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

CONCEPTO TECNICO No. CT- № 4096 de 2005

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:	Brianda Reniz Caballero Curador Urbano No. 2
LOCALIDAD:	La Candelaria
BARRIO:	Las Aguas
PROYECTO:	**CENTRO CULTURAL Y DEPORTIVO DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**
DIRECCIÓN:	Carrera 1 No. 18 A - 10
UPZ:	94 La Candelaria
ÁREA :	6000 m^2 (0.6 Ha)
TIPO DE RIESGO:	Remoción en masa.
EJECUTOR:	*Espinosa & Restrepo y Cía. Ltda.*
FECHA DE EMISION:	Enero 24 de 2005

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 Sociedad 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 primera revisión realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia, a la versión del estudio de fecha Octubre 21 de 2004, en cumplimiento a lo estipulado en el Artículo 112 del Decreto 469 de 2003 y acorde con lo establecido en la Resolución 364 de 2000, por estar localizado en zona de amenaza media según el mapa No. 4 del P.O.T.

El estudio particular de amenaza y riesgo por procesos de remoción en masa fue elaborado por la firma Espinosa & Restrepo y Cia. Ltda.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO CENTRO CULTURAL Y DEPORTIVO UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

En el estudio entregado a esta entidad no se especifican las características del proyecto y solo se menciona que este conservará mayormente la topografía actual del predio, con cortes de hasta 15 metros de altura. El lote se localiza en el barrio Las Aguas de la localidad de La Candelaria, correspondiente a las siguientes coordenadas geográficas aproximadas (Figura 1).

Norte: 101.580
Este: 101.240

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

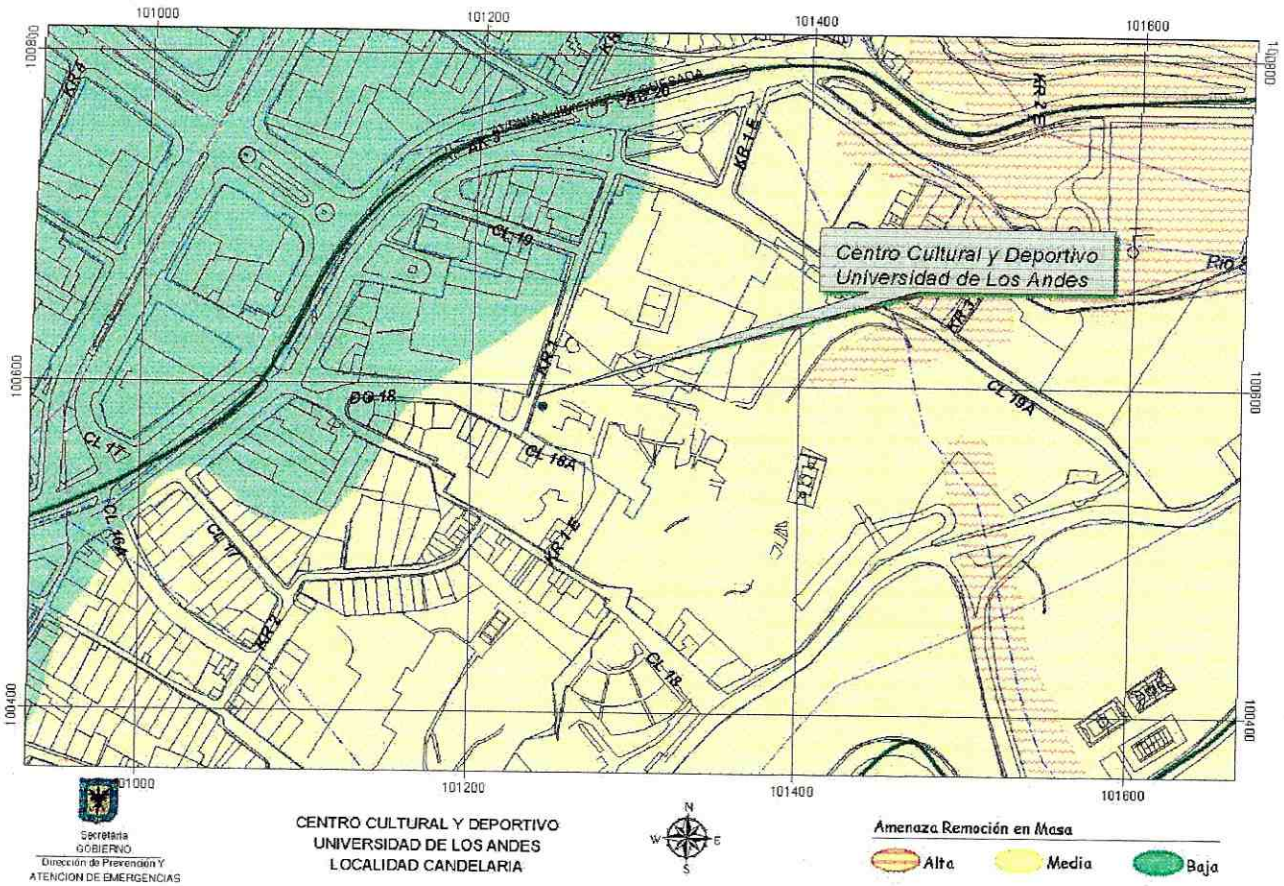


Figura 1 Localización General del Proyecto Centro Cultural y Deportivo Universidad de los Andes

4. REVISIÓN DEL ESTUDIO

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

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

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.

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.**

      El estudio incluye una descripción detallada de la geología del sitio pero no el correspondiente plano geológico que lo menciona como Anexo 3. Igualmente, no se incluye el listado de los valores de orientación y espaciamiento de discontinuidades utilizados para el análisis de posibilidades de falla. Así mismo, se considera que cuatro datos de estructuras no son estadísticamnete representativos, a menos que haya una clara justificación de los mismos.

      Esta asesoría recomienda adicionar el plano geológico a escala 1:1000 o mayor y el listado de valores de orientación y espaciamiento de discontinuidades empleados para los estereogramas, así como la justificación sobre el escaso número de datos estructurales (orientación y buzamiento de diaclasas y estratificación) tomados.

      CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A COMPLEMENTACION Y JUSTIFICACION

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

      El capítulo 7 (Estudios Básicos) de Geomorfología es un capítulo completo.

      CUMPLIMIENTO

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

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.

El capítulo 8 (Estudios Básicos) de Clima y Suelos presenta una descripción general de precipitación, evapotranspiración, humedad relativa, clima, suelos y vegetación.

En el capítulo 9 (Estudios Básicos) de Hidrogeología, luego de una descripción de las Formación Guadalupe y Guaduas como acuíferos, se menciona que el efecto más importante para el análisis de estabilidad puede ser la acumulación de aguas entre el contacto entre el coluvión y la Formación Guaduas.

CUMPLIMIENTO

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.

El capítulo 5 (Estudios Básicos) de Sismología incluye la clasificación del sitio de acuerdo con el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá e indican las características de los acelerogramas para las Zonas 1 Cerros.

CUMPLIMIENTO

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

El estudio cumple con este requisito dado en el numeral 8.2.2 Suelos y Vegetación

2. El Numeral 2.2, Artículo 2 de la Resolución 364 de 200 requiere la recopilación y descripción de los antecedentes históricos de remoción en masa que se han presentado en el área de influencia del proyecto.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

El estudio cumple con este requerimiento

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 cuanto al Capítulo 1 Procesos de Inestabilidad, la Sociedad tiene los siguientes comentarios sobre la evaluación de dichos procesos y la exploración:

a) *Si bien se describen los procesos de inestabilidad, no hay un levantamiento cartográfico de los mismos tal como se establece en el numeral 2.3 del Decreto*

   El cumplimiento en este caso estaría condicionado a esta complementación sobre planos legibles a escala 1:1000 o mayor.

b) *En el aparte 1.3 INVESTIGACION GEOTECNICA*

   - *Se indica la ubicación y la longitud de cinco (5) perforaciones*
   - *Se incluyen registros de las perforaciones, con la ubicación de las muestras que se tomaron.*
   - *Existe una descripción generalizada de los perfiles del subsuelo*
   - *Hay resultados de los ensayos de laboratorio y/o de campo hechos en el subsuelo, pero se anota que son muy escasos especialmente para el material coluvial y/o residual*
   - *Hay un anexo con los resultados de ensayos de laboratorio y en el numeral 2.2.1 se incluyen los correspondientes a 4 ensayos de corte directo.*
   - *PARA LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD SE EMPLEÓ UN MODELO DE PERFIL COMPUESTO POR TRES MATERIALES: FLUJOS DE TIERRA, SUELO RESIDUAL Y ARCILLOLITA. Sin embargo, no hay ningún perfil legible en donde se observen los contactos correspondientes, ni tampoco hay una justificación de los valores de parámetros empleados para los dos primeros, ya que todas las muestras ensayadas corresponderían únicamente a la arcillolita. Adicionalmente, con relación a los valores de cohesión de la arcillolita, se observa que en los casos de las muestras S5-M4 y S5-M6 se tomaron valores negativos, obtenidos de la regresión lineal, como valores representativos de esta cohesión cuando en*

realidad debería ser cero (0). Esto implica que si se toman como valores representativos los promedios, la cohesión debe ser menor a la utilizada (5 kPa). Asi mismo, en los analisis de estabilidad se asignan valores de pesos unitarios de 1.4 kN/m3, 1.6 kN/m3 y 2 kN/m3 para cada uno de los materiales respectivamente. ESTOS VALORES ESTAN POR FUERA DE CUALQUIER RANGO NORMAL (PESO UNITARIO MENOR AL DEL AGUA =9.8 kN/m3) QUE AFECTARIAN NOTABLEMENTE EL VALOR DE FACTORES DE SEGURIDAD CALCULADOS Y POR ENDE LOS ANALISIS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO QUE DE ELLOS SE DERIVAN.

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A AMPLIAR, JUSTIFICAR, CORREGIR Y COMPLEMENTAR LO INDICADO

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.**

El Consultor presenta un análisis de amenaza para tres condiciones: actual, con obras y con obras de mitigación. Para ello, emplea una simulación con el Método de Monte-Carlo variando los parámetros cohesión del suelo residual, ángulo de fricción de la arcillolita, el coeficiente de aceleración sísmica y tabla de agua. Sin embargo, la explicación teórica dada en el numeral 2, no parece coherente con este método, o al menos la explicación no es muy clara. También en este sentido, aunque el consultor presenta probabilidades de ocurrencia de lluvia crítica y la distribución de probabilidades del coeficiente de aceleración horizontal, es confusa la manera como ellos se incorporan en los análisis probabilísticos realizados por el software utilizado (Slide 5.0). Por otra parte, la validez de los factores de seguridad calculados deben estar condicionados a los valores de pesos unitarios empleados para los materiales, que como se dijo están por fuera de los rangos creíbles. Se sospecha que hubo una equivocación en las unidades empleadas.

Por otra parte, los mapas suministrados son ilegibles en cuanto a la distribución de la amenaza y en ellos se puede distinguir que hay sectores del lote empinados que no se incluyen dentro de las secciones de análisis

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A ACLARAR O CORREGIR LOS ASPECTOS MENCIONADOS Y A SUMINISTRAR MAPAS LEGIBLES

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.**

El Consultor presenta un análisis detallado de vulnerabilidad, con el método de Leone, pero no hay plano en donde se indique la ubicación de las estructuras en relación con los posibles movimientos. Luego de algunas consideraciones teóricas y de algunos cálculos aproximados con métodos difusos, se llega de forma también aproximada, a que la vulnerabilidad es alta para el proyecto en la condición con sobrecarga de las estructuras y sin obra de mitigación y baja una vez implementadas estas.

Esta asesoría recomienda complementar el análisis con un plano en donde se muestren las estructuras del proyecto y su localización con respecto a los movimientos en masa probables

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A LOS RESULTADOS DEL ANALISIS DE AMENAZA CON PARAMETROS DEL SUELO CORREGIDOS

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.**

En el capítulo 5 Riesgo, el consultor presenta una explicación detallada de los criterios en la evaluación de riesgo. Se estima que las perdidas esperadas pueden ser menores del 1%, categorizado como riesgo bajo, en forma similar a la vulnerabilidad, para una

probabilidad de falla menor al 1%, cumpliendo los criterios establecidos en el presente Numeral.

Sin embargo, las convenciones de los planos de zonificación suministrados son por una parte ilegibles y por otra las convenciones hacen referencia a categorias de amenaza y no de riesgo como lo anuncia el título de las figuras

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A CORRECCIONES DEL ANALISIS DE AMENAZA Y A LA PRESENTACION DE PLANOS LEGIBLES Y COHERENTES CON LA ZONIFICACION DEL RIESGO

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 capítulo 6 MEDIDAS DE MITIGACIÓN de la segunda parte, el consultor incluye las siguientes medidas de mitigación: a) Obras de drenaje; b) Muro atirantado. Se incluyen los análisis de estabilidad con estas medidas de estabilización (los cuales deben revisarse), así como cantidades de obra y precios unitarios. La Sociedad tiene las siguientes observaciones:

a) *La localización de los drenajes es ilegible en la figura suministrada y los detalles constructivos son muy vagos en su definición*
b) *Para los análisis de estabilidad se utilizan parámetros poco representativos de los materiales, particularmente el peso unitario. Esto debe necesariamente corregirse y repetir el análisis*

La SCG sugiere que todas las obras se presenten en un plano de planta legible y otro de detalles para construcción junto con las especificaciones.

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A REPETIR LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD CON LOS PARAMETROS CORREGIDOS Y A DETALLAR LAS OBRAS EN PLANTA Y PERFILES.

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

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 con nombre, cédula, matricula profesional y experiencia.

   CUMPLIMIENTO

9. **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.**

   Aunque el consultor incluye una carta de certificación del estudio, esta no corresponde con una de responsabilidad por parte del analista de riesgo. Por su parte, los planos están firmados por el profesional principal.

   INCUMPLIMIENTO. Se debe allegar una carta de responsabilidad

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

COMO RESULTADO DE LA REVISIÓN ANTERIOR, ESTA ASESORÍA CONCLUYE QUE EL ESTUDIO REQUIERE PARA EL CUMPLIMIENTO DE LO DISPUESTO EN LA RESOLUCION 364/2000, LO SIGUIENTE:

A) EFECTUAR LAS ADICIONES, JUSTIFICACIONES Y CORRECCIONES MENCIONADAS EN ESTA REVISION.

B) REVISAR TOTALMENTE LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD PARA LAS TRES CONDICIONES EVALUADAS Y LOS QUE DE ELLAS SE DERIVAN

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

Una vez realizadas las correcciones, las complementaciones y aclaraciones solicitadas, se recomienda enviar el estudio nuevamente a la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, con el fin de emitir concepto de cumplimiento, de acuerdo con lo estipulado en la Resolución 364 de 2000.

Revisó y Aprobó: **ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN** Presidente / Representante Legal Sociedad Colombiana de Geotecnia	
VoBo: **ING. MAURICIO TAPIAS CAMACHO** Grupo de Conocimiento DPAE	VoBo: **ING. JAVIER PAVA SÁNCHEZ** Coordinador Técnico DPAE