de los sondeos ejecutados dentro del área de estudio. En el anexo A se presentan los perfiles de perforación respectivamente.

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 menciona en el aparte 5.4.1 Procesos de Inestabilidad, que: *"...Por las características de los depósitos antrópicos ya descritas y el espesor de los suelos de roca, se sugiere un mecanismo de falla más crítico de tipo traslacional en el contacto suelos-roca. Sin embargo se efectúan también los análisis para un mecanismo de falla rotacional dentro de los materiales..."*.

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

En el Capítulo 6 denominado Análisis de Estabilidad y Evaluación de Amenaza, se presentan 4 escenarios de análisis a saber:

- Condición natural de la ladera o condición actual.
- Condición con cortes y taludes temporales sin obras de mitigación.
- Condición con cortes y taludes temporales con obras de mitigación.
- Condición con construcción de edificaciones y obras de mitigación propuestas.

En este capítulo el Consultor también menciona que *[...] los análisis no se efectúan para el escenario de construcción de las edificaciones sin obras de mitigación, ya que tanto en condición actual como al efectuar los cortes, la amenaza es media y alta en algunos sectores del lote y por lo tanto se deben construir las obras de mitigación en primera etapa con el fin de garantizar que la amenaza y el riesgo sean bajos en todas las etapas del proyecto [...].*

En el apartado 6.1. Análisis de Estabilidad en Condiciones Actuales, para cada uno de los escenarios de análisis planteados, se evaluaron mecanismos de falla rotacional y traslacional, aplicando metodologías que involucran análisis de equilibrio límite. En las páginas 182 a 184 se presentan 11 tablas que resumen los valores de factor de seguridad para los cortes A-A´, B-B´, C-C´, D-D', E-E', F-F', G-G', H-H', I-I', J-J' y K-K', analizados bajo los escenarios previamente descritos. Además, el Consultor afirma que: *"...con los factores de seguridad obtenidos bajo las condiciones más críticas se determina la categoría de la amenaza en condiciones actuales, utilizando los criterios definidos en la resolución 227..."*, adicionalmente 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

[...] En el Plano 7, aparece la zonificación de amenaza para el proyecto en la condición actual, el cual fue elaborado teniendo en cuenta que los factores de seguridad menores que corresponden a una amenaza alta, se presentan al sur en la zona alta contra las edificaciones vecinas y al oriente en la zona hidráulica de la quebrada y sismo. En la zona baja de la ladera donde se construirá el proyecto la amenaza es baja. Este Plano es elaborado para la condición más extrema de agua y sismo y abarca todas las posibles y más críticas zonas de amenaza a las que puede estar sometido el proyecto en todos los escenarios analizados. Por lo tanto se presenta, tal como lo que requiere la Resolución 227 de 2006, la zonificación de amenaza al menos para la condición más extrema y esta consultoría NO considera necesario elaborar un Plano para cada condición analizada. Se reitera que el Plano elaborado presenta las condiciones de amenaza más extremas [...].

El consultor presenta en el aparte 6.1.2. el cálculo de la distancia de viaje, en el cual se explica cómo es utilizada la distancia de viaje para la zonificación de amenaza y se concluye claramente, que el Plano de zonificación de amenaza incluye las condiciones más extremas generadas por la superficie de falla que genera la distancia de viaje más larga en cada perfil. Luego no se efectúa el cálculo de distancia de viaje para cada condición, ya que como recomienda la resolución 227 de 2006 se efectuó para la condición más crítica posible. Cualquier otro análisis sería menos extremo y crítico que el cartografiado en los Planos presentados.

En las páginas 162 a 173 se presentan las salidas gráficas de las corridas de estabilidad para cada uno de los cortes propuestos y descritos en el modelo geológico - geotécnico, teniendo en cuenta los resultados de la distancia de viaje.

En el apartado 6.2. Análisis de Estabilidad con Cambio de Uso del Terreno sin Obras de Mitigación, para cada uno de los escenarios de análisis planteados se evaluaron mecanismos de falla rotacional y traslacional aplicando análisis de equilibrio límite para las secciones teniendo en cuenta cortes temporales y sin obras de mitigación. En las páginas 177 y 178 se presentan 5 Tablas que resumen los valores de factor de seguridad para los cortes A-A´, B-B´, C-C´, D-D' y E-E' analizados bajo los escenarios previamente descritos, sin embargo no se presentan los resultados de las secciones F-F', G-G', H-H', I-I', J-J' y K-K', ya que en estas secciones no hay cortes temporales.

El Consultor menciona [...] *En el Plano 11 aparece la zonificación de amenaza para el proyecto en la condición con cortes temporales sin obras de mitigación, el cual fue elaborado teniendo en cuenta que los factores de seguridad menores que corresponden a una amenaza alta, se presentan al sur en la zona alta contra las edificaciones vecinas y al oriente en la zona hidráulica de la quebrada en condiciones extremas de agua y sismo. En la zona baja de la ladera donde se construirá el proyecto la amenaza es baja* [...].

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 las páginas 180 a 185 se presentan las salidas gráficas de las corridas de estabilidad para cada uno de los cortes propuestos y descritos en el modelo geológico - geotécnico, teniendo en cuenta los resultados de la distancia de viaje.

En el apartado 6.3. Análisis de Estabilidad con Cambio de Uso del Terreno y con Obras de Mitigación, se menciona que [...] Para efectuar el mismo análisis para la condición con la conformación de las terrazas y las obras de mitigación, se realizaron los análisis de estabilidad para las mismas condiciones, críticas estudiadas [...]. En la página 186 a 189 se presentan 11 tablas que resumen los valores de factor de seguridad para los cortes A-A´, B-B´, C-C´, D-D', E-E', F-F', G-G', H-H', I-I', J-J' y K-K' bajo las condiciones sin sismo y sismo extremo 0.15 g.

En el Plano 15 se presenta la zonificación de amenaza para el proyecto en condición de cortes temporales y obras de mitigación teniendo en cuenta las diferentes superficies de falla y en donde se observa que la amenaza es BAJA en toda el área del lote.

En el apartado 6.4 Análisis de estabilidad con el Proyecto y obras de Mitigación, se menciona que [...] *Finalmente se efectuó el mismo análisis para el escenario con la construcción del proyecto y las obras de mitigación, se realizaron los análisis de estabilidad para las mismas condiciones críticas estudiadas y teniendo en cuenta la sobrecarga producida por las edificaciones* [...]. En la página 223 y 224 se presentan las tablas que resumen los valores de factor de seguridad para los cortes A-A´, B-B´, C-C´, D-D', y E-E', teniendo en cuenta condiciones de sin sismo y sismo extremo 0.15 g, sin embargo no se presentan los resultados de las secciones F-F', G-G', H-H', I-I', J-J' y K-K', ya que los análisis son los mismos que para la condición anterior.

El Consultor concluye [...] de acuerdo con los resultados de los análisis de estabilidad, se puede concluir que con la construcción de obras de mitigación se reduce la amenaza a BAJA a lo largo toda la ladera. [...]

En los planos No. 7, 11 y 15 y 18 se presenta la zonificación de amenaza para los diferentes escenarios analizados. Dichos Planos se encuentran sobre una base cartográfica en planta a escala 1:750, con curvas de nivel cada 1m, con firma del Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña, que entiende el FOPAE es el analista de riesgo y director del estudio.

Adicionalmente, el consultor presenta en el aparte 6.5, el análisis de estabilidad para el dique de protección de la Quebrada El Pilar, el cual presenta alturas comprendidas entre 0.3 y 1.2m, con base en los análisis realizados, pueden conformarse con taludes a 45°. Este análisis se realizó mediante el software de equilibrio límite para condiciones estáticas y dinámicas.

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

Además, en el aparte 6.6., el consultor presenta los análisis de estabilidad incluyendo los resultados del análisis de socavación de las quebradas; en el cual se concluye: *"...Como se puede observar en las secciones donde la socavación es mayor se presenta una Amenaza Alta por deslizamiento de la ladera aún implementando las obras de mitigación en la misma correspondientes a los muros en gaviones y los filtros y cunetas. Por lo tanto se hace imprescindible construir e implementar las obras de mitigación diseñadas por Hidroobras correspondientes a la protección del cauce, las cuales deben construirse antes del proyecto de tal forma que se garantice que la geometría de los cauces corresponderán con los análisis efectuados para la condición con obras de mitigación elaborados en el numeral 6.4 del presente estudio y con la cual se garantiza la estabilidad a corto y largo plazo de la ladera y su influencia en proyecto a construir..."*

CUMPLE

El FOPAE reitera que la formulación del modelo geológico geotécnico es responsabilidad absoluta del consultor, en este caso de la firma Alfonso Uribe y Cia. S.A., así como los resultados de los análisis de estabilidad, ya que el FOPAE se limita a verificar el cumplimiento de los términos de referencia de acuerdo con lo exigido en la Resolución 227 de 2006.

7.4 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El capítulo 7 del estudio corresponde con el apartado de Evaluación de Vulnerabilidad Física, la cual queda plasmada en los Planos 8, 12, 16 y 19.

En la página 224 del estudio se menciona que *[...] En forma general, la vulnerabilidad es una función tanto de la intensidad del fenómeno como de la resistencia del elemento expuesto. La primera variable ya se tuvo en cuenta en la evaluación de la amenaza [...].*

Para evaluar la vulnerabilidad física, el Consultor realiza a la tipificación de las viviendas y define los índices de daño (Leone 1996); evalúa el índice de vulnerabilidad física (IVF), con una expresión empírica (Soler el al 1998) en función del índice de daño y de un coeficiente de importancia dependiente de las condiciones de amenaza por remoción en masa.

En la página 228 el Consultor presenta una tabla denominada Matriz de Índice de Daño utilizada para el estudio y en la página 232 la Tabla que categoriza la vulnerabilidad en función del Índice de Vulnerabilidad Física (IVF).

En las páginas 234 y 235 el Consultor presenta los valores de IVF para los escenarios analizados de acuerdo con la amenaza obtenida.

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 apartado 7.1.2. Edificaciones Proyectadas, se menciona que *[...] Para las edificaciones proyectadas, se ha determinado una tipología B4 y básicamente estarán sometidas a solicitaciones por empujes laterales [...].*

En la evaluación de la vulnerabilidad en las vías aledañas al proyecto, el Consultor dice *[...] Teniendo en cuenta que no existe una metodología específica para el análisis de vulnerabilidad en vías, se utilizó y adoptó la metodología de Leone y el DRM propuesta para edificaciones y esta Compañía a su criterio la utilizó para los análisis de vulnerabilidad [...].* Para la evaluación de este apartado el FOPAE asume que no se presentan redes de servicios públicos en cercanías del costado norte del proyecto (carrera 13 Sur y Carrera 11 Este), al costado sur (calle 14 Sur), al costado occidental (transversal 9E) y al costado oriental (la antigua vía a oriente) ya que el Consultor no las presenta ni en los Planos ni el cuerpo del estudio.

En las conclusiones del análisis de vulnerabilidad, se menciona que:

"...- Se requiere elaborar un plan de medidas de mitigación de riesgos para garantizar el adecuado comportamiento de las edificaciones, construcciones y vías vecinas de manera apropiada durante su construcción y a largo plazo.

- El tipo de medidas se refieren básicamente al manejo de aguas mediante la construcción de varios niveles de filtros y cunetas a lo largo de la ladera y en especial para la recolección de las aguas provenientes de las casas vecinas al sur y occidente.

- Adicionalmente y teniendo en cuenta la alta amenaza y vulnerabilidad de las casas vecinas al sur, se requiere de una reconformación del terreno mediante un terraceo y adicionalmente se requiere la construcción de muros de contención en la parte alta de la ladera tipo gaviones contra las construcciones y vías aledañas.

- De acuerdo con el estudio hidráulico e hidrológico efectuado sobre las quebradas, se concluye que se requieren medidas de mitigación referentes a diques de protección para evitar posible desbordamiento de la Quebrada el Pilar en un evento de muy baja probabilidad de ocurrencia.

- Teniendo en cuenta el deslizamiento ocurrido en la calzada de la antigua Vía a Oriente frente a San Jerónimo del Yuste, se ratifica la condición de amenaza alta en esta zona y se diseñan medidas de mitigación referentes a la captación y conducción de las aguas que están afectando los rellenos superficiales existentes en esta zona y la construcción de un muro de contención en gaviones.

- No se analiza un escenario con cambio de uso y teniendo en cuenta la sobrecarga de las nuevas edificaciones sin obras de mitigación, ya que como se ha mencionado se requiere la construcción de obras hidráulicas antes de construir las edificaciones con el fin de garantizar que la amenaza es baja en todo momento del proyecto.

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 construir las medidas de mitigación previo al inicio de las obras y esta Consultoría se exime de cualquier responsabilidad en caso que el constructor no siga al pie de la letra las recomendaciones y diseños contenidos en este informe.

- Igualmente se solicita informar a esta Consultoría de cualquier cambio en los diseños del proyecto que puedan modificar o alterar los diseños de las obras de mitigación..."

Por último el consultor menciona que *[...] Las edificaciones serán construidas bajo las normas sismo resistente (NSR-98), adoptadas en Colombia, por lo cual la vulnerabilidad se la misma será mínima [...].*

En los planos No. 8, 12 y 16 y 19 se presenta la zonificación de vulnerabilidad de los elementos físicos expuestos para los diferentes escenarios analizados. Dichos Planos se encuentran sobre una base cartográfica en planta a escala 1:750, con curvas de nivel cada 1m, con firma del Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña, que entiende el FOPAE es el analista de riesgo y director del estudio.

CUMPLE

7.5 EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el capítulo 8 Evaluación de Riesgo por Fenómenos de remoción en masa, el Consultor asegura que [...] *"para la evaluación del riesgo se consideran el grado de amenaza y su influencia espacial y el grado de vulnerabilidad de los elementos expuestos. Para los factores de seguridad obtenidos en la condición actual, una amenaza ALTA y una Vulnerabilidad MEDIA a ALTA, se considera que el riesgo por fenómenos de remoción en masa en la condición actual y durante la obra y sin obras de mitigación es ALTO para las vías y algunas edificaciones vecinas. Sin embargo con las obras de mitigación es posible reducir la amenaza y la vulnerabilidad a baja y por lo tanto el riesgo es bajo".* [...]

Finalmente, en el estudio se incluyen los Planos 9, 13, 17 y 20, con la zonificación del riesgo para cada condición analizada, producto del cruce de información de amenaza y vulnerabilidad en un programa GIS, dándole más peso a la amenaza que a la vulnerabilidad. Los Planos se presentan a escala 1:750 y con curvas de nivel cada 1m, con firma del Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña, que entiende el FOPAE es el analista de riesgo y director del estudio.

CUMPLE

7.6 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

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 estudio se incluye el Capítulo 9 "Obras de Mitigación de Riesgos", en el cual se citan las estructuras que a modo de ver del Consultor son necesarias para mitigar el riesgo generado por la construcción del proyecto.

Las obras de mitigación corresponde a la construcción principalmente de: cunetas y filtros, muros en gaviones (ladera suroccidental 2 y vía oriente 1), reconformación con terrazas, reconformación quebrada del cauce y con diques, y obras de protección del cauce.

El Consultor menciona que los cortes a realizar no superarán los 2m de altura. Adicionalmente el consultor afirma [....] *"en la zona alta contra las edificaciones ubicadas al sur se conformarán terrazas para retirar los rellenos existentes, las cuales se complementarán con un muro de contención en la base que será en gaviones y cuya función será proteger las vías y edificaciones vecinas al sur y occidente"*

Adicionalmente menciona que: *"... se requieren medidas de mitigación relacionadas con la adecuada captación y conducción de aguas para garantizar un nivel de agua a una profundidad mínima de 3m y de esta forma lograr que la amenaza sea baja durante la construcción de las obras y luego durante la vida útil del proyecto y la construcción de los muros de contención descritos, adicionales a la reconformación del terreno en la zona alta al sur del lote..."*. Además menciona que las obras de mitigación son las siguientes: cunetas y filtros, muros en gaviones, reconformación de terrazas y reconformación del cauce de la quebrada y diques.

Para los cortes, el Consultor menciona que no tendrán más de 2m de altura y la pendiente será inferior o igual a 45°, menciona también [...] *"como se ha mencionado en la parte alta de la ladera, fuera de la intervención del proyecto, es necesario reconformar en una zona el terreno con el fin de retirar parcialmente los rellenos existentes. Estas terrazas se harán con taludes a 30° con la horizontal y serán empradizados para su protección"*.

En el numeral 9.2 se presentan las características principales de los muros en gaviones, los cuales tendrán alturas comprendidas entre 3 y 5.5m. Adicionalmente, se menciona que las memorias de cálculo de la estabilidad de estos se presentan el anexo B.

En el numeral 9.3 se describen las obras para el manejo del agua, principalmente se plantea un sistema de filtros que se proyectan a diferentes niveles de terrazas de la zona alta y media del lote y detrás de los muros en gaviones a construir. Los detalles y obras de las obras propuestas son mostrados en el plano de obras de mitigación y en los planos del Anexo F. Finalmente se presentan las conclusiones del análisis hidráulico de las

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

quebradas y del cálculo de la socavación en el interior del predio, las cuales fueron expuestas anteriormente.

En el numeral 9.4 se describen las obras de drenaje de la zona y las obras propuestas; en el numeral 9.4.1 se presenta el diseño del sistema de filtros en la zona de acceso y la vía nueva; en el numeral 9.4.2 se presenta el diseño del sistema de cunetas y colectores diseñados para la captación de caudales generados por escorrentía.

En el numeral 9.5 se evalúa el riesgo por posibles avenidas torrenciales, en el cual se menciona que se tomó como referencia el estudio de la Universidad Nacional de Colombia "Análisis e Investigación de Procesos de Flujos de Detritos como eventos generadores de riesgo en la cuenca alta del Río San Cristóbal", el consultor menciona que el estudio analizó: *"...los efectos producidos por diferentes escenarios que involucran el arrastre de sedimentos como es la erosión en la cuenca alta, inestabilidad de laderas, inestabilidad de las bancas y los mismos fenómenos asociados a movimientos sísmicos, concluyendo que la proporción de sedimentos arrastrados por la combinación de los fenómenos anteriores resulta mucho menor en comparación con los caudales líquidos calculados para los periodos de retorno analizados..."*. Teniendo en cuenta el estudio, para la quebrada El Chuscal se menciona que tiene un valor de arrastre para sedimentos con periodos de retorno de 100 años igual a 289.92m3; según lo menciona el consultor, para disponer estos volúmenes que se pueden generar por avenidas torrenciales, se propone como primera medida construir unos box coulverts que cruzan la vía que limita al sur del predio tanto en la quebrada El Pilar como en la quebrada El Chuscal; adicionalmente comenta que la quebrada El Chuscal cuenta con zonas que sirven para almacenar material, de acuerdo con los cálculos realizados se definió que el volúmen que estas zonas son capaces de almacenar es de 620.53m3, para lo cual concluye: *"...la quebrada El Chuscal tiene zonas con alta capacidad de retención de sedimentos, impidiendo de ésta manera que lleguen gran cantidad de sedimentos aguas debajo de las dos quebradas que es donde se encuentra el colector de 1.5m de diámetro..."*.

Posteriormente el consultor presenta recomendaciones particulares de construcción, para los cortes para las terrazas y taludes, empradización, filtros, muros en gaviones, diques o jarillones.

En los numerales 9.6 y 9.7 se presentan los planes de mantenimiento y monitoreo, el consultor relaciona actividades y recomendaciones que el FOPAE entiende incluyen lo que en el numeral 3.7 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006 se denomina "Plan de Mantenimiento" y "Plan de Monitoreo". En el plano No. 25 se presenta el plan de monitoreo, el cual está compuesto por piezómetros.

La localización de obras y medidas de mitigación se presenta en el Plano No. 14. sobre

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

una base cartográfica en planta a escala 1:750, con curvas de nivel cada 0.50m, con firma del Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña, que entiende el FOPAE es el analista de riesgo y director del estudio. En el citado plano el Consultor presenta el detalle de filtros y cunetas, también se presenta el detalle de la sección de los gaviones a construir, que de acuerdo con el estudio presentan ancho y altura variables, cuyas especificaciones técnicas se encuentran en el numeral 9.6. Los detalles de las obras hidráulicas y de drenaje, se presentan en los planos del anexo F.

CUMPLE

7.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El Consultor en el numeral 6.3.1. del estudio incluye la Evaluación y Clasificación de la amenaza con el desarrollo del proyecto y con Obras de Mitigación, en el cual el Consultor realiza el análisis de estabilidad para las secciones A-A´, B-B´, C-C´, D-D', E-E', F-F', G-G', H-H', I-I', J-J' y K-K', con la construcción de obras de mitigación. De acuerdo con los citados análisis el Consultor obtiene factores de seguridad, bajo condiciones extremas, que dan una condición de amenaza baja.

CUMPLE

7.8 PROFESIONALES

En el estudio se adjunta la carta de responsabilidad firmada por el ingeniero Alfonso Uribe, quien se entiende es el responsable de los análisis de antecedentes históricos de remoción en masa y de evaluación de procesos de inestabilidad, así como la cuantificación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. De igual forma, el estudio es avalado por el Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo.

Así mismo se anexan al informe, las hojas de vida de los responsables del estudio, Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña y Geólogo José Manuel Naranjo, los cuales el FOPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE

7.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado incluye todos los capítulos mínimos recomendados de acuerdo con lo

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

establecido en el numeral 5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE

7.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Todos los planos se presentan firmados por los profesionales que se relacionan en los mismos y que fueron responsables de su elaboración, de acuerdo con que 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 Alfonso Uribe Sardiña.

CUMPLE

8. CONCLUSIONES

El 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 y Riesgo por Procesos de Remoción en Masa Proyecto Ladrillera Conjunto Residencial Calle 13 Sur No. 10-75 Este."*, para el proyecto localizado en la Calle 13 Sur No. 10-75, de la Localidad de San Cristóbal, presentado por la firma Alfonso Uribe y Cia S.A., **CUMPLE** con la totalidad de los términos de referencia establecidos por el FOPAE 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.

Es necesario tener en cuenta que algunas de las obras propuestas en el *"Estudio de Amenaza y Riesgo por Procesos de Remoción en Masa Proyecto Ladrillera Conjunto Residencial Calle 13 Sur No. 10-75 Este."*, se deberán ejecutar dentro de las áreas de Rondas hidráulicas y Zonas de Manejo y Preservación Ambiental de las quebradas El Chuscal y El Pilar, por lo tanto estas deberán ser aprobadas en su diseño y construcción por las autoridades o entidades competentes, a saber, la Secretaría Distrital de Ambiente y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de 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

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 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 Chapinero, 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-6429 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.

Se aclara, que no es del alcance de esta revisión la comprobación y validación de 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

parámetros, los análisis de estabilidad, el empleo de software, los resultados de los análisis y los diseños geotécnicos de las medidas de mitigación, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad y compromiso, anexa al informe del estudio, limitándose la revisión a verificar el cumplimiento de la Resolución 227 de 2006.

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:
JAIME RAFAEL CASAS SALAMANCA Ingeniero Civil - Grupo de Conceptos Técnicos M. P.:No.25202123706 CND	**NUBIA LUCÍA RAMÍREZ CRIOLLO** Profesional Especializado Investigación y Desarrollo - Conceptos
Avaló:	
CÉSAR FERNANDO PEÑA PINZÓN Profesional Especializado Investigación y Desarrollo	

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