CONCEPTO TECNICO No. CT- 4947

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

1. INFORMACIÓN GENERAL

FASE DEL ESTUDIO:	**II (DOS)**
ENTIDAD SOLICITANTE:	**CURADURÍA URBANA No. 4**
LOCALIDAD:	**4. SAN CRISTÓBAL**
UPZ:	**32. SAN BLAS**
PROYECTO:	**TORRES DE SAN CRISTÓBAL**
BARRIO:	**SAN CRISTÓBAL SUR**
DIRECCIÓN:	**CALLE 13 SUR No 6-43 Este*(CHIP AAA0000USZM) CARRERA 5 B ESTE-CALLE 14 SUR****
ÁREA (Ha):	**0.25**
FECHA DE EMISIÓN:	**09 DE JULIO DE 2007**
TIPO DE RIESGO:	**REMOCIÓN EN MASA**
EJECUTOR DEL ESTUDIO:	**ALFONSO URIBE Y CIA. S.A. Estudios de Suelos**

***Según Oficio Radicado por el Solicitante**
**** Según Informe del Estudio revisado**

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

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias - DPAE - adelantó la primera revisión del estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II, presentado por la Firma Alfonso Uribe S. y Cía S.A. Estudios de Suelos, TORRES DE SAN CRISTÓBAL, ubicado en la Localidad de SAN CRISTÓBAL, para lo cual emitió el concepto técnico CT – 4881 de 2007, por medio del cual se concluyó que el estudio no cumplía con los términos de referencia establecidos en la normatividad vigente.

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

El presente concepto técnico corresponde con la **SEGUNDA** 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 TORRES DE SAN CRISTÓBAL ubicado en la Localidad de SAN CRISTÓBAL y al oficio anexo al informe con radicado 2007ER10231, 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 zona de amenaza media según el Plano normativo "Amenaza por Remoción en Masa" del Plan de Ordenamiento Territorial, POT.

2. GENERALIDADES DEL PROYECTO TORRES DE SAN CRISTÓBAL

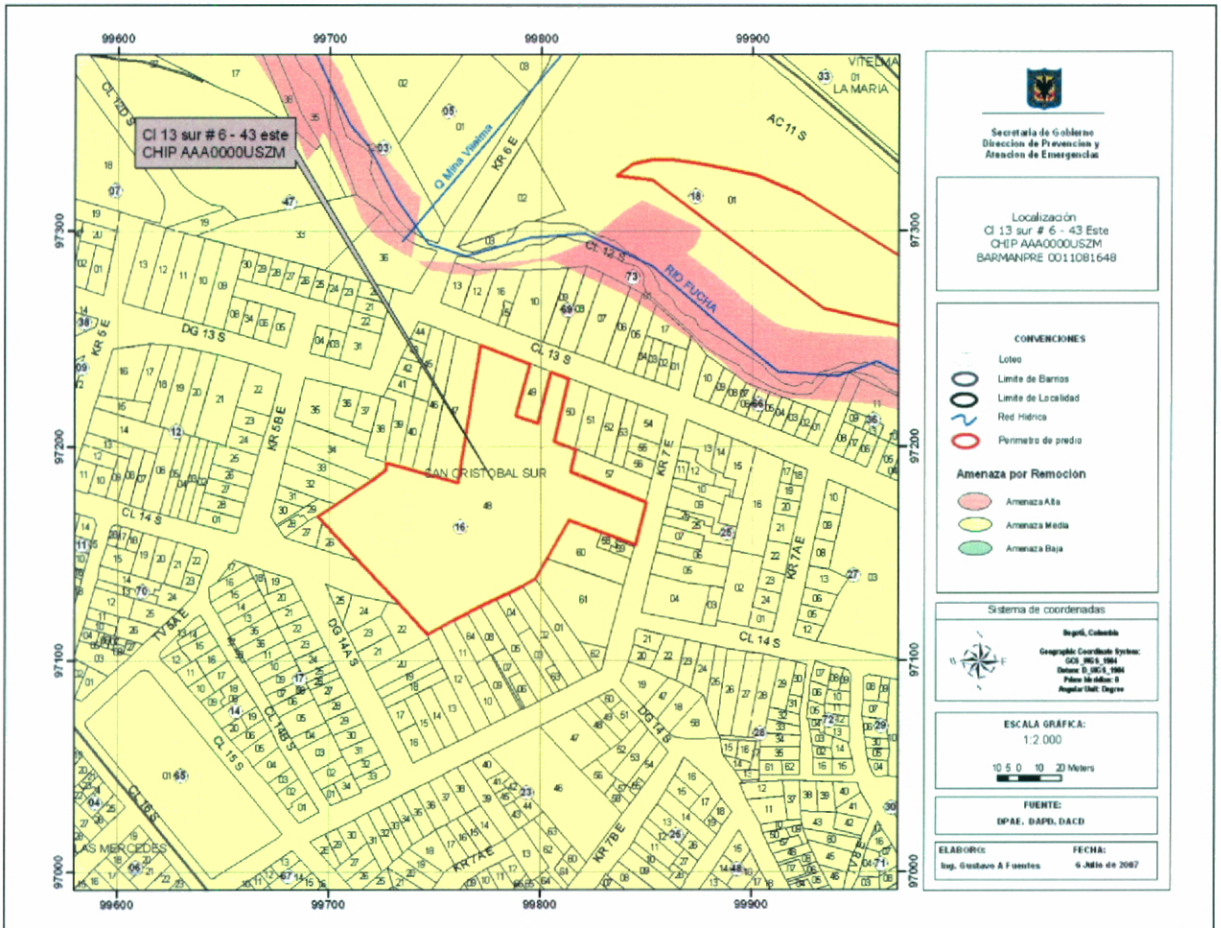


Figura 1. Localización General del Proyecto – Torres de San Cristóbal de la Localidad de San Cristóbal en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa del Decreto 190 de 2004.

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

De acuerdo con la información suministrada en el oficio radicado por la Curaduría Urbana No. 4, el Proyecto "Torres de San Cristóbal" se encuentra ubicado en la Calle 13 Sur No 6-43 Este – CHIP AAA0000USAM (la dirección citada en el informe es Carrera 5B Este-Calle 14 Sur) de la Localidad de San Cristóbal; según el Plano No. 1 del estudio, el proyecto se enmarca entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá.

Norte:	97.100	-	97.250	Aprox.
Este:	99.650	-	99.850	Aprox.
Cotas	2.650	-	2.660	Aprox.

De acuerdo con la descripción del proyecto dada en el estudio, el proyecto arquitectónico contempla la construcción de edificios de seis y siete pisos de altura que se adaptarán a la topografía actual de terreno, no se efectuarán cortes de mas de 3 m de altura, ni será necesario levantar el nivel del primer piso en alturas superiores a 1m.

3. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO – CT – 4881

La primera revisión del informe del estudio de riesgo para el proyecto "TORRES DE SAN CRISTÓBAL" fue realizado por la DPAE, en atención a la solicitud con número de radicado FOPAE No. 2007ER6354 de 2007 ante lo cual se emitió el Concepto Técnico CT – 4881 de 2007. Dicho concepto relacionado con el estudio de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa se transcribe a continuación con referencia a los requerimientos pertinentes de la resolución.

3.1. ESTUDIOS BÁSICOS

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

En el numeral 4.1 se presenta el capítulo de Geología, en el cual se describen las condiciones geológicas regionales del sector, se incluye una descripción de la estratigrafía que en términos generales esta conformada por la Formación Bogotá, por los suelos residuales generados por esta formación y por depósitos cuaternarios; en este aparte se menciona que la zona se encuentra localizada desde el punto de vista tectónico en el Bloque Oriental Levantado de la Sabana de Bogotá que se encuentra limitado por la falla de Ubaque y la falla de Bogotá.

Como producto se presenta el Mapa Geológico que esta a escala adecuada y debidamente firmado por los profesionales (Plano 2). Respecto a éste la DPAE tiene los siguientes comentarios:

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

-En el plano se muestra la unidad Qda+Qc, sin embargo, ésta no aparece en la convenciones del plano, se recomienda aclarar este aspecto.

-En la descripción de la unidad Qda del informe y del plano se menciona: *"Posteriormente por actividades constructivas se hizo una excavación hacía el extremo nororiental, que produjo aproximadamente 5 m de espesor de este material"* y más adelante se anota: *"El espesor máximo observado en las perforaciones es de 2m"*. Por lo anterior, no es claro cuál es el espesor de este depósito.

-En el plano se señalan dos cortes A-A´ y B-B', sin embargo, ni en el plano ni en el informe se indica dónde se pueden observar estos cortes.

-Ni en el plano ni en el informe se menciona cuál es el espesor de la unidad de Depósito Coluviales (Qco).

El consultor presenta en la Figura 1 la Geología regional de la zona, en esta figura se observa una línea roja punteada que de acuerdo con las convenciones del mapa de Ingeocim corresponde a una falla cubierta, sin embargo, en el aparte de geología estructural solo se habla sobre la Falla de Bogotá que también aparece en la Figura 1 y que está localizada a 1.3Km del área de estudio. Es importante que se aclare la presencia de esta "Falla Cubierta" y su influencia en el proyecto pues está localizada, de acuerdo con dicha figura, aproximadamente a 150 m del proyecto.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se deben hacer las modificaciones en el mapa geológico y en el informe de acuerdo con los comentarios anteriores.

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

Se presenta el Plano No. 3: *"Mapa Geomorfológico"* a escala 1:500 con curvas de nivel cada metro debidamente firmado por el profesional que lo elaboró, de acuerdo con las exigencias de la resolución 227 de 2006.

En el aparte de Geomorfología se menciona la localización de la zona de estudio dentro de *"laderas denudacionales y coluviales de piedemonte"*, en el informe y en el plano se describen varias subunidades de la *"Unidad Ladera Denudacional Coluvial"*, En los numerales 4.3.3.2 y 4.3.3.3 el consultor afirma que en la zona no se presentan fenómenos de remoción en masa ni de de erosión hídrica concentrada; no obstante, en la página 44 se anota *"en el lote existen zanjas excavadas con el fin de conducir las aguas de escorrentía en el lote* ***que afectan la estabilidad de los rellenos y suelos residuales"***

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

En la página 36 del informe aparece la *"Sub-unidad de ladera denudacional coluvial intervenida (LDCra+LDCau)"*, sin embargo, esta unidad no aparece cartografiada en el Mapa Geomorfológico.

CUMPLE PARCIALMENTE

De acuerdo con las observaciones planteadas se recomienda aclarar por qué la sub-unidad *LDCra+LDCau* no aparece cartografiada y si es el caso modificar el Mapa geomorfológico de tal forma que ésta aparezca cartografiada, y aclarar si existen problemas de estabilidad en los rellenos y suelos residuales.

La DPAE aclara que es responsabilidad del Consultor las consecuencias que se deriven por la posible omisión de procesos de inestabilidad presentes o potenciales en los análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

c. Hidrogeología

En el numeral 4.5 del informe se menciona brevemente la capacidad de almacenamiento de los materiales presentes en la zona; en el numeral 4.7 *"Conclusiones sobre las condiciones hidroclimatológicas e hidráulicas del sector"*, se mencionan los niveles de agua obtenidos en las perforaciones, sin embargo, no se menciona de forma explicita el nivel de agua que se considera para la situación actual. En este numeral también se menciona que los análisis de estabilidad se efectuarán para las condiciones más críticas escogiendo el nivel máximo como el nivel superficial de agua y que para la condición con proyecto se construirán filtros para descender el nivel de agua a -3m.

CUMPLE PARCIALMENTE

En el numeral 3.2.1.3 de la Resolución 227 del 2006 se menciona: *"Finalmente el estudio hidrológico fijará los criterios para definir y diseñar el tipo de medidas de drenaje que mejor se adecuen a los rasgos hidrogeológicos y topográficos del sitio y que harán parte del plan de medidas de prevención y estabilización, estableciendo el rango de eficiencia de las mismas..."*. Sin embargo, el consultor no evalúa la eficiencia que tendrán los filtros que hacen parte de las medidas de mitigación del riesgo para drenar la unidad Tpbsr, la cual es predominantemente arcillosa y presenta bajas permeabilidades de acuerdo con lo descrito por el consultor.

Se recomienda mencionar de forma explícita en este numeral la posición del nivel de agua para condiciones normales.

Finalmente, la DPAE aclara que las hipótesis sobre el régimen de lluvia en la zona del proyecto, la ubicación de las tablas de agua, así como las metodologías de análisis y cálculos hidrológicos son responsabilidad del Consultor.

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

d. Drenaje Superficial

En el numeral 4.8 el consultor anota *"a una distancia mayor a 70m, se encuentra la ronda hidráulica del Río San Cristóbal, el cual no constituye afectación alguna para el proyecto por encontrarse fuera del área de influencia"*. Sin embargo, el consultor no presenta ni hace mención a los soportes solicitados o entregados por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá de acuerdo con los cuales se demuestre que la zona de estudio no esta incluida dentro de la ronda hidráulica del Río San Cristóbal. Por lo anterior, se recuerda lo dicho en la resolución 227 del 2006 al respecto: "*Cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda y 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 particular y cuya documentación deberá anexarse al estudio".*

CUMPLE PARCIALMENTE

En el Plano 15: Mapa de usos del suelo se muestran algunos cursos antiguos de agua, sin embargo, no se hace mención sobre estos y su influencia en el régimen de agua en la zona de estudio.

Como complemento a la evaluación del drenaje superficial, se deben presentar los cálculos y especificaciones técnicas de las obras de control propuestas para el manejo del agua. También se recomienda localizar las "zanjas excavadas" en los planos y aclarar su influencia en la estabilidad de los rellenos.

e. Sismología

La DPAE aclara que no es del alcance de este concepto técnico, definir o asignar los espectros para el diseño estructural de las edificaciones, para lo cual, se debe cumplir con lo establecido en el Decreto 193 de 2006. Por otra parte, el valor de Am utilizado no esta debidamente soportado para las condiciones normales y condiciones extremas, ya que de acuerdo con el numeral 3.2.1.5 de la resolución 227 de 2006 "*Se tomará el valor de aceleración máxima (Am) correspondiente para un período de análisis de 50 años y una probabilidad de excedencia no mayor al 10%.*", es decir 0.24g para la Zona 1 y 0.20g para la zona 5, según el Decreto 193 de 2006; sin embargo, se reitera que este aspecto es responsabilidad del consultor.

CUMPLE PARCIALMENTE

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

f. Uso del Suelo

En el numeral 4.10 aunque no se mencionan de forma explicita los **usos del suelo,** se menciona la cobertura vegetal y las modificaciones por acciones antrópicas que ha sufrido el lote, entre las que se cuentan el apartamento modelo, un tanque de agua, las zanjas excavadas, y las actividades extractivas de materiales, sin embargo, estas últimas no son cartografiadas en el ***"Mapa de usos del suelo"***, el cual es presentado a escala 1:500, con curvas de nivel y debidamente firmado.

NO CUMPLE

Aunque existe un aparte denominado **"Cobertura del suelo"** no existe un aparte de **"Usos del suelo"**. Se recomienda presentar en el "Mapa de usos del suelo" el uso del suelo asociado a la cobertura vegetal existente y asociar un uso a la zona donde se realizaron actividades antrópicas y extractivas. Por lo anterior, se recuerda lo citado por la resolución 227 del 2006 al respecto: *"En ausencia de estudios preliminares deberán realizarse mapas en la escala que corresponda (1:500 o 1:1.000) donde se presente la situación actual de uso del suelo, con énfasis en procesos de minería o canteras actuales o abandonadas".*

3.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

En el numeral 5.1 se presenta el análisis multitemporal de 7 fotografías aéreas que permite concluir: *"no se observó en ninguna de las fechas evidencia alguna de procesos de remoción en masa, ni de erosión hídrica".*

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda aclarar el siguiente aparte citado por el consultor: *"en el lote existen zanjas excavadas con el fin de conducir las aguas de escorrentía en el lote* ***que afectan la estabilidad de los rellenos y suelos residuales",*** y su relación con procesos de inestabilidad, lo anterior, teniendo en cuenta que este numeral es complemento del aparte de los trabajos de geomorfología.

Se reitera la responsabilidad del Consultor por las consecuencias que se deriven ante la posible omisión de procesos de inestabilidad en los análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

b. Formulación del Modelo

El modelo planteado por el consultor y mostrado en la Figura No. 5 del informe considera tres estratos: un estrato superficial que corresponde a rellenos antrópicos y suelos coluviales, un estrato intermedio de suelos residuales y bajo éstos la roca.

En el análisis de amenaza se utilizan mecanismos de falla rotacionales pero nunca se menciona por qué se descartan otros mecanismos y se considera que éste es el único que se puede presentar, al respecto, la DPAE considera que se debe tener en cuenta el texto que aparece en la página 25 del informe y que menciona *"la Formación Bogotá presenta comportamiento de roca blanda o suelo residual arcilloso, con presencia de deslizamientos rotacionales generalmente de tamaños pequeños, flujos de tierra y reptación".* El consultor debe establecer la relación entre el modelo geológico geotécnico y todos los posibles mecanismos de falla.

Para la DPAE no es clara la suposición realizada por el consultor al afirmar que para los rellenos se escogieron parámetros **muy bajos** correspondientes a una cohesión de $0.5T/m^2$ y ángulo de fricción interna de 23°, lo anterior, teniendo en cuenta que los depósitos coluviales son matriz soportados en una matriz arcillosa que probablemente corresponde con el mismo material de los suelos residuales, y que los depósitos antrópicos son producto de la actividad extractiva de arcilla; por lo anterior, los parámetros de resistencia de estos depósitos deben ser similares a los parámetros de los suelos residuales, es decir, c= 0.3 kg/cm^2 y φ=10°, por lo tanto los análisis realizados no son conservadores.

No está debidamente soportado el espesor del estrato de suelos residuales adoptado por el consultor, que de acuerdo con lo descrito en el primer párrafo de la página 25 corresponde a 7m, lo anterior, considerando que en el registro de la perforación 3 se tiene que la roca apareció a una profundidad de 11.5 m

En el segundo párrafo de la página 62 el consultor anota *"Para determinar los parámetros de resistencia de cada uno de los cuatro estratos se utilizó la exploración geotécnica, ensayos de laboratorio y correlaciones que descrien a continuación"*, sin embargo, dichas correlaciones no son descritas.

NO CUMPLE

La DPAE considera que en términos de la estructuración de un modelo geológico-geotécnico el ejercicio debe complementarse mostrando para cada uno de los perfiles analizados, la correlación con cada uno de los sondeos, de tal manera que las hipótesis hechas sobre la distribución espacial de los materiales y la determinación de las propiedades geotécnicas relevantes para los análisis sea validada; adicionalmente el modelo debe establecer "*con claridad la relación entre los rasgos geológicos y* ***los procesos de inestabilidad actuales y potenciales y sus mecanismos de falla***", de

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

acuerdo con lo estipulado en el numeral 3.3.2 Formulación del Modelo, del artículo segundo de la resolución 227 de 2006.

El consultor no establece la relación entre el modelo geológico-geotécnico y los procesos de inestabilidad y sus mecanismos de falla, por lo tanto, el informe no cumple con lo estipulado en el numeral 3.3.2 de la resolución 227 del 2006.

c. Exploración Geotécnica

Para la exploración geotécnica se efectuaron cinco perforaciones a profundidades entre 5 y 13 m, la localización de dichas perforaciones se muestra en el Plano No 4.

CUMPLE

La DPAE aclara que no es del alcance de esta revisión, a la luz de la resolución 227 de 2006, la comprobación y validación de los parámetros geotécnicos de resistencia, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en el memorial de responsabilidad; sin embargo, se recomienda que las correlaciones utilizadas se incluyan dentro del informe.

3.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

El consultor presenta los análisis de estabilidad para la condición actual y con proyecto para las condiciones normales y extremas de niveles de agua y de sismo. Sin embargo, se debe justificar el modelo geológico-geotécnico planteado en cuanto a espesores de los estratos, parámetros de resistencia y mecanismos de falla para validar la evaluación de amenaza que se realiza.

En la formulación del modelo geológico-geotécnico se menciona que se escogieron dos secciones longitudinales, sin embargo, en la evaluación de amenaza para la condición actual solo se muestran los resultados de la sección B-B, el consultor debe justificar por que realiza los análisis de estabilidad sólo para esta sección.

De acuerdo con los análisis de estabilidad mostrados en los anexos del informe para la condición de agua crítica superficial y sismo extremo el factor de seguridad es 1.23 que corresponde con una amenaza MEDIA, sin embargo, en la tabla mostrada en la página 68 se presenta un factor de seguridad para esta condición de 1.30, que corresponde con una categoría de amenaza BAJA. Se debe hacer claridad al respecto.

En el numeral 2 del aparte de *Análisis de Estabilidad – Evaluación de Amenaza* de la resolución 227 del 2006 se menciona que se debe evaluar la amenaza para la situación generada por el cambio de uso teniendo en cuenta en cada caso cortes, **excavaciones**, rellenos, para los fenómenos de remoción en masa reactivados o

inducidos durante y después de la ejecución de las obras. Considerando que en el informe se plantea la construcción de filtros de 3m de profundidad se debe presentar el análisis de estabilidad durante la construcción de dichos filtros.

Finalmente el consultor presenta los planos 5, 8 y 12 de zonificación de amenaza debidamente firmados y a escala 1:500 para la condición actual, condición con proyecto y escenario con proyecto y obras de mitigación, sin embargo, no explica la metodología empleada para realizar esta zonificación, teniendo en cuenta además que sólo se realizaron los análisis de estabilidad en la sección B-B.

CUMPLE PARCIALMENTE

Debe complementarse la evaluación de amenaza, en concordancia con lo establecido en las observaciones anteriores. Adicionalmente la complementación el modelo geológico - geotécnico puede modificar los resultados de amenaza.

3.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El consultor evalúa la vulnerabilidad para las edificaciones existentes y las edificaciones proyectadas, también evalúa la vulnerabilidad para las vías adyacentes a la zona del proyecto. Como producto de esta evaluación presenta los planos 6 y 13 que corresponden a la evaluación de vulnerabilidad para la condición actual y para la condición proyectada, los cuales se encuentran a escala 1:500 y firmados por el responsable del proyecto.

En la página 78 del informe se presenta una tabla que relaciona el tipo de solicitación con la tipología de las viviendas y el índice de daño, sin embargo, en dicha tabla no son claros los rangos para cada tipo de solicitación pues no se observan diferencias entre los tipos DV1, DV2, DV3....etc, por lo tanto, el informe no da a entender por que se deducen índices de daño de 0.1 y 0.2. Al respecto se recomienda consultar la tabla de Tipo de solicitaciones propuesta por Leone (1996) que establece los rangos para los desplazamientos verticales. La DPAE solicita aclarar este aspecto y se recuerda el siguiente aparte de la resolución 227 del 2006: *"La vulnerabilidad se deberá expresar por lo menos de acuerdo con una escala cualitativa, así: vulnerabilidad alta, media y baja, incluyendo una descripción detallada de los criterios adoptados para este efecto."*

De acuerdo con la metodología planteada por el constructor las edificaciones existentes deben tener una vulnerabilidad media para la condición proyectada (Tomando ID=0.2 y α=0.2, IVF= 0.22); sin embargo, en el plano No 13 todas la construcciones aparecen con una categoría de vulnerabilidad Baja.

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

Considerando que en la metodología utilizada por el consultor la Vulnerabilidad esta en función de la Amenaza, los cambios que pueden originarse en el modelo geológico-geotécnico y en la categorización de amenaza pueden modificar las categorías de vulnerabilidad que se obtengan.

CUMPLE PARCIALMENTE

Este aspecto debe ser complementado o aclarado, en concordancia con lo establecido en las observaciones anteriores. Adicionalmente, la complementación del modelo geológico - geotécnico puede modificar los resultados de amenaza y por ende cambiar los resultados de vulnerabilidad.

Se debe modificar la tabla presentada en la página 78 ajustando los rangos para cada deformación vertical.

3.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Basándose en los resultados de amenaza y vulnerabilidad, en el Capítulo 8 el consultor evalúa de forma cualitativa el riesgo y presenta el plano No. 12 con la zonificación de riesgo para la condición actual, el cual se encuentra firmado por el responsable del proyecto y es presentado a escala 1:500

El consultor menciona "*En el Plano No 11 se presenta la zonificación del riesgo obtenido mediante el cruce cartográfico del mapa de riesgo y el mapa de vulnerabilidad*", sin embargo, el Plano No 11 muestra la "Localización de Obras y Medidas de mitigación"; además, no se presenta en forma explicita en que consiste dicho cruce cartográfico. Por lo anterior se recuerda lo establecido en el numeral 3.6 de la Resolución 227 del 2006: *"Los criterios establecidos por el consultor deberán ser explicados y descritos en forma detallada":*

CUMPLE PARCIALMENTE

Primero deben cumplirse los aspectos de Amenaza y Vulnerabilidad para luego determinar el Riesgo. No obstante, se reitera que el estudio deberá cumplir con lo solicitado expresamente en el numeral 3.6 del artículo segundo de la resolución 227 de 2006.

3.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

Como medidas de mitigación de riesgo se plantean la construcción de cortes con alturas no mayores a 3m de altura y la conformación de terrazas; además, para el manejo de agua de escorrentía se plantea la construcción de cunetas, una cañuela revestida en la pata del talud y un filtro de 3m de profundidad. Sin embargo, en el plano No. 11 no se muestran los detalles de las cañuelas revestidas ni de los

piezómetros de control de nivel freático, y tampoco se realizan análisis de estabilidad de los cortes que se plantean, lo anterior, con el fin de evitar fallas locales de los mismos.

El consultor presenta un aparte de Plan de mantenimiento y monitoreo en el cual recomienda verificar el funcionamiento de los filtros una vez cada seis meses e instalar seis piezómetros tipo Casagrande. Sin embargo, el consultor no presenta las *"Condiciones y recomendaciones particulares de construcción"(Literal iv del numeral 3.7 de la resolución 227/06)* para la construcción de los filtros de 3m de profundidad.

Se reitera el comentario realizado en el literal d. del numeral 3.1 del presente estudio en cuanto a la presentación de cálculos y especificaciones técnicas de las obras de control propuestas para el manejo del agua en cuanto a secciones, pendientes y materiales a utilizar.

CUMPLE PARCIALMENTE

Este aspecto debe ser complementado o aclarado, en concordancia con lo establecido en las observaciones anteriores. Adicionalmente, la complementación del modelo geológico - geotécnico puede modificar los resultados de amenaza y por ende se podrían requerir medidas de mitigación adicionales.

El consultor no establece la posibilidad o no de fallas locales para los cortes temporales que se nombran en el numeral 9.1, y por lo tanto, no se garantiza la estabilidad en todo momento del proyecto, de acuerdo a lo exigido en el párrafo 1 del numeral 3.7 de la resolución 227 del 2006.

3.7. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En la página 72 se presenta el aparte "Evaluación y clasificación de la amenaza con el desarrollo del proyecto y con obras de mitigación", en este aparte se realizan los análisis de estabilidad con la implementación de los filtros y se obtienen factores de seguridad que reducen la amenaza a una categoría de baja.

El consultor sólo considera el nivel de agua a -3m por la construcción de los filtros, sin embargo, debe evaluarse la efectividad de éstos ante lluvias intensas y fijar los criterios de diseño, considerando además que éstos buscan abatir el nivel freático en un estrato de suelos residuales arcillosos de baja permeabilidad.

CUMPLE PARCIALMENTE

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

La complementación del modelo geológico - geotécnico puede modificar los resultados de amenaza y por ende es posible que se puedan requerir medidas de mitigación adicionales, que harían necesario un análisis de amenaza bajo este escenario.

El consultor debe justificar por qué evalúa la amenaza para el escenario con proyecto y obras de mitigación para un solo nivel de la tabla de agua.

3.8. PROFESIONALES

Adjunto al informe del estudio, se presentan las hojas de vida de los responsables del estudio: Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña y Geólogo Héctor Julio Fierro Morales quienes cumplen los requisitos establecidos en la resolución 227 de 2006 y firman los planos que se adjuntan al estudio. Además se firman dos memoriales de responsabilidad por parte de los encargados del estudio; se entiende que el analista de riesgo en este caso es el ingeniero Alfonso Uribe Sardiña.

CUMPLE

3.9. CONTENIDO DEL INFORME

El informe es estructurado presentando los capítulos mínimos de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del articulo segundo de la resolución 227 de 2006

CUMPLE

4. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO

4.1. 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.

Se modificó el Plano 2: "Mapa geológico", en dicho plano aparece la convención de la unidad Qda + Qc y su descripción.

En el oficio entregado por el consultor y en la versión 1 del informe se menciona que el espesor máximo observado en las perforaciones de la unidad Qda es de 2 m y por lo tanto se considera dicho espesor en el modelo geológico – geotécnico, de igual forma se precisó el espesor de la unidad de Depósitos Coluviales (Qco).

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

En el Plano 2: "Mapa Geológico" se adicionó una observación en la cual se señala que los cortes A – A' y B – B', se pueden observar en las Figuras 3 y 4, respectivamente, las cuales son incluidas en el informe presentado.

Finalmente, en el informe se incluye una descripción de la falla de San Cristóbal, atendiendo la solicitud realizada en la revisión anterior.

CUMPLE

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

En el oficio anexo al informe y en la página 44 del informe en el aparte de "Evaluación del drenaje superficial", el consultor aclara que las zanjas excavadas con el fin de conducir el agua de escorrentía no afectan la estabilidad de los rellenos y los suelos residuales. Además, menciona que la subunidad *"Sub-unidad de ladera denudacional coluvial intervenida (LDCra+LDCau)",* no existe y por tal razón no aparece cartografiada.

CUMPLE

c. Hidrogeología

El consultor aclara que el nivel de agua promedio en condiciones normales es de 2.5 m de profundidad, lo anterior considerando los niveles de agua obtenidos en las perforaciones P1 y P3.

Por otra parte, el consultor menciona que *"Con el fin de evaluar la eficiencia de los filtros para abatir el nivel freático a -3.0 m se efectuó un ensayo de percolación, en el que se obtuvo un valor de permeabilidad de $1X10^{-4}$ cm/s que corresponde a una permeabilidad media a alta, lo que garantiza la funcionalidad de los filtros"*, sin embargo, de acuerdo con la literatura dicho valor del coeficiente de permeabilidad corresponde con materiales *"Poco Permeables"*. Considerando lo anterior, la DPAE aclara nuevamente que las hipótesis sobre el régimen de lluvia en la zona del proyecto, la ubicación de las tablas de agua, así como las metodologías de análisis y cálculos hidrológicos son responsabilidad del Consultor.

CUMPLE

d. Drenaje Superficial

En el anexo C "Documentación de la EAAB" el consultor presenta el "Plano de alcantarillado pluvial – Obra construida" de la EAAB, en el cual se observa que la zona

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

del proyecto se encuentra por fuera de la Zona de Manejo y Protección Ambiental del Río Fucha, que hacía la parte alta de la cuenca corresponde con el Río San Cristóbal.

En el aparte de *"Evaluación de drenaje superficial"* el consultor aclara que *"Los cursos de agua antiguos cartografiados y que se presentan en el plano de Usos del Suelo, son cursos observados en la fotointerpretación y que ya no existen, por lo tanto tampoco afectan la estabilidad de la ladera".*

Por otra parte, el consultor presenta en los anexos los resultados del ensayo de percolación, a partir del cual deduce el coeficiente de permeabilidad, también muestra el cálculo de la intensidad de lluvia para encontrar un caudal a partir del método racional.

De igual forma, como se anotó previamente el consultor indica que las "zanjas escavadas" no afectan la estabilidad de los suelos y rellenos residuales. Asimismo, localiza dichas zanjas en los planos.

CUMPLE PARCIALMENTE

e. Sismología

El consultor adoptó una aceleración máxima en condiciones normales de 0.22g considerando que *"El sitio del proyecto se encuentra ubicado en la transición entre las zonas 1 y 5 del mapa de microzonificación sísmica de Bogotá"*

CUMPLE

f. Uso del Suelo

El consultor modificó el mapa de usos del suelo, en la nueva versión del plano se muestran los "Antiguos frentes de explotación minera rellenados"

CUMPLE

4.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

De acuerdo con lo expuesto en el literal b del numeral 4.1 del presente concepto, el consultor, en el oficio anexo al informe aclaró que las zanjas excavadas con el fin de

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

conducir el agua de escorrentía no afectan la estabilidad de los rellenos y los suelos residuales.

CUMPLE

b. Formulación del Modelo

En el aparte de geología en la descripción de la Formación Bogotá se menciona: *"...la Formación Bogotá presenta comportamiento de roca blanda o suelo residual arcilloso, con presencia de deslizamientos rotacionales generalmente pequeños, flujos de tierra y reptación que pueden aumentar su velocidad por cambios marcados de humedad. Para la zona de estudio no se apreciaron procesos detectables en la fotointerpretación"*, no obstante, en el oficio anexo entregado por el consultor se anota que la descripción dada sobre la Formación Bogotá es de carácter regional pero que en la zona del estudio no se presentan ese tipo de procesos , además, en el aparte 5.2.1 del informe se menciona: *"Con base en lo anterior y en las observaciones de comportamiento de materiales similares en zonas cercanas (cuenca de la quebrada Ramajal) se ha tomado el deslizamiento rotacional de la totalidad de la capa de suelo residual arcilloso como el modo de falla más desfavorable..."*, con lo anterior, el consultor justifica por que únicamente se analizó el mecanismo de falla rotacional, sin embargo, se recuerda lo estipulado por la resolución 227 de 2006 en cuanto a que *"La selección de los métodos de análisis y evaluación son responsabilidad del consultor"*.

Atendiendo la solicitud realizada en la primera revisión del estudio el consultor realizó un apique adicional en el estrato de rellenos y a la muestra recuperada le realizó un ensayo de corte directo obteniendo una cohesión de 1.5 T/m^2 y un ángulo de fricción interna de 28°, sin embargo, considerando las características heterogéneas del material decidió trabajar con los parámetros adoptados inicialmente, es decir, c = 0.5 T/m^2 y φ = 23°, con el objetivo de realizar análisis conservadores.

Se actualizó el modelo geológico – geotécnico de acuerdo con los espesores de los estratos encontrados en las perforaciones, por lo anterior, se realizaron nuevamente los análisis de estabilidad para las dos secciones planteadas. Además, el consultor justificó los espesores y parámetros adoptados para cada uno de los estratos involucrados en el modelo geológico – geotécnico. Finalmente en las figuras 3 y 4 en las cuales se muestran los perfiles de análisis se presentó la correlación con cada uno de los sondeos ejecutados.

CUMPLE

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

c. Exploración Geotécnica

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

4.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

El consultor realizó los análisis de estabilidad para las dos secciones presentadas en las Figuras 3 y 4, incluyendo las modificaciones que se le realizaron al modelo geológico – geotécnico.

El consultor presenta en el Anexo B los análisis de estabilidad para las secciones A - A' y B – B', con base en los cuales realiza la categorización de amenaza que se muestra en las páginas 72 y 73 para el escenario actual y con proyecto sin obras de mitigación.

El consultor con el fin de explicar la metodología empleada en la elaboración de los mapas de amenaza menciona en el aparte de *"Mapa de Amenaza"* que dicho plano fue realizado *"...teniendo en cuenta las superficies de falla que produce el programa de análisis de estabilidad y localizando los límites de aquellas donde los factores de seguridad son inferiores a 1.9 que corresponden a amenaza media y los superiores a 1.9 que corresponden a amenaza baja"*

En la página 97 del informe se menciona: *"Con el fin de poder excavar las zanjas de los filtros hasta profundidades de 3m, el ancho mínimo recomendado es de 0.60 m. En el anexo B aparece el análisis de estabilidad para los cortes a efectuar durante la construcción de los filtros, los cuales resultan en factores de seguridad a la falla superiores a 2.0 m por lo que* ***se considera que el proceso constructivo de los mismos y la excavación de las zanjas no generarán problemas de estabilidad en la ladera"***. No obstante, la DPAE recuerda lo estipulado por la resolución 227 de 2006 en cuanto a que *"La selección de los métodos de análisis y evaluación son responsabilidad del consultor".*

CUMPLE

4.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El consultor modificó la tabla en la que se relacionan el índice de daño, con la tipología de las viviendas y la clase de solicitación, además, explica la metodología empleada para asignar las categorías de vulnerabilidad a los elementos físicos expuestos. Finalmente, en los planos 6 y 13, respectivamente se presentan la zonificación de vulnerabilidad para la condición actual, y para la condición con proyecto y medidas de mitigación.

CUMPLE

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

4.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En la página 93 del capítulo de "Evaluación de riesgo por fenómenos de remoción en masa", con el objetivo de explicar la metodología empleada para la categorización de riesgo se menciona: *"El cruce cartográfico es efectuado mediante una herramienta informática tipo GIS en donde se asignan pesos iguales del 50% a cada mapa de amenaza y vulnerabilidad y con lo cual resulta un mapa de riesgo con los atributos propios que se presentan en el mapa mencionado".*

CUMPLE

4.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

El consultor modificó el plano No. 11 que corresponde con la "Localización de obras y medidas de mitigación", en la versión actual del plano se incluyen detalles de la cañuela revestida y del filtro de 3m de profundidad, y en la figura No. 6 se presenta el detalle de los piezómetros.

En el informe se menciona que los análisis de estabilidad realizados para los cortes de los filtros indican factores de seguridad a la falla superiores a 2.0; no obstante, en el aparte de "Condiciones y recomendaciones particulares de construcción", en la sección de filtros se presenta la siguiente recomendación: *"En todas las zanjas para los filtros se colocará un entibado conformado por tablas de madera de 0.04m x 20m. Las tablas estarán sostenidas con codales metálicos telescópicos de 0.15 m de diámetro por sección, espaciados 1.6m entre ejes".*

CUMPLE

4.7. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El consultor en el último párrafo de la página 78 hace la siguiente afirmación *"..ya que como se ha mencionado dada la permeabilidad* ***media a alta de las arcillas arenosas*** *que conforman el estrato superficial de los suelos residuales, los filtros garantizan el abatimiento del nivel hasta esta profundidad, aún en las condiciones de lluvia crítica".* Por lo anterior, la DPAE reitera la observación realizada anteriormente en cuanto a que las hipótesis sobre el régimen de lluvia en la zona del proyecto, la ubicación de las tablas de agua, así como las metodologías de análisis y cálculos hidrológicos son responsabilidad del Consultor.

CUMPLE

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

4.8. PROFESIONALES

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

4.9. CONTENIDO DEL INFORME

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

5. CONCLUSIONES

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, luego de evaluar los distintos aspectos en esta versión, se permite conceptuar que el estudio particular de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para el proyecto "TORRES DE SAN CRISTÓBAL", presentado por la Firma ALFONSO URIBE Y CIA. S.A. Estudios de Suelos, **CUMPLE** con los términos de referencia establecidos por la DPAE para la elaboración de estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa, en cumplimiento de lo establecido en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004; por las consideraciones estipuladas en cada uno de los puntos anteriormente revisados.

6. 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 cumplan los niveles de amenaza baja exigidos en la Resolución 227 de 2006.

Cuando se desarrolle la construcción del proyecto TORRES DE SAN CRISTÓBAL, se recomienda llevar un estricto control documentado de las diferentes fases seguidas durante los procesos constructivos adoptados, especialmente durante etapas de excavación. Igualmente, se recomienda planificar e implementar la evaluación y seguimiento de las distintas etapas constructivas durante estos procesos, de tal manera que si se advierten problemas de inestabilidad, se puedan tomar los correctivos necesarios. Adicionalmente, se deben tomar por parte del constructor, las medidas de seguridad necesarias, de tal forma que se garantice la vida de los trabajadores que estarán en la zona.

7. 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

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

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.

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	**ANA CAROLINA RIVERA AGUIRRE** Ingeniera Civil Especialista en Geotecnia M.P. 25202106733 CND	
Revisó	**CESAR FERNANDO PEÑA PINZÓN** Coordinador Grupo de Conceptos Técnicos	Cesar F. Peña P.
Aprobó	**GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ** Subdirector Área Investigación y Desarrollo	
Vo. Bo.	**DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS** Directora	

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co