Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

CONCEPTO TECNICO No. CT- 4344 de 2006

Revisión de Estudio Particular de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa Artículo 112 - Decreto 469 de 2003

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Dr. Germán Ruíz Silva Curador Urbano No. 4
LOCALIDAD:	SUBA
BARRIO:	CASABLANCA SUBA
PROYECTO:	**LA ESMERALDA**
DIRECCIÓN:	Calle 167 con Carrera 66
UPZ:	23 Casablanca Suba
ÁREA (Ha):	1.61
TIPO DE RIESGO:	Remoción en masa
FECHA DE EMISION:	Marzo 21 de 2006

2. ANTECEDENTES

De acuerdo con el artículo 112 del Decreto 469 de 2003 (que modifica el Decreto 619 de 2000, 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.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá Distrito Capital – FOPAE – y la Sociedad Colombiana de Geotecnia – SCG – han acordado la realización de una asesoría técnica por parte de la SCG al FOPAE en la Revisión de Estudios y Metodologías de Evaluación de Riesgo Sísmico y por Fenómenos de Remoción en Masa.

El presente concepto técnico corresponde a la **cuarta revisión** realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del estudio particular de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa del proyecto La Esmeralda, de la localidad 11 de Suba realizado por la firma ESPINOSA Y RESTREPO LIMITADA, denominado EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA PARA EL PROYECTO LA ESMERALDA A CONSTRUIRSE EN LA CALLE 167 CON CARRERA 66 DE BOGOTÁ .

Según la hoja de remisión del estudio por parte de la DPAE, el sitio se encuentra ubicado en un nivel de amenaza media por FRM; esto deberá ser contrastado con las conclusiones del estudio objeto de la presente revisión.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO LA ESMERALDA

Según el informe presentado, el proyecto está ubicado sobre una zona de ladera de los cerros nor-orientales de la ciudad de Bogotá (cerros de Suba), con un área de aproximadamente 1.6 Ha, donde se han dejado 3274 m² de área de cesión; el área restante (aproximadamente 1.3 Ha) se ha dividido en dos lotes en donde se proyecta la construcción de 9 torres de hasta 11 pisos cada una con altillo, sótano y semi-sótano, en mampostería estructural. Para la implantación del proyecto, y debido a la topografía del terreno (pendientes máximas del 30%), se proyecta la ejecución de terrazas con cortes máximos entre 3 m y 4 m.

Tal como se menciona en el estudio, para realizar los trabajos se contó con el levantamiento topográfico (curvas de nivel cada 2 m) y el plano urbanístico, los cuales se presentan en el Anexo 1 del Informe.

En la Figura 1 se presenta la localización del proyecto en estudio.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

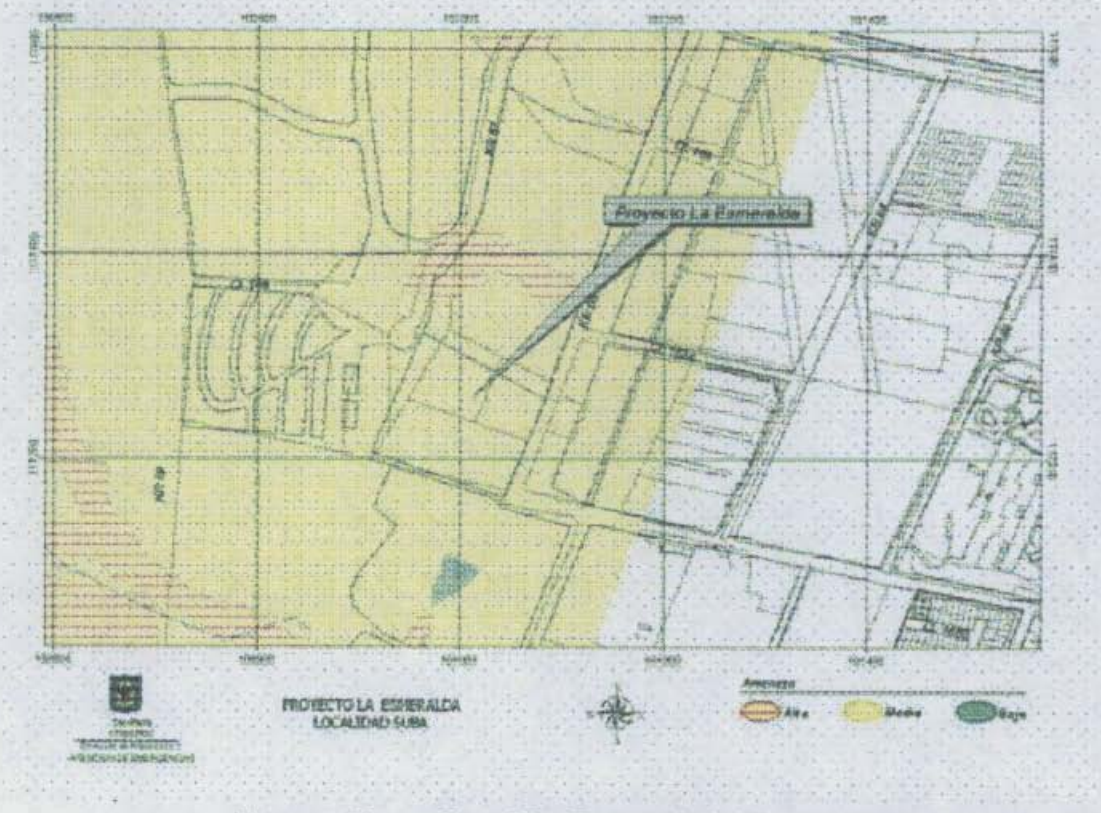


Figura 1 Localización General del Proyecto la Esmeralda

4. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA JULIO 25 DE 2005

El Artículo 2 de la Resolución 364 de octubre de 2000 establece los términos de referencia y requisitos mínimos que deben ser cumplidos por los estudios detallados de amenaza y riesgo. El Numeral 1 del mismo establece que el alcance de los estudios es el de "**Determinar los daños esperados en las edificaciones del proyecto durante su vida útil por fenómenos de remoción en masa y diseñar un plan de mitigación para evitar que estos daños se presenten y para garantizar la estabilidad, funcionalidad y habitabilidad de las edificaciones que conforman el proyecto**", lo cual implica llevar a cabo análisis detallados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para las condiciones actuales y futuras del proyecto, así como de su entorno.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

La revisión inicial del ESTUDIO EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA PARA EL PROYECTO LA ESMERALDA A CONSTRUIRSE EN LA CALLE 167 CON CARRERA 66 DE BOGOTÁ, por parte de la Sociedad Colombiana de Geotecnia, se hizo a la luz de los requerimientos consignados en la Resolución No. 364 de 2000 para este tipo de estudios. El concepto técnico No. CT- 4177 de Julio 25 de 2005, 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 antes mencionada.

4.1 El Numeral 2.1, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, establece los Estudios Básicos a ser incluidos en el estudio, los cuales se describen a continuación con las observaciones realizadas por la Sociedad Colombiana de Geotecnia:

a. Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica escala 1:1000 con curvas de nivel cada 1.0 m o con mayor detalle; la descripción geológica debe incluir información sobre la estratigrafía y la geología estructural.

En el capítulo 4 de la primera parte (estudios básicos) se presenta la descripción geológica regional. Se recomienda acompañar de un esquema geológico regional, ubicando el lote en estudio.

En los capítulos 5, 6 y 7 de la primera parte (estudios básicos) se presentan las características geológicas locales, y los planos geológicos, junto con las secciones se presentan en el Anexo 4. Específicamente en el capítulo 6 de la primera parte (estudios básicos) se presenta la descripción estratigráfica del sector, el cual es básicamente un depósito coluvial que suprayace suelos residuales de la Formación Guaduas; puntualmente, se encuentran algunos rellenos. En el capítulo 7 de la primera parte (estudios básicos) se presentan las características estructurales del macizo rocoso, tomadas por extrapolación de las fotografías aéreas, las cuales no aparecen en el plano tal como se menciona en el Capítulo 7 de la primera parte (estudios básicos).

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

- Presentar los planos en escala 1:500 ó1:1000 pero con curvas de nivel cada metro. Actualmente están en escala 1:500 pero con curvas de nivel cada cuatro (4) metros.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

- En el plano geológico (planta), se deberá localizar la ubicación de las secciones (Corte A-A y B-B) e incluir las características estructurales del macizo.
- Incluir la descripción de la tectónica regional, y explicar su influencia o no en la estabilidad de las laderas en la zona de estudio.

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

En el capítulo 8 de la primera parte (estudios básicos) se presenta la descripción geomorfológica en el contexto local, diferenciando dos tipos de laderas según su origen: coluviales y antrópicas; se presenta un plano (Anexo 4), en escala 1:500. De otra parte, se menciona que no hay presencia ni evidencia de fenómenos de remoción en masa en el sector y que únicamente se presentan pequeñas erosiones puntuales en el lote de estudio .

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Se deberá:

- Cartografiar las unidades geomorfológicas en planos escala 1:500 ó 1:1000, con curvas de nivel cada metro como mínimo.

c. Clima, Hidrología, Hidráulica o Hidrogeología, los cuales deben incluir aspectos relacionados con histogramas de precipitaciones máximas, mínimas y medias, evaluación hidrológica e hidráulica de los drenajes naturales y artificiales existentes, y características de las aguas subsuperficiales que puedan tener influencia en las condiciones de estabilidad del sitio del proyecto.

Se presenta un capitulo (Capítulo 8, numeral 8.5, 8.6. y 8.7 de los estudios básicos), donde se presenta la descripción de las características de precipitación total, la evaporación y humedad relativa. No se presentan histogramas, ni relación de la información utilizada.

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Se deberá:

- Presentan los histogramas de precipitación utilizados para la descripción.
- En el Capítulo 3 de la segunda parte (Evaluación de los procesos de inestabilidad), se presenta como factor detonante la lluvia, determinando para el

talud característico el nivel de agua crítico (para el cual el FS=1). Sin embargo no se presenta la relación entre este nivel y la precipitación y factores climátológicos descritos. Se deberá explicar esta relación.

- Revisar la edición del texto, ya que parece ser que el numeral 8.5 correspondería a un nuevo capítulo (capítulo 9).

d. Emplear la información sísmica requerida, con base en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, la cual fue reglamentada por medio del Decreto 074 de 2001.

Se utiliza la información del Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá; estableciendo una aceleración máxima horizontal de 0.24 g para un período de retorno de 475 años (probabilidad de ocurrencia del 0.21%). Se presenta una gráfica, ajustando la aceleración horizontal de roca a una distribución de probabilidad exponencial.

CUMPLIMIENTO.

e. Realizar el levantamiento de la cobertura del suelo, descripción de la vegetación existente, teniendo en cuenta las unidades de vegetación (si aplica).

No hay explícitamente en el texto un aparte de cobertura del suelo; sin embargo, se menciona muy sucintamente, que el lote esta cubierto de pastos.

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Se recomienda incluir un capítulo donde se explique el tipo de cobertura del lote (pastos) y explicar la influencia de este factor en la estabilidad de los taludes (tiene o no tiene influencia?).

4.2 El Numeral 2.2, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000 requiere la recopilación y descripción de los antecedentes históricos de remoción en masa que se han presentado en el área de influencia del proyecto.

Se menciona que no hay evidencias de movimientos en masa en el sector..

CUMPLIMIENTO.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

4.3 El Numeral 2.3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000 solicita la evaluación de procesos de inestabilidad que incluyan la identificación y descripción de procesos regionales y locales, junto con el análisis de factores que pueden incidir en el desencadenamiento de los mismos; adicionalmente, establece los requerimientos para la exploración geotécnica.

En el Capítulo 1 de la segunda parte (evaluación de procesos de inestabilidad) se dice que en el sector no se presentan fenómenos de remoción en masa significativos, y que los problemas de inestabilidad se generar puntualmente por los cortes para la construcción de viviendas y vías, y son solucionados con la construcción de pequeñs obras de contención (muros en concreto o gaviones). Adicionalmente, recomiendan que en el lote, los materiales de rellenos antrópicos identificados sean retirados (ver página 15).

Con relación a la exploración geotécnica, el informe presenta los perfiles estratigráficos de 8 sondeos (Anexo 2) y se menciona la ejecución de 5 apiques.También se presentan las resultados de los ensayos de laboratorio realizados.

Adicionalmente, se presentan los resultados de la exploración geofísica (refracción sísmica realizada).

CUMPLIMIENTO

4.4 El Numeral 2.4, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere la evaluación de la amenaza por procesos de movimientos en masa mediante la utilización de un método de análisis y cálculo de reconocida validez. Adicionalmente, los análisis de amenaza se deben hacer para las condiciones presentes a las que está y puede estar expuesto el proyecto durante su vida útil, y para la amenaza inducida por las obras (cortes, excavaciones, rellenos, sobrecargas y otros), durante y después de su ejecución, tanto en el área del proyecto como en el área de influencia.

En el Capítulo 3 de la segunda parte, se presentan los análisis de estabilidad probabilísticos determinando los variabilidad de los parámetros de resistencia para los diferentes materiales tomando los resultados de los ensayos de corte directo y correlaciones con el ensayo SPT. Se estiman las desviaciones estándar de los parámetros, tomando iguales valores para los diferentes materiales, pero no se presenta un sustento de ello. Para los factores detonantes se utilizan distribuciones exponenciales tanto para el sismo como para la lluvia; para esta última se menciona la utilización de la lluvia crítica, pero en ninguna parte se establece ésta. Se realizan los

análisis de estabilidad probabilísticos (bidimensionales) utilizando el método de Monte Carlo, pero no se presentan las secciones utilizadas (parecen ser las mismas de los perfiles geológicos)

Con base en el valor de los factores de seguridad calculados, el Consultor concluye que la amenaza es baja a muy baja (factores de seguridad mayores a 1.9) para la condición actual. Sin embargo, por efecto de las sobrecargas de los edificios y los cortes para la implantación de los mismo, los factores de seguridad pueden bajar hasta 0.48 (fallas puntuales en los sitios de corte) si no se construyen obras de mitigación.

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Se deberá:

- Presentan las secciones geotécnicas de análisis o mencionar que son las mismas presentadas en el capítulo de geología.
- Definir el criterio para establecer la distribución de probabilidad del nivel del agua (lluvia crítica?).
- Presentar el mapa de zonificación de amenaza en escala 1:1000.

4.5 El Numeral 2.5, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita el análisis de vulnerabilidad de todos los elementos del proyecto frente a la magnitud máxima probable de la amenaza. Este análisis debe hacerse para la condición actual, y la del proyecto una vez terminado para todo el término de la vida útil.

Se presenta la metodología convencionalmente utilizada para los estudios de riesgos, y se concluye que la vulnerabilidad de las edificaciones es alta si no se construyen las obras de mitigación.

CUMPLIMIENTO

4.6 El Numeral 2.6, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere de la explicación y descripción detallada de los criterios establecidos por el consultor en la evaluación del riesgo, el cual debe ser presentado como una zonificación sobre una base cartográfica a escala 1:1000. Adicionalmente, el Numeral 2.8 solicita la presentación de la evaluación de riesgo incorporando el efecto de los beneficios de las medidas de mitigación propuestas.

Se hace extensivo el comentario de vulnerabilidad.

CUMPLIMIENTO

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

4.7 El Numeral 2.7, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita las medidas de mitigación del riesgo para cada una de las categorías definidas en la respectiva evaluación, las cuales incluyen restricciones en el aprovechamiento y ocupación del área, obras de ingeniería, o las que el analista considere necesarias para lograr la reducción del riesgo.

En el estudio se plantean como medidas de mitigación la construcción de obras de contención (muros en concreto) en los cortes realizados para la construcción de las torres; estos muros deben formar parte del diseño estructural de los edificios. Se presentan los análisis de estabilidad global de las laderas suponiendo un comportamiento rígido de la estructura; sin embargo, no se realizan los análisis de estabilidad local de cada uno de los muros, ni la estabilidad durante la construcción (se debe tener en cuenta el método constructivo de las pantallas o muros propuestos).

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Se deberán presentar los análisis de estabilidad local de los muros o pantallas teniendo en cuenta la secuencia de construcción de las mismas. Se deben presentar las hipótesis de carga para los diferentes muros a diseñar (teniendo en cuenta las posibles solicitaciones de acuerdo a los tipos de suelo, sismo y nivel del agua); en este aspecto, se deberán recomendar las obras de drenaje necesarias para que se cumplan las hipótesis planteadas.

***4.8* El Numeral 3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, especifica los requisitos que deben tener los profesionales que evalúan los diferentes aspectos técnicos consignados en el estudio de amenaza por remoción en masa.**

El consultor incluye las hojas de vida de los profesionales

CUMPLIMIENTO.

4.9 El numeral 4, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, indica el contenido mínimo del estudio, dejando a consideración del analista su orden y la inclusión de información adicional.

CUMPLIMIENTO: Se recomienda mejorar la edición del texto.

4.10 El Artículo Tercero de la Resolución 364 de 2000, requiere que se anexe al estudio una carta de responsabilidad por parte del analista de riesgo, al igual que la debida firma de todos los planos por parte de los profesionales matriculados y facultados para tal fin.

El consultor incluye la carta de responsabilidad por parte del analista de riesgo.

CUMPLIMIENTO

5. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA OCTUBRE 3 DE 2005 (CT No. 4219)

5.1 El Numeral 2.1, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, establece los Estudios Básicos a ser incluidos en el estudio, los cuales se describen a continuación con las observaciones realizadas por la Sociedad Colombiana de Geotecnia:

a. Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica escala 1:1000 con curvas de nivel cada 1.0 m o con mayor detalle; la descripción geológica debe incluir información sobre la estratigrafía y la geología estructural.

CUMPLIMIENTO. Se complementó el estudio en los siguientes aspectos, objeto de la primera revisión:

- Planos en escala 1:1000 con curvas de nivel cada metro.
- En el plano geológico (planta), se localizó la ubicación de las secciones (Corte A-A y B-B).
- Relacionar en el texto los planos.
- Se incluyó la descripción de la tectónica regional, y se explicó su influencia en la estabilidad de las laderas en la zona de estudio.

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

CUMPLIMIENTO: Se incluyó lo solicitado en la revisión 1:

- Plano de unidades geomorfológicas en escala 1:1000.

c. Clima, Hidrología, Hidráulica o Hidrogeología, los cuales deben incluir aspectos relacionados con histogramas de precipitaciones máximas, mínimas y medias, evaluación hidrológica e hidráulica de los drenajes naturales y artificiales existentes, y características de las aguas subsuperficiales que puedan tener influencia en las condiciones de estabilidad del sitio del proyecto.

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Se deberá:

- Presentan los histogramas de precipitación utilizados para la descripción.
- En el Numeral 3.3 de la segunda parte (Factores detonantes), se presenta como factor detonante la lluvia, determinando para el talud característico el nivel de agua crítico (para el cual el FS=1). Sin embargo no se presenta la relación entre este nivel y la precipitación y factores climátológicos descritos. Se deberá explicar esta relación, especialmente en la determinación de la probabilidad de ocurrencia de la lluvia crítica.

d. Emplear la información sísmica requerida, con base en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, la cual fue reglamentada por medio del Decreto 074 de 2001.

Se utiliza la información del Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá; estableciendo una aceleración máxima horizontal de 0.24 g para un período de retorno de 475 años (probabilidad de ocurrencia del 0.21%). Se presenta una gráfica, ajustando la aceleración horizontal de roca a una distribución de probabilidad exponencial.

CUMPLIMIENTO.

e. Realizar el levantamiento de la cobertura del suelo, descripción de la vegetación existente, teniendo en cuenta las unidades de vegetación (si aplica).

CUMPLIMIENTO. Se incluye el capítulo correspondiente.

5.2 El Numeral 2.2, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000 requiere la recopilación y descripción de los antecedentes históricos de remoción en masa que se han presentado en el área de influencia del proyecto.

Se menciona que no hay evidencias de movimientos en masa en el sector..

CUMPLIMIENTO.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

5.3 El Numeral 2.3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000 solicita la evaluación de procesos de inestabilidad que incluyan la identificación y descripción de procesos regionales y locales, junto con el análisis de factores que pueden incidir en el desencadenamiento de los mismos; adicionalmente, establece los requerimientos para la exploración geotécnica.

CUMPLIMIENTO.

- Se incluyen los registros estratigráficos de los apiques realizados.

5.4 El Numeral 2.4, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere la evaluación de la amenaza por procesos de movimientos en masa mediante la utilización de un método de análisis y cálculo de reconocida validez. Adicionalmente, los análisis de amenaza se deben hacer para las condiciones presentes a las que está y puede estar expuesto el proyecto durante su vida útil, y para la amenaza inducida por las obras (cortes, excavaciones, rellenos, sobrecargas y otros), durante y después de su ejecución, tanto en el área del proyecto como en el área de influencia.

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Se deberá:

- Definir el criterio para establecer la distribución de probabilidad del nivel del agua (lluvia crítica ?).

5.5 El Numeral 2.5, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita el análisis de vulnerabilidad de todos los elementos del proyecto frente a la magnitud máxima probable de la amenaza. Este análisis debe hacerse para la condición actual, y la del proyecto una vez terminado para todo el término de la vida útil.

Se presenta la metodología utilizada por el DPAE para los estudios de riesgos, y se concluye que la vulnerabilidad de las edificaciones es alta si no se construyen las obras de mitigación.

CUMPLIMIENTO.

5.6 El Numeral 2.6, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere de la explicación y descripción detallada de los criterios establecidos por el consultor en la evaluación del riesgo, el cual debe ser presentado como una zonificación sobre una base cartográfica a escala 1:1000. Adicionalmente, el Numeral 2.8 solicita la

presentación de la evaluación de riesgo incorporando el efecto de los beneficios de las medidas de mitigación propuestas.

Se hace extensivo el comentario de vulnerabilidad.

5.7 El Numeral 2.7, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita las medidas de mitigación del riesgo para cada una de las categorías definidas en la respectiva evaluación, las cuales incluyen restricciones en el aprovechamiento y ocupación del área, obras de ingeniería, o las que el analista considere necesarias para lograr la reducción del riesgo.

En el estudio se plantean como medidas de mitigación la construcción de obras de contención (muros en concreto) en los cortes realizados para la construcción de las torres; estos muros deben formar parte del diseño estructural de los edificios. Se presentan los análisis de estabilidad global de las laderas suponiendo un comportamiento rígido de la estructura; sin embargo, no se realizan los análisis de estabilidad local de cada uno de los muros, ni la estabilidad durante la construcción (se debe tener en cuenta el método constructivo de las pantallas o muros propuestos); sin embargo, se resalta, que se presentan los diagramas de empujes de tierra, para diferentes hipótesis.

CUMPLIMIENTO PARCIAL: se debe presentar los análisis de estabilidad local de los muros de contención proyectados, o en su defecto, señalar que la estabilidad local de la estructura de contención debe hacer parte del diseño estructural de la misma.

***5.8* El Numeral 3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, especifica los requisitos que deben tener los profesionales que evalúan los diferentes aspectos técnicos consignados en el estudio de amenaza por remoción en masa.**

El consultor incluye las hojas de vida de los profesionales

CUMPLIMIENTO.

5.9 El numeral 4, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, indica el contenido mínimo del estudio, dejando a consideración del analista su orden y la inclusión de información adicional.

CUMPLIMIENTO.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

5.10 El Artículo Tercero de la Resolución 364 de 2000, requiere que se anexe al estudio una carta de responsabilidad por parte del analista de riesgo, al igual que la debida firma de todos los planos por parte de los profesionales matriculados y facultados para tal fin.

El consultor incluye la carta de responsabilidad por parte del analista de riesgo.

CUMPLIMIENTO.

6. TERCERA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA ENERO 25 DE 2006(CT No. 4299)

6.1. El Numeral 2.1, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, establece los Estudios Básicos a ser incluidos en el estudio, los cuales se describen a continuación con las observaciones realizadas por la Sociedad Colombiana de Geotecnia:

a. Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica escala 1:1000 con curvas de nivel cada 1.0 m o con mayor detalle; la descripción geológica debe incluir información sobre la estratigrafía y la geología estructural.

CUMPLIMIENTO. Se complementó el estudio en los siguientes aspectos, objeto de la primera revisión, y que están en el informe de la segunda y tercera revisión:

- Planos en escala 1:1000 con curvas de nivel cada metro.
- En el plano geológico (planta), se localizó la ubicación de las secciones (Corte A-A y B-B).
- Relacionar en el texto los planos.
- Se incluyó la descripción de la tectónica regional, y se explicó su influencia en la estabilidad de las laderas en la zona de estudio.

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

CUMPLIMIENTO: Se incluyó lo solicitado en la revisión 1 y que está en el informe de la revisión 2 y 3:

- Plano de unidades geomorfológicas en escala 1:1000.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

c. **Clima, Hidrología, Hidráulica o Hidrogeología, los cuales deben incluir aspectos relacionados con histogramas de precipitaciones máximas, mínimas y medias, evaluación hidrológica e hidráulica de los drenajes naturales y artificiales existentes, y características de las aguas subsuperficiales que puedan tener influencia en las condiciones de estabilidad del sitio del proyecto.**

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Se deberá:

- Presentar los histogramas de precipitación utilizados para la descripción.
- Según lo que se afirma en el estudio, los factores de seguridad de la ladera son "insensibles" a la posición del nivel freático (pág. 42 y gráfico pág. 43). Se recomienda revisar esta conclusión o sustentarla técnicamente.
- Según la conclusión anterior, el agua no es un factor detonante de deslizamientos en la zona; se solicita revisar esta conclusión.

d. **Emplear la información sísmica requerida, con base en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, la cual fue reglamentada por medio del Decreto 074 de 2001.**

Se utiliza la información del Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá; estableciendo una aceleración máxima horizontal de 0.24 g para un período de retorno de 475 años (probabilidad de ocurrencia del 0.21%). Se presenta una gráfica, ajustando la aceleración horizontal de roca a una distribución de probabilidad exponencial.

CUMPLIMIENTO.

e. **Realizar el levantamiento de la cobertura del suelo, descripción de la vegetación existente, teniendo en cuenta las unidades de vegetación (si aplica).**

CUMPLIMIENTO: Se incluye el capítulo correspondiente (numeral 3.4).

6.2. **El Numeral 2.2, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000 requiere la recopilación y descripción de los antecedentes históricos de remoción en masa que se han presentado en el área de influencia del proyecto.**

Se menciona que no hay evidencias de movimientos en masa en el sector.

CUMPLIMIENTO.

6.3 El Numeral 2.3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000 solicita la evaluación de procesos de inestabilidad que incluyan la identificación y descripción de procesos regionales y locales, junto con el análisis de factores que pueden incidir en el desencadenamiento de los mismos; adicionalmente, establece los requerimientos para la exploración geotécnica.

CUMPLIMIENTO.

- Se incluyen los registros estratigráficos de los apiques realizados.

6.4 El Numeral 2.4, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere la evaluación de la amenaza por procesos de movimientos en masa mediante la utilización de un método de análisis y cálculo de reconocida validez. Adicionalmente, los análisis de amenaza se deben hacer para las condiciones presentes a las que está y puede estar expuesto el proyecto durante su vida útil, y para la amenaza inducida por las obras (cortes, excavaciones, rellenos, sobrecargas y otros), durante y después de su ejecución, tanto en el área del proyecto como en el área de influencia.

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Se deberá:

- Según se concluye del informe, el agua no es un factor detonante de deslizamientos en la zona; se solicita revisar esta conclusión. En caso contrario, se debe definir el criterio para establecer la distribución de probabilidad del nivel del agua (lluvia crítica?).

6.5 El Numeral 2.5, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita el análisis de vulnerabilidad de todos los elementos del proyecto frente a la magnitud máxima probable de la amenaza. Este análisis debe hacerse para la condición actual, y la del proyecto una vez terminado para todo el término de la vida útil.

Se presenta la metodología utilizada por el DPAE para los estudios de riesgos, y se concluye que la vulnerabilidad de las edificaciones es alta si no se construyen las obras de mitigación.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

CUMPLIMIENTO.

6.6 El Numeral 2.6, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere de la explicación y descripción detallada de los criterios establecidos por el consultor en la evaluación del riesgo, el cual debe ser presentado como una zonificación sobre una base cartográfica a escala 1:1000. Adicionalmente, el Numeral 2.8 solicita la presentación de la evaluación de riesgo incorporando el efecto de los beneficios de las medidas de mitigación propuestas.

Se hace extensivo el comentario de vulnerabilidad.

6.7 El Numeral 2.7, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita las medidas de mitigación del riesgo para cada una de las categorías definidas en la respectiva evaluación, las cuales incluyen restricciones en el aprovechamiento y ocupación del área, obras de ingeniería, o las que el analista considere necesarias para lograr la reducción del riesgo.

En el estudio se plantean como medidas de mitigación la construcción de obras de contención (muros en concreto) en los cortes realizados para la construcción de las torres; estos muros deben formar parte del diseño estructural de los edificios. Se presentan los análisis de estabilidad global de las laderas suponiendo un comportamiento rígido de la estructura; sin embargo, no se realizan los análisis de estabilidad local de cada uno de los muros, ni la estabilidad durante la construcción (se debe tener en cuenta el método constructivo de las pantallas o muros propuestos); sin embargo, se resalta, que se presentan los diagramas de empujes de tierra, para diferentes hipótesis y se establece que los análisis de estabilidad local de los muros de contención proyectados debe hacer parte del diseño estructural de la estructura.

Adicionalmente, se establece como medida de mitigación, obras de drenaje superficial (cunetas y cañuelas).

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Se recomienda estudiar la posibilidad de drenaje subsuperficial (trincheras y filtros subsuperficiales), si se concluye en la revisión que el agua freática si influye en la estabilidad de la ladera.

6.8 El Numeral 3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, especifica los requisitos que deben tener los profesionales que evalúan los diferentes aspectos técnicos consignados en el estudio de amenaza por remoción en masa.

El consultor incluye las Hojas de Vida de los profesionales.

CUMPLIMIENTO

6.9 El numeral 4, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, indica el contenido mínimo del estudio, dejando a consideración del analista su orden y la inclusión de información adicional.

CUMPLIMIENTO.

6.10 El Artículo Tercero de la Resolución 364 de 2000, requiere que se anexe al estudio una carta de responsabilidad por parte del analista de riesgo, al igual que la debida firma de todos los planos por parte de los profesionales matriculados y facultados para tal fin.

El consultor incluye la carta de responsabilidad por parte del analista de riesgo (Ingeniero Carlos Restrepo).

CUMPLIMIENTO.

7. CUARTA REVISIÓN DEL ESTUDIO (ACTUAL)

7.1 El Numeral 2.1, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, establece los Estudios Básicos a ser incluidos en el estudio, los cuales se describen a continuación con las observaciones realizadas por la Sociedad Colombiana de Geotecnia:

a. **Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica escala 1:1000 con curvas de nivel cada 1.0 m o con mayor detalle; la descripción geológica debe incluir información sobre la estratigrafía y la geología estructural.**

CUMPLIMIENTO. Se complementó el estudio en los siguientes aspectos, objeto de la primera revisión, y que están en el informe de la segunda y tercera revisión:

- Planos en escala 1:1000 con curvas de nivel cada metro.
- En el plano geológico (planta), se localizó la ubicación de las secciones (Corte A-A y B-B).
- Relacionar en el texto los planos.
- Se incluyó la descripción de la tectónica regional, y se explicó su influencia en la estabilidad de las laderas en la zona de estudio.

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

CUMPLIMIENTO: Se incluyó lo solicitado en la revisión 1 y que está en el informe de la revisión 2 y 3:

- Plano de unidades geomorfológicas en escala 1:1000.

c. Clima, Hidrología, Hidráulica o Hidrogeología, los cuales deben incluir aspectos relacionados con histogramas de precipitaciones máximas, mínimas y medias, evaluación hidrológica e hidráulica de los drenajes naturales y artificiales existentes, y características de las aguas subsuperficiales que puedan tener influencia en las condiciones de estabilidad del sitio del proyecto.

CUMPLIMIENTO: Se presentaron:

- Los histogramas de precipitación utilizados para la descripción.
- Se presenta una gráfica (Pág. 43), donde se ve que el Factor de Seguridad de la ladera es de 3.5 para condición "seca" y de 2.1 para condición "saturada".

d. Emplear la información sísmica requerida, con base en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, la cual fue reglamentada por medio del Decreto 074 de 2001.

Se utiliza la información del Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá; estableciendo una aceleración máxima horizontal de 0.24 g para un período de retorno de 475 años (probabilidad de ocurrencia del 0.21%). Se presenta una gráfica, ajustando la aceleración horizontal de roca a una distribución de probabilidad

exponencial.

CUMPLIMIENTO.

e. Realizar el levantamiento de la cobertura del suelo, descripción de la vegetación existente, teniendo en cuenta las unidades de vegetación (si aplica).

CUMPLIMIENTO: Se incluye el capítulo correspondiente (numeral 3.4).

7.2 El Numeral 2.2, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000 requiere la recopilación y descripción de los antecedentes históricos de remoción en masa que se han presentado en el área de influencia del proyecto.

Se menciona que no hay evidencias de movimientos en masa en el sector.

CUMPLIMIENTO.

7.3 El Numeral 2.3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000 solicita la evaluación de procesos de inestabilidad que incluyan la identificación y descripción de procesos regionales y locales, junto con el análisis de factores que pueden incidir en el desencadenamiento de los mismos; adicionalmente, establece los requerimientos para la exploración geotécnica.

CUMPLIMIENTO.

- Se incluyen los registros estratigráficos de los apiques realizados.

7.4 El Numeral 2.4, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere la evaluación de la amenaza por procesos de movimientos en masa mediante la utilización de un método de análisis y cálculo de reconocida validez. Adicionalmente, los análisis de amenaza se deben hacer para las condiciones presentes a las que está y puede estar expuesto el proyecto durante su vida útil, y para la amenaza inducida por las obras (cortes, excavaciones, rellenos, sobrecargas y otros), durante y después de su ejecución, tanto en el área del proyecto como en el área de influencia.

CUMPLIMIENTO:

- Según lo definen en el numeral 3.3.1, para las condiciones actuales, el agua no es un detonante decisivo en la estabilidad del talud. Sin embargo, se tiene en cuenta en los análisis probabilísticos de estabilidad utilizando el método de lluvia crítica.

7.5 El Numeral 2.5, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita el análisis de vulnerabilidad de todos los elementos del proyecto frente a la magnitud máxima probable de la amenaza. Este análisis debe hacerse para la condición actual, y la del proyecto una vez terminado para todo el término de la vida útil.

Se presenta la metodología utilizada por el DPAE para los estudios de riesgos, y se concluye que la vulnerabilidad de las edificaciones es alta si no se construyen las obras de mitigación.

CUMPLIMIENTO.

7.6 El Numeral 2.6, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere de la explicación y descripción detallada de los criterios establecidos por el consultor en la evaluación del riesgo, el cual debe ser presentado como una zonificación sobre una base cartográfica a escala 1:1000. Adicionalmente, el Numeral 2.8 solicita la presentación de la evaluación de riesgo incorporando el efecto de los beneficios de las medidas de mitigación propuestas.

CUMPLIMIENTO

Se hace extensivo el comentario de vulnerabilidad.

7.7 El Numeral 2.7, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita las medidas de mitigación del riesgo para cada una de las categorías definidas en la respectiva evaluación, las cuales incluyen restricciones en el aprovechamiento y ocupación del área, obras de ingeniería, o las que el analista considere necesarias para lograr la reducción del riesgo.

En el estudio se plantean como medidas de mitigación la construcción de obras de contención (muros en concreto) en los cortes realizados para la construcción de las torres; estos muros deben formar parte del diseño estructural de los edificios. Se presentan los análisis de estabilidad global de las laderas suponiendo un comportamiento rígido de la estructura; sin embargo, no se realizan los análisis de estabilidad local de cada uno de los muros, ni la estabilidad durante la construcción (se debe tener en cuenta

el método constructivo de las pantallas o muros propuestos); sin embargo, se resalta, que se presentan los diagramas de empujes de tierra, para diferentes hipótesis y se establece que los análisis de estabilidad local de los muros de contención proyectados debe hacer parte del diseño estructural de la estructura.

Adicionalmente, se establece como medida de mitigación, obras de drenaje superficial y subsuperficial (cunetas y cañuelas).

CUMPLIMIENTO.

7.8 El Numeral 3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, especifica los requisitos que deben tener los profesionales que evalúan los diferentes aspectos técnicos consignados en el estudio de amenaza por remoción en masa.

El consultor incluye las Hojas de Vida de los profesionales.

CUMPLIMIENTO

7.9 El numeral 4, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, indica el contenido mínimo del estudio, dejando a consideración del analista su orden y la inclusión de información adicional.

CUMPLIMIENTO.

7.10 El Artículo Tercero de la Resolución 364 de 2000, requiere que se anexe al estudio una carta de responsabilidad por parte del analista de riesgo, al igual que la debida firma de todos los planos por parte de los profesionales matriculados y facultados para tal fin.

El consultor incluye la carta de responsabilidad por parte del analista de riesgo (Ingeniero Carlos Restrepo).

CUMPLIMIENTO.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

Como resultado de la presente revisión, se concluye que el informe CUMPLE con la totalidad de los requerimientos consignados en la Resolución 364 de 2000 para su aprobación. Se recomienda llevar a cabo un seguimiento durante la construcción para comprobar las hipótesis planteadas en el estudio y el funcionamiento de las obras de mitigación propuestas.

Revisó y Aprobó:

ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN
Presidente y Representante Legal
Sociedad Colombiana de Geotecnia

Revisó:

ING. OSCAR IVAN CHAPARRO FAJARDO
Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos
DPAE

VoBo:

ING. DIANA AREVALO SANCHEZ
Jefe Estudios Técnicos y Conceptos
Area de Investigación y Desarrollo
DPAE

Aprobó:

ING. GUILLERMO AVILA ALVAREZ
Coordinador de Investigación y Desarrollo
DPAE