1. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5625
1.2 ÁREA:	Técnica y de Gestión
1.3 COORDINACIÓN:	Investigación y Desarrollo
1.4 REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2009ER11514
1.5 RESPUESTA OFICIAL No.	RO – 38432

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	Curaduría Urbana No. 3
2.2 PROYECTO:	Altos del Cerro
2.3 LOCALIDAD:	2. Chapinero
2.4 UPZ:	90 – Pardo Rubio
2.5 BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	La Salle
2.6 DIRECCIÓN:	Calle 60A No. 1A-75, Calle 60A No. 1A-31, Diagonal 60 Bis No. 1-83 (*)
2.7 CHIP:	AAA0090BOPP, AAA0090BOHY, AAA0090BOFT
2.8 ÁREA (Ha):	0.75
2.9 FECHA DE EMISIÓN:	14 de septiembre de 2009
2.10 EJECUTOR DEL ESTUDIO:	ESPINOSA Y RESTREPO & CIA.

(*) De acuerdo con el oficio del solicitante, el predio para el cual se realizó el estudio detallado de Amenaza y Riesgo por procesos de Remoción en Masa, se encuentra ubicado en la Carrera 1 No. 60A - 08, sin embargo, teniendo en cuenta la información predial suministrada a la DPAE por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – UAECD, el proyecto abarca tres predios que corresponden con la siguiente nomenclatura: Calle 60A No. 1A-75, Calle 60A No. 1A-31 y Diagonal 60 Bis No. 1-83. Considerando la información oficial, el pronunciamiento se realizará para las tres nomenclaturas relacionadas anteriormente, que corresponden con el lote que se ha localizado en la Figura 1 y que se encuentra entre las coordenadas planas que se presentan en el numeral 4 de este documento.

3. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004 (compilación del Plan de Ordenamiento Territorial - POT), para los futuros desarrollos urbanísticos que se localicen en zonas de amenaza alta y media por remoción en masa, se debe anexar el estudio detallado de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para la solicitud de licencias de urbanismo. Adicionalmente establece que la Dirección de Prevención y

Atención de Emergencias – DPAE, realizará la verificación y emitirá concepto sobre el cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de dichos estudios.

El presente concepto técnico corresponde a la PRIMERA revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias al estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II del Proyecto "Altos del Cerro", ubicado en la Calle 60A No. 1A-75, Calle 60A No. 1A-31 y Diagonal 60 Bis No. 1-83 de la Localidad de Chapinero, en cumplimiento a lo estipulado en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004 y en el marco de lo establecido en la Resolución 227 de julio 13 de 2006, por estar localizado en una zona de amenaza ALTA y MEDIA, de acuerdo 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).

Esta revisión del estudio y verificación técnica se hace en atención a la radicación FOPAE 2009ER11514, donde la Curaduría Urbana No. 3 remite una versión del informe del estudio para que sea revisado, entendiendo que el proyecto se encuentra ubicado en zonas de amenaza media y alta por remoción en masa según el Plano normativo "Amenaza por Remoción en Masa" del POT.

4. GENERALIDADES DEL PROYECTO "ALTOS DEL CERRO"

En la Figura 1 se presenta la localización general del predio donde se sitúa el proyecto "Altos del Cerro", en el mapa de amenaza por remoción en masa del POT; sin embargo, cabe puntualizar, que la delimitación de los predios vinculados al proyecto conforme con la cobertura predial con que cuenta la DPAE, suministrada por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – UAECD, no es del todo precisa, por lo que la localización presentada se hace con base en la cartografía anexa al estudio (Plano Topográfico).

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

Norte:	105167	a	105240
Este:	102193	a	102357
Cotas* (msnm):	2526	a	2549

* Cotas de acuerdo con el Plano Topográfico, anexo al estudio verificado.

De acuerdo con lo presentado en el estudio, el proyecto está ubicado sobre zonas de ladera de los cerros nor-orientales de la ciudad de Bogotá y se construirá en un lote con un área de 7500m^2 aproximadamente y contempla la construcción de dos torres de 17 y 9 pisos, en pórticos de concreto reforzado, con luces entre ejes de columnas entre 5.0m y 8.0m. De acuerdo con el Consultor las cargas previstas, estimadas por áreas aferentes son inferiores a 680 y 360 Toneladas para la torre de 17 y 9 pisos respectivamente. También menciona que con el objeto de implantar el proyecto, se prevén excavaciones de 5.0m de profundidad, por lo que plantea como alternativa de cimentación, una serie de Caissons apoyados a una profundidad de 6.0m a 8.0m.

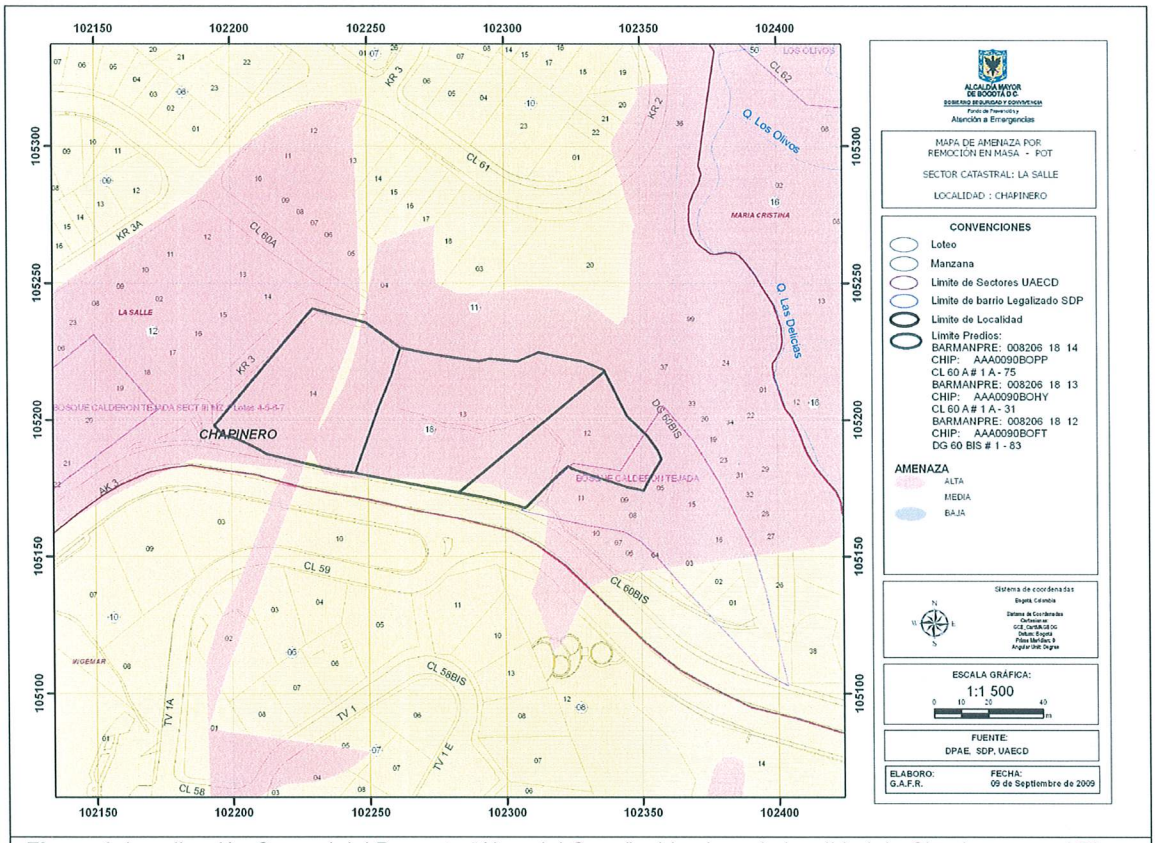


Figura 1. Localización General del Proyecto "Altos del Cerro", ubicado en la localidad de Chapinero, en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa (Decreto 190 de 2004).

5. REVISIÓN DEL ESTUDIO

5.1. ESTUDIOS BÁSICOS

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

En el numeral 2.1 del informe, el Consultor menciona que para la planeación de la investigación del subsuelo y el control de las obras ejecutadas, llevó a cabo un levantamiento geológico y geomorfológico. También se menciona que se utilizaron fotografías aéreas de los años 1984 y 2004, a partir de las cuales realiza un análisis de los principales rasgos geológicos y geomorfológicos del sector. Con respecto a la geología regional el consultor indica en el informe que dado que el predio se ubica al pie de los cerros orientales de Bogotá, el entorno territorial relacionado directamente con

su conformación geológica corresponde al flanco occidental del los mismos. El Consultor relaciona y describe la estratigrafía del sector, la cual comprende materiales del Grupo Guadalupe (que incluye las Formaciones Arenisca Dura (Ksgd), Plaeners (Ksgp) y la Formación Labor y Tierna (Ksglt)), de las Formaciones Guaduas, Cacho, Bogotá y una unidad denominada Depósitos de materiales no consolidados.

Con respecto a la geología estructural, el consultor menciona que los principales elementos estructurales de este sector de los Cerros Orientales son el anticlinal de Bogotá y las fallas de Bogotá y del Alto del Cabo, las cuales se describen en el informe y se presentan de forma esquemática en las Figuras 3 y 4 del mismo.

Con respecto a la geología local, el consultor menciona que el terreno donde se construirá el proyecto, está cubierto en casi toda su extensión por materiales no consolidados de origen reciente y que la mayoría de los niveles litológicos presentes en el subsuelo se determinaron a partir de los registros de perforaciones efectuadas a una profundidad de hasta 15m.

El Consultor presenta una columna estratigráfica mostrando los distintos niveles litológicos presentes en el predio, que de acuerdo a lo descrito en el informe, se asignan a las Formaciones Bogotá y Tilatá. Estas formaciones se describen en detalle, identificando varios niveles de los materiales. Finalmente se describe lo que el Consultor denomina "*Cobertura de materiales no consolidados*" que de acuerdo al informe cubren la mayor parte de la extensión del predio y han sido divididos en dos grupos de acuerdo a su composición y ubicación.

Con respecto a la geología estructural de carácter local, el consultor presenta la dirección (azimut de buzamiento) e inclinación (buzamiento) de las formaciones que afloran en el predio

El levantamiento geológico es presentado en un plano denominado "Planta de la Geología", sobre una base cartográfica en planta a escala 1:500, con curvas de nivel cada 1.0m y con firma del ingeniero Carlos Restrepo y el geólogo Álvaro Ponce. Adicionalmente se presentan los planos: Perfil Geológico A-A (escala 1:500), Perfil Geológico B-B (escala 1:200), Perfil Geológico C-C (escala 1:200) y Perfil Geológico D-D (escala 1:250), firmados por los mismos profesionales mencionados anteriormente. En estos planos se presenta la distribución en planta y perfil de los materiales, mostrando la secuencia y espesores de los mismos.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Se requiere que el Consultor justifique el área de influencia del estudio, ya que de acuerdo con la cartografía presentada, ésta se restringe al límite político del predio; lo anterior cobra relevancia, teniendo en cuenta los antecedentes que reposan en la DPAE, específicamente hacia la parte nor-occidental y nor-oriental donde se han reportado procesos de inestabilidad geotécnica relacionados con la susceptibilidad del terreno a presentar fenómenos de remoción

en masa. Lo anterior debe quedar claro en el informe, garantizando que se han tenido en cuenta los efectos potenciales debido al cambio de uso del terreno.

- No es claro si los perfiles de análisis son los mismos perfiles geológicos, por lo que se debe presentar de manera clara, ordenada y diferenciada, la localización en planta de los perfiles tanto geológicos como de análisis. Lo anterior en atención a que se dificulta para el lector la interpretación que se debe hacer frente al modelo geológico-geotécnico planteado; en este sentido también se recomienda verificar que los materiales presentados en planta, sean correspondientes con los perfiles.

- Se recomienda que la nomenclatura y convenciones utilizadas en los planos sean las mismas tanto en los planos en planta como en los que presentan los perfiles. Lo anterior con el fin de verificar la consistencia en el modelo presentado.

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

En los numerales 2.2 y 2.3 del informe, se presenta el estudio geomorfológico, en donde se menciona que en terrenos fuertemente intervenidos por actividad antrópica, muchos procesos naturales pueden quedar "*enmascarados*", restándole posibilidades al análisis de la evolución geomorfológica en el tiempo. El consultor menciona que este caso se presenta en el paisaje del entorno urbano del predio del proyecto, debido a que las obras de infraestructura vial y el desarrollo urbano, han modificado muchos de los rasgos naturales del paisaje que tradicionalmente se utilizan como indicadores de la acción de procesos geomorfológicos.

El Consultor manifiesta que el análisis fue complementado con observaciones realizadas directamente en el terreno y con la investigación de reportes sobre problemas de estabilidad en la zona presentados en el pasado.

En el numeral 2.3, el consultor manifiesta que: "*Pese a que la morfología natural del predio está enmascarada por depósitos de desechos del banqueo efectuado para la construcción de la Avenida Circunvalar y los escombros de construcción, se conserva el patrón de una morfología controlada por la litología y estructura del subsuelo, que en este caso corresponde a un paisaje ondulado constituido por crestones y depresiones que reflejan una sucesión de capas de roca dura (en este caso areniscas) y blanda (arcillolitas) supuestas en la misma dirección de la pendiente topográfica*".

Finalmente se indica en el informe que en algunas zonas se han ido acumulando depósitos de materiales no consolidados que incluyen materiales provenientes de los escombros de la construcción de la vía en la parte alta, y desechos arrojados por pobladores del sector.

No se presentó el plano con el levantamiento geomorfológico.

NO CUMPLE

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

- Teniendo en cuenta lo establecido en el numeral 3.2.1.2 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, se requiere que el levantamiento geomorfológico con énfasis en los procesos de remoción en masa y de erosión identificados sea presentado sobre una base cartográfica a escala 1:1000 o 1:500, con curvas de nivel cada 1.0m como mínimo. Dicho plano debe ir firmado y avalado por los profesionales facultados para tal fin.

c. Hidrogeología

En el numeral 2.4 el consultor presenta una expresión con la cual puede obtener valores de precipitación máxima para diferentes periodos de retorno. Posteriormente presenta tablas de precipitación-duración-periodo de retorno e intensidad-duración-periodo de retorno con las cuales menciona que se podrán diseñar los drenajes requeridos para el predio. Posteriormente presenta las características de evapotranspiración, humedad relativa, clima y una descripción somera de la cobertura del suelo.

Finalmente en el numeral 2.5 menciona que en la secuencia litológica de la Formación Bogotá, presente en el predio, constituida por arcillolitas y limolitas se comporta como una acuitarda y que solo las pocas capas de arenisca actúan como "acuífugas". El consultor continúa afirmando que : *"[...] En estas condiciones, se esperaría que al estar las capas areniscas confinadas entre acuitardos se podrían comportar como acuíferos. Sin embargo, por la forma como están dispuestas las capas de roca en relación con la topografía de la zona, se tiene que las capas de arenisca no tienen una zona de recarga a alturas mayores que las del predio para que pueda presentarse la descarga de algún caudal de agua significativo en el mismo. Cabe anotar que la alta saturación que muestra uno de los depósitos de escombros localizados en la parte baja del predio es causada por las escorrentías provenientes de una zona del mismo predio*".

El Consultor no es explicito al establecer los niveles de agua en condiciones normales y extremas.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- De acuerdo con lo establecido en el numeral 3.2.1.3 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, *"[...] Como conclusión del análisis del marco hidrogeológico del área, el estudio fijará los parámetros correspondientes a: i) Posición(es) de niveles de agua o factores r_u (relación presión de poros/esfuerzo total vertical) en condiciones normales y ii) Posición(es) de niveles de agua o factores r_u en condiciones extremas de lluvias críticas y el periodo de recurrencia de esta situación*".

- No es clara la afirmación del consultor en el sentido de que las capas de arenisca que fueron clasificadas como acuífugas, pueden convertirse en acuíferos cuando están confinadas por las arcillolitas y limolitas, ya que un acuífugo se define como una formación geológica que no posee

capacidad de retención ni transmisión de agua. Se requiere una aclaración del consultor al respecto.

- El consultor deberá ser explícito en especificar el tipo de medidas de drenaje que mejor se adecuen a los rasgos hidrogeológicos y topográficos del sitio y que harán parte del plan de obras de prevención y estabilización, estableciendo el rango de eficacia de las obras, en términos de su efecto sobre los parámetros iniciales (niveles de agua o factores r_u), valores que se tendrán en cuenta los análisis de amenaza con obras de mitigación.

d. Drenaje Superficial

Se menciona en el estudio que el drenaje superficial del lote está condicionado por la topografía del terreno natural, estableciéndose de sur a norte (desde la avenida Circunvalar hacia la calle 61). También se menciona que "*El terreno tiene una pendiente abrupta; sin embargo no se aprecia ninguna evidencia de erosión en la ladera que conforma el lote*".

El Consultor manifiesta que los drenajes de las edificaciones a construir se deberán dirigir hacia la calle 61, que las zonas verdes que se establezcan dentro del predio, se le deberán proporcionar drenajes mediante canales o cunetas revestidas escalonadas que *"[...] se podrán descargar directamente en la calle 61 o al sistema de drenaje interno del predio, el cual deberá terminar en una caja de inspección de aguas lluvias la cual deberá conectarse a la red de alcantarillado existente en la Calle 61*".

Finalmente el consultor manifiesta que en el lindero sur del predio se encuentra "[...] *un muro de contención que conforma uno de los costados de la Av. Circunvalar (Ver* ***Fotos No. 6 a 9***)", que de acuerdo con lo descrito en el informe, presenta unos orificios de drenaje cuya agua deberá ser captada por los sistemas de drenaje internos del predio. El consultor también indica que en caso de que la edificación se lleve hasta "*tener contacto con el muro*", se deberá construir un filtro que ocupe la cara expuesta del muro y drenar el agua que se pueda captar.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Se requiere que el consultor a partir de la evaluación hidrológica e hidráulica del drenaje superficial tanto natural como artificial dentro de la zona de influencia del proyecto, establezca su posible incidencia, en los fenómenos de remoción en masa que afectan el área o que se podrían generar, especialmente se requiere un pronunciamiento del consultor con respecto al efecto del drenaje en el hundimiento en la banca de la vía sobre la calle 61.

e. Sismología

En el numeral 2.7 del informe se presentan las características sísmicas del área de estudio; allí se indica que el proyecto se encuentra ubicado en la Zona 2 (Piedemonte) del mapa de

Microzonificación, a menos de 250m de la Zona 1 (cerros) por lo que manifiesta que se deberá diseñar con el promedio de los dos (2) espectros. El Consultor presenta una tabla con los diferentes parámetros y de las dos zonas y manifiesta que adopta un valor de aceleración máxima de 0.27g.

CUMPLE

La DPAE aclara que no es del alcance de este concepto técnico, definir o asignar los espectros para el diseño estructural de las edificaciones, para lo cual, se debe cumplir con lo establecido en el Decreto 193 de 2006.

f. Uso del Suelo

Aunque en el numeral 2.1.1 "Generalidades", se menciona que en fotografías del año 2004 se observa una cobertura arbórea en la mayor parte de la zona, *"[...] a excepción de dos pequeñas áreas del terreno donde funcionaban explotaciones de materiales de construcción que permanecen descubiertas*" y que en la zona ha habido una expansión del desarrollo urbano y de infraestructura vial, no se presenta en el informe un numeral que analice el uso del suelo haciendo énfasis en los procesos de minería o canteras actuales o abandonadas. No se presentaron mapas ilustrando el uso actual o uso precedente del suelo.

NO CUMPLE

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

- Se requiere que el consultor cumpla con lo establecido en el numeral 3.2.1.6 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, *"[...] En ausencia de estudios preliminares deberán realizarse mapas en la escala que corresponda (1:500 ó 1:1000) donde se presente la situación actual de uso del suelo, con énfasis en los procesos de minería o canteras actuales o abandonadas*".

5.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

En el numeral 2.8 del informe, el consultor menciona que en el contorno de la zona son muy frecuentes los fenómenos de remoción en masa relacionados principalmente con caídas de roca en las zonas de los escarpes naturales y de canteras del Grupo Guadalupe pero estos están relativamente alejados del área del lote. También menciona que hay registros de deslizamientos masivos en la zona de los coluviones que reposan sobre la Formación Guaduas como es el caso de la zona vecina a la Universidad Manuela Beltrán y las márgenes de la quebrada Las Delicias, los cuales según el Consultor también se encuentran alejados de la zona de estudio.

Se menciona que el único rasgo indicativo de alguna amenaza en el predio del proyecto, es un punto localizado en el frente del predio sobre la calle 61, el cual corresponde al vértice de un pequeño cono de deyección que fluía hacia el cauce de la quebrada Las Delicias. El consultor menciona que "*El movimiento de este material fue resuelto con un muro de contención aledaño a esta vía, pero al parecer subsiste un fenómeno de erosión interna de los materiales finos del cono, el cual ha producido algún hundimiento de la calzada de dicha vía (ver fotografía 10)*".

El consultor manifiesta que el lote en estudio se encuentra en una zona de amenaza media a alta de acuerdo al mapa de zonificación de la DPAE, pero que a pesar de esto en el lote propiamente dicho no se presentan focos de inestabilidad.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Teniendo en cuenta el numeral 3.3.1. del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, este ítem 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.
- Adicional a lo anterior, para validar este ítem, el Consultor deberá atender las observaciones realizadas al estudio geomorfológico planteadas en este concepto técnico.

b. Formulación del Modelo

En el numeral 2.10 – Modelo Geológico Geotécnico, el consultor menciona que a partir de la exploración de campo y de los ensayos realizados, se elaboró el modelo geológico-geotécnico con el cual se analizará la condición actual de estabilidad de la ladera, la condición con la implantación del proyecto, y la condición con obras y medidas de mitigación. Finalmente el consultor aclara que los modelos geológicos-geotécnicos utilizados para los análisis de estabilidad del predio corresponden a los cortes geológicos A-A', B-B', C-C' y D-D' identificados en el levantamiento geológico.

El levantamiento geológico es presentado en un plano denominado "Planta de la Geología", sobre una base cartográfica en planta a escala 1:500, con curvas de nivel cada 1.0m y con firma del ingeniero Carlos Restrepo y el geólogo Álvaro Ponce. Adicionalmente se presentan los planos: Perfil Geológico A-A (escala 1:500), Perfil Geológico B-B (escala 1:200), Perfil Geológico C-C (escala 1:200) y Perfil Geológico D-D (escala 1:250), firmados por los mismos profesionales mencionados anteriormente. En estos planos se presenta la distribución en planta y perfil de los materiales, mostrando la secuencia y espesores de los mismos.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Teniendo en cuenta que para la formulación del modelo se requiere utilizar la información de los estudios básicos, para que el consultor valide este ítem, deberá atender las observaciones realizadas en el numeral 5.1 del presente concepto técnico. Se recomienda al consultor ser explícito al definir la posición de los niveles de agua en condiciones normales y extremas a partir del análisis hidrogeológico y de las condiciones de drenaje del área de estudio.
- Dado que el consultor menciona en el informe la presencia de un hundimiento aledaño al predio sobre la calle 61, y que a pesar del muro de contención subsiste un fenómeno de erosión interna, se requiere un pronunciamiento del consultor con el fin de establecer si es necesario estudiar mas detalladamente dicho proceso y verificar su influencia en las condiciones de estabilidad del predio en estudio.

c. Exploración Geotécnica

En el numeral 2.9 del informe se indica que se efectuaron siete (7) sondeos, seis (6) de 15.0m y uno de 10.0m. También menciona que realizó dos (2) apiques, que se realizó el ensayo de penetración estándar, que se midió la resistencia de los suelos arcillosos con un penetrómetro manual y que se tomaron muestras alteradas e inalteradas. También agrega que como complemento de los sondeos, realizó tres "líneas sísmicas".

De acuerdo con el Consultor, se enviaron muestras al laboratorio para realizar ensayos de compresión inconfinada, límites de consistencia, humedad natural, granulometría, pesos unitarios y clasificación de suelos. El Consultor presenta un perfil de los materiales encontrados y un resumen con los resultados de la exploración geofísica llevada a cabo. Llama la atención que a pesar de que el Consultor realiza la exploración geofísica y presenta las velocidades de onda encontradas, en ninguna parte se definen las profundidades de las capas, ni se menciona una verificación o calibración que tenga en cuenta los sondeos realizados. Por otra parte en el capítulo 3 se menciona que se realizaron ensayos de corte directo, sin embargo los resultados de los mismos no anexan al estudio.

El Consultor presenta el análisis de los resultados de laboratorio y los parámetros de resistencia en el Capítulo 3 del informe denominado Amenaza por Fenómenos de remoción en Masa.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se requiere que haya consistencia en el informe y se aclare si se realizaron ensayos de corte directo, caso en el cual deberán anexarse al estudio los resultados y soportes del caso.

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

5.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

El consultor presenta la formulación para realizar la evaluación de las condiciones de amenaza mediante análisis probabilísticos de estabilidad tomando como variables aleatorias las propiedades de resistencia de los materiales, el ángulo de inclinación del talud, el sismo y la presión de poros. El consultor indica que para la determinación de la probabilidad de falla de las diferentes secciones geotécnicas de análisis se utilizó el método de Monte Carlo, implementado en el software Slide 5.0 de Rocscience.

El Consultor presenta los resultados de los ensayos de corte directo y compresión simple; calcula ángulos de fricción interna del suelo por medio de la correlación con el SPT, y el valor del intercepto de cohesión (c). En la página 49 el consultor presenta una tabla resumen de los valores del ángulo de fricción, intercepto de cohesión y peso unitario, con su respectivo promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos. En la página 50, el consultor hace algunas aclaraciones con respecto a la forma como obtuvo los distintos parámetros.

En el numeral 3.3, se presenta la descripción de lo que el consultor denomina factores detonantes: lluvia y sismo. Para la lluvia, analiza registros de precipitación de la estación La Vieja, establece el valor de la lluvia crítica, su duración, el periodo de retorno y la probabilidad de ocurrencia. También presenta la expresión de la distribución de probabilidad acumulada del nivel de agua y manifiesta que "*Asumiendo que el "Nivel crítico" se presenta con un periodo de recurrencia igual al de la lluvia crítica, se ajustó el nivel del agua a una distribución exponencial truncada, variando entre un nivel mínimo (referido como -1.20) y un nivel máximo (referido como 0.00)*".

El Consultor presenta las figuras con los resultados de los análisis de estabilidad para la condición actual y manifiesta que *"[...] los factores de seguridad para la condición actual en condición extrema varían entre 2.403 y 8.451 que se cataloga como amenaza baja. Los factores de seguridad al tener las sobrecargas por las obras proyectadas varían entre 2.576 y 7.053 con lo que la zona se catalogaría como de amenaza baja*".

En el numeral 3.4.3 el consultor presenta las figuras con los resultados del análisis de estabilidad en la condición con proyecto y lo que denominó medidas de mitigación. En este ítem del informe el consultor menciona que *"[...] se efectuaron nuevamente los análisis de estabilidad general, para cada una de las secciones de análisis, arrojando factores de seguridad para la condición con obra y con obras de mitigación entre 2.597 y 10.559 para condición extrema con lo que se podría catalogar la zona como de amenaza baja como se observa a continuación: se aclara que para los análisis que se muestran a continuación se involucra en el modelo el muro de contención y los drenajes propuestos en el capítulo de obras de mitigación*"

En la página 80 del informe el consultor presenta un cuadro resumen con los factores de seguridad determinísticos, promedios (estadísticos) y las probabilidades de falla para cada uno de los cortes y de los análisis realizados.

Los resultados del análisis de amenaza se presentan en tres planos denominados: Plano de Amenaza Actual del Proyecto Altos del Cerro, Plano de Amenaza con Implantación del Proyecto Altos del Cerro y Plano de Amenaza con Obras de Mitigación Altos del Cerro; los cuales se encuentran a escala 1:500 con curvas de nivel cada 1.0m, firmados por el ingeniero Carlos Restrepo. En estos tres planos se observa que en todos los casos y en toda el área de estudio, la amenaza es baja.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Para que el Consultor valide los análisis de amenaza es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos y al modelo geológico-geotécnico.
- No es claro si el Consultor ha tenido en cuenta todos los elementos del nuevo proyecto ya que solo incluye las edificaciones. Se requiere un pronunciamiento que indique qué otros elementos hacen parte del nuevo proyecto (vías, cortes para parqueaderos, rellenos de niveleación, etc.) y defina como los ha involucrado en los análisis de estabilidad.
- De acuerdo con el numeral 3.4 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, el Consultor deberá realizar la evaluación de la amenaza en los siguientes escenarios: Para la situación actual y para los procesos de remoción en masa identificados, bajo las condiciones normales y extremas de niveles de agua y de sismo; y para la situación generada por el cambio de uso teniendo en cuenta en cada caso cortes, excavaciones, rellenos, sobrecargas, modificaciones del drenaje, para los fenómenos de remoción en masa, reactivados o inducidos durante y después de la ejecución de las obras bajo las condiciones normales y extremas de niveles de agua y de sismo. Teniendo en cuenta lo anterior, se requiere que el consultor incluya los resultados de los análisis de estabilidad en condiciones normales para los escenarios analizados ya que en el informe solo se incluyen los resultados en condiciones extremas. Vale la pena aclarar que los niveles de agua debieron ser definidos en la evaluación hidrogeológica que hace parte de los estudios básicos.
- No es totalmente claro porqué razón el consultor menciona la necesidad de obras de mitigación si la amenaza es baja en condición actual y con proyecto. En caso de que se trate de obras de prevención, el consultor deberá aclarar este aspecto.

5.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

En el Capítulo 4 denominado "Evaluación de Vulnerabilidad y Riesgo", el consultor menciona que los principales elementos a evaluar son las viviendas, las vías y las redes, por lo que los análisis de vulnerabilidad se encaminarán a determinar los posibles daños en las estructuras proyectadas.

Para la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad física, se presenta el sustento teórico de la metodología a utilizar, que consiste en la tipificación de viviendas y definición de índices de daño, utilizando la metodología propuesta por Leone (1996) y modificada por Soler et al (1999), para lo cual se evalúa el índice de vulnerabilidad físico (IVF).

El Consultor manifiesta que el trabajo realizado consistirá en: clasificar la tipología de vivienda, calcular los índices de vulnerabilidad física (IVF) dependiendo del tipo de movimiento, la intensidad de las solicitaciones y las características del elemento expuesto. Finalmente manifiesta que "*El predio presenta edificaciones construidas dentro del lote e infraestructura adyacente que pueden ser afectados por los posibles movimientos del terreno, los análisis de vulnerabilidad se realizan en sí sobre el proyecto propuesto*".
El Consultor define los criterios para evaluar las solicitaciones, la tipificación de las viviendas y las vías y redes aledañas. Mediante la metodología propuesta por Leone, el consultor califica los daños dividiéndolos en cinco categorías; posteriormente el consultor realiza una evaluación de los daños mediante una matriz de daños por deslizamiento y manifiesta que "*De acuerdo con las solicitaciones posibles (VM3 para estructuras y VM5 para vías) y el tipo de construcción proyectada (B3 para vías y B4 para las viviendas), se puede considerar que el índice potencial de daño de las estructuras del proyecto es I para empujes laterales de tierra y III para desplazamientos laterales*

Considerando las vías y las redes del proyecto el índice potencial de daño es I para desplazamientos laterales".

Para el cálculo del índice de vulnerabilidad física (IVF), el consultor manifiesta que el índice de daño se cuantifica por medio de conjuntos difusos para hallar el porcentaje de daño o índice de pérdidas, que el nivel de confianza de la valoración se adoptó como 1.0 de tal forma que los rangos de valores de cada índice de daño (ID) fueran los propuestos por Leone (1996). El consultor presenta los valores esperados del índice de pérdidas y menciona que para los desplazamientos laterales la categoría de vulnerabilidad es media para las estructuras, mientras que para las vías y redes arroja una vulnerabilidad baja. Para la vulnerabilidad por empujes también obtuvo una vulnerabilidad baja y menciona: "*Una vulnerabilidad baja para las estructuras de 9 y 17 pisos por tener el primer contacto con la masa deslizante. Amenaza baja para la vía (Calle 61) porque no tiene contacto directo con la masa deslizante*".

Finalmente el consultor presenta el numeral 4.1.7 denominado Vulnerabilidad por Deslizamientos, en donde presenta los criterios para la categorización de la vulnerabilidad por medio del índice de vulnerabilidad física (IVF).

El consultor menciona que para el mejor emplazamiento y ubicación de las construcciones se deberá respetar la geometría de excavación propuesta tanto en el grado de inclinación de los taludes como en la profundidad máxima (1.0H:2.0V y profundidad 6.0m) y que se deberá evitar la sobrecarga en la corona de los taludes mediante la descarga de material tipo bloque, hierro, parqueo de volquetas, etc. El Consultor menciona que las medidas de mitigación y su propósito son descritas en el capítulo plan de medidas de mitigación del riesgo.

Los resultados del análisis de vulnerabilidad se presentan en dos planos: Plano de Vulnerabilidad con Implantación del proyecto Altos del Cerro y Plano de Vulnerabilidad con Mitigación del proyecto Altos del Cerro, los cuales se encuentran a escala 1:500 con curvas de nivel cada 1.0m, firmados por

el ingeniero Carlos Restrepo. En estos planos se presenta la calificación de vulnerabilidad de las vías aledañas (Calle 61 y Avenida Circunvalar) y las dos edificaciones que se proyectan construir, en ambos casos, la vulnerabilidad presentada es baja.

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 al análisis de amenaza presentadas en este concepto técnico.
- No están claros todos los elementos del nuevo proyecto ya que la vulnerabilidad presentada sólo incluye las vías aledañas (Calle 61 y Avenida Circunvalar) y los nuevos edificios. Se requiere que se incluyan en los análisis de vulnerabilidad las redes, vías y demás equipamiento que hace parte del proyecto Altos del Cerro.
- No es claro porqué el Consultor analiza deslizamientos y movimientos en los análisis de vulnerabilidad si de acuerdo con los análisis de amenaza, la probabilidad de falla en todos los casos es cero (0%). Se requiere un pronunciamiento del consultor al respecto.
- Se reitera la observación realizada en los análisis de amenaza en el sentido de que no es totalmente claro porqué razón el consultor menciona la necesidad de obras de mitigación si la amenaza y la vulnerabilidad es baja. En caso de que se trate de obras de prevención, el consultor deberá aclarar este aspecto.

5.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el numeral 4.2 del informe, El Consultor manifiesta que el riesgo se puede simular con un modelo dinámico de tipo integral (Rivera, 2001), el cual depende de la probabilidad cuantitativa del evento que se pronostica y la pérdida que se relaciona con el evento natural que se predice (que también suele denominar vulnerabilidad). También manifiesta que para el caso en estudio, y una vez obtenida la amenaza y la vulnerabilidad, se puede estimar el riesgo físico definiendo el índice de riesgo el cual es un conjunto difuso que depende del índice de vulnerabilidad física y una probabilidad. El Consultor menciona que hay dos posibilidades para calcular el riesgo y plantea dos hipótesis para realizarlo.

El Consultor aclara que utilizó la hipótesis mediante la cual una vez definido el riesgo como el producto de la vulnerabilidad por la amenaza, se estima la probabilidad de de obtener un Índice de Riesgo determinado mediante el área del elemento difuso. Como conclusión del análisis, el consultor menciona que el índice de riesgo máximo es del 0% para las condiciones de vulnerabilidad y que por lo tanto el riesgo es bajo.

Los resultados del análisis de riesgo se presentan en dos planos denominados ambos "Plano de Riesgo con Implantación del proyecto Altos del Cerros", los cuales se encuentran a escala 1:500 con curvas de nivel cada 1.0m, firmados por el ingeniero Carlos Restrepo. En estos planos se ha presentado el riesgo de las vías aledañas y los edificios del nuevo proyecto. Los planos no tienen

ninguna diferencia y el riesgo se ha calificado como bajo.

CUMPLE PARCIALMENTE

Para que el Consultor valide este ítem, deberá tener en cuenta las observaciones realizadas al análisis de amenaza y vulnerabilidad, presentadas en este concepto técnico.

5.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el Capítulo 5 del informe, el Consultor menciona que "*A partir de los resultados obtenidos se proponen las siguientes obras de mitigación de riesgo actual*:"

El consultor recomienda la construcción de una red de drenaje superficial mediante cañuelas perimetrales y filtros espina de pescado por debajo de las placas de contrapiso. El consultor menciona que para evaluar la eficacia de los drenajes en las condiciones de estabilidad, realizó un análisis con redes de flujo, *"[...] mediante la aplicación de elementos finitos y a partir de los siguientes coeficientes de permeabilidad fijados a partir del criterio de esta consultoría y de valores típicos de la literatura*".

El Consultor incluye un párrafo en donde menciona lo siguiente: "*Así mismo los muros se construirán con lloraderos para evitar presiones hidrostáticas sobre los mismos. Las aguas alí recogidas se conducirán mediante un sistema de cañuelas y muros secos al sistema de evacuación de aguas lluvias de la edificación*".

El consultor presenta en el numeral 5.1.2, las condiciones para la adecuación del terreno y presenta resultados de análisis de estabilidad sobre el corte geológico C-C y menciona: "*El análisis de estabilidad en condición de saturación del suelo arrojó factores de seguridad entre 2.424 y 5.117 obteniendo una amenaza baja en condición temporal como se aprecia a continuación:*". En el numeral 5.1.3 el Consultor menciona la necesidad de unas obras de contención (muros en concreto reforzado), las cuales están encaminadas a darle soporte lateral a los cortes generados por las terraza para dar cabida a las torres y el urbanismo. El Consultor presenta valores de coeficientes de presión en reposo y presión activa de tierras.

El Consultor recomienda utilizar especificaciones del INVIAS para la ejecución de cunetas y excavaciones y menciona que para el mantenimiento de las cunetas se debe hacer una limpieza rutinaria el cual deberá realizarse cada dos meses como mínimo. Con respecto al monitoreo se menciona que éste se realizará para las excavaciones mediante un control topográfico el cual se recomienda realizarlo durante la construcción cada 15 días y después de construido el proyecto cada seis meses. El consultor presenta unos valores de referencia que deben ser tenidos en cuenta aunque no precisa las medidas o acciones a implementar.

Las obras planteadas se presentan en dos planos denominados ambos: Plano de Obras de

Mitigación Altos del Cerro, un plano se presenta con vista en planta a escala 1:500 y en otro plano se presentan esquemas de muro y cunetas sugeridas a varias escalas.

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 al análisis de amenaza y vulnerabilidad, presentadas en este concepto técnico.
- Se recomienda la presentación de un perfil mostrando las cotas de obras tales como cunetas y filtros, además de la recomendación de parámetros de diseño de este tipo de obras.

5.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el numeral 3.4.3 el consultor presenta las figuras con los resultados del análisis de estabilidad en la condición con proyecto y lo que denominó medidas de mitigación. En este ítem del informe el consultor menciona que *"[...] se efectuaron nuevamente los análisis de estabilidad general, para cada una de las secciones de análisis, arrojando factores de seguridad para la condición con obra y con obras de mitigación entre 2.597 y 10.559 para condición extrema con lo que se podría catalogar la zona como de amenaza baja como se observa a continuación: se aclara que para los análisis que se muestran a continuación se involucra en el modelo el muro de contención y los drenajes propuestos en el capítulo de obras de mitigación*"

En la página 80 del informe el consultor presenta un cuadro resumen con los factores de seguridad determinísticos, promedios (estadísticos) y las probabilidades de falla para cada uno de los cortes y de los análisis realizados.

Los resultados del análisis de amenaza se presentan en el plano: Plano de Amenaza con Obras de Mitigación Altos del Cerro; los cuales se encuentran a escala 1:500 con curvas de nivel cada 1.0m, firmado por el ingeniero Carlos Restrepo. En este plano se observa que en toda el área de estudio, la amenaza es baja. También se anexaron 4 planos en donde el

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 al análisis de amenaza y vulnerabilidad, presentadas en este concepto técnico.
- Se requiere describir detalladamente en el informe, cuál es el efecto de las denominadas "medidas de mitigación" y cómo se involucraron en los modelos para el análisis de estabilidad. Adicionalmente se deben anexar los resultados obtenidos para condiciones normales y garantizar las condiciones de amenaza establecidas en el numeral 3.8 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

5.8 PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida de los ingenieros Carlos Jaime Restrepo García y el geólogo Rodolfo de Jesús Franco Latorre, los cuales, de acuerdo con la información suministrada, la DPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227 de 2006, sin embargo vale la pena aclarar que el geólogo que firmó los planos de geología y geomorfología es Álvaro Ponce, por lo que se requiere que se incluya la hoja de vida de este profesional en el estudio con el fin de verificar el perfil requerido para la ejecución de esta parte de los estudios.

CUMPLE PARCIALMENTE

5.9 CONTENIDO DEL INFORME

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

CUMPLE PARCIALMENTE

5.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

El informe y sus respectivos planos se encuentran en original y firmados por los profesionales responsables de su elaboración. También se presenta una carta de responsabilidad firmada por el Ingeniero Carlos Restrepo, por lo que la DPAE entiende que fue el profesional que realizó la evaluación y cuantificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

CUMPLE PARCIALMENTE

Dado que se requiere presentar una nueva versión del estudio, el Consultor deberá incluir una nueva carta de responsabilidad que tenga en cuenta las observaciones y aclaraciones solicitadas.

6. CONCLUSIONES

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, 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 "*Evaluación de fenómenos de remoción en masa para el proyecto Altos del cerro a Construirse en la Carrera 1 # 60 A 08 de Bogotá D.C. – EYR-S 9031, Doctor Fernando Pérez*" y versión de fecha julio 21 de 2009 para el proyecto "Altos del Cerro" a construirse en la Calle 60A No. 1A-75, Calle 60A No. 1A-31 y Diagonal 60 Bis No. 1-83 de la Localidad de Chapinero, presentado por la Firma Espinosa & Restrepo, no cumple con la totalidad de

los términos de referencia establecidos por la DPAE para la elaboración de estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa, en cumplimiento de lo establecido en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004; por las consideraciones estipuladas en el presente concepto.

7. RECOMENDACIONES

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

8. ADVERTENCIA

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

Elaboró:	Revisó:
RUBÉN DARÍO TOVAR VALENCIA Ingeniero Civil, Magíster en Ingeniería - Geotecnia. M. P. 25202101494 CND	**OSCAR IVÁN CHAPARRO FAJARDO** Responsable del Grupo de Conceptos Técnicos

Avaló:

GERMÁN BARRETO ARCINIEGAS

Responsable de la Coordinación de Investigación y Desarrollo

BOG BOGOTÁ POSITIVA
GOBIERNO DE LA CIUDAD

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