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- 4040 de 2004

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:	Chapinero
BARRIO:	Las Acacias
PROYECTO:	**COLEGIO NUEVA GRANADA**
DIRECCIÓN:	Calle 70 – Oriente de Av. Circunvalar
UPZ:	Pardo Rubio - 90
ÁREA (Ha):	
TIPO DE RIESGO:	Remoción en masa.
EJECUTOR DEL ESTUDIO:	LFO Ingenieros de Suelos Ltda.
FECHA DE EMISION:	Octubre 11 de 2004

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 celebrado un convenio de cooperación que tiene por objeto realizar la asesoría técnica 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 revisión realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia, al estudio denominado ZONIFICACION GEOTECNICA Y EVALUACION DE RIESGOS POR PROCESOS DE REMOCION EN MASA COLEGIO NUEVA GRANADA, 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 el sitio del estudio en zona de amenaza media y alta según el mapa No. 4 del P.0.T.

El estudio particular de amenaza y riesgo por procesos de remoción en masa fue elaborado por la firma LFO INGENIEROS DE SUELOS LTDA.

3. GENERALIDADES

En el estudio entregado a esta entidad, se menciona que éste corresponde a una zonificación geotécnica y evaluación de riesgos por procesos de remoción en masa de los predios del Colegio Nueva Granada (Figura 1), localizado al costado oriental de la Avenida Circunvalar, a la altura de la Calle 70, correspondiente a las siguientes coordenadas planas aproximadas:

Norte:105.850
Este: 103.000

En el texto del informe, sin embargo, no se hace ninguna mención a si el estudio se realiza para objetos de una nueva construcción o desarrollo urbanístico particular. Al parecer se trata únicamente de evaluar la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoción en masa de las instalaciones existentes.

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

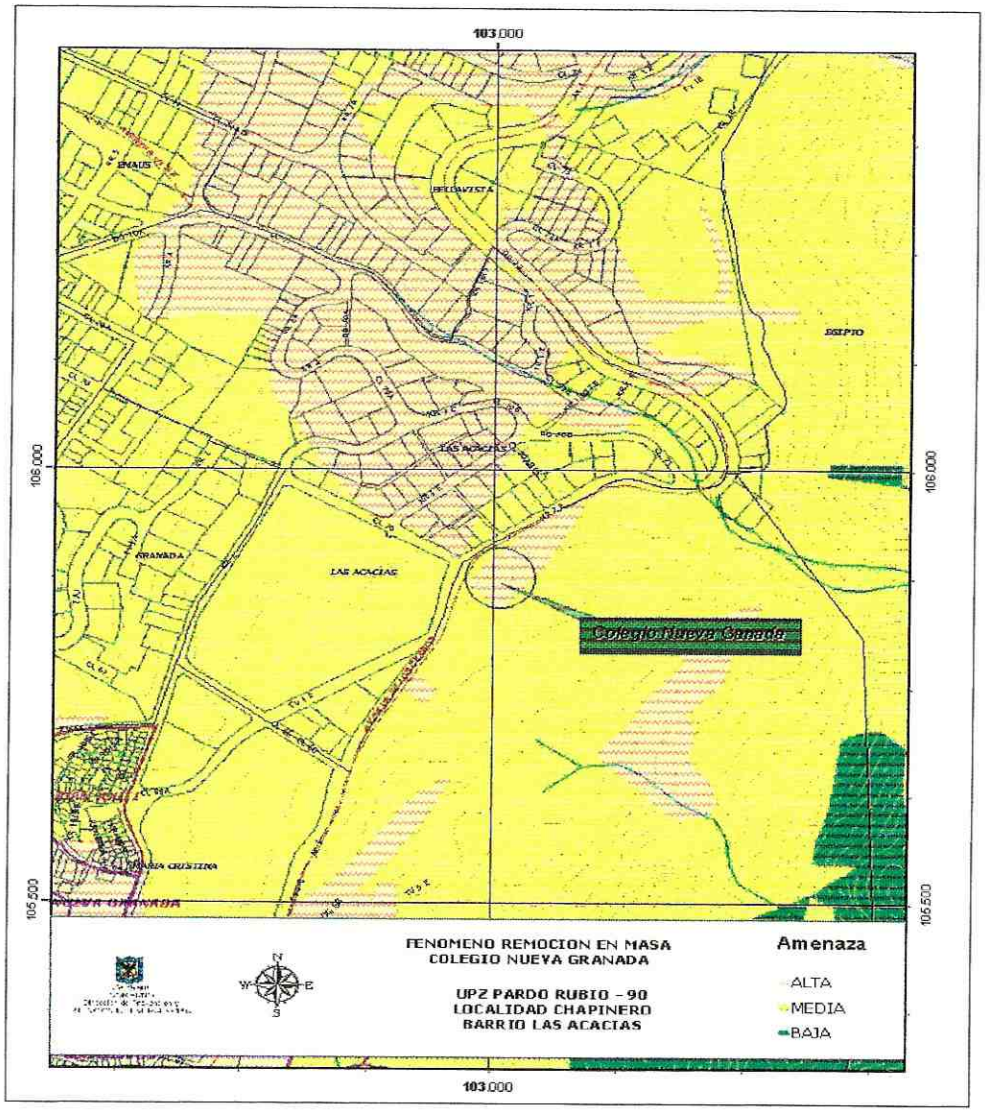


Figura 1 Localización General del Proyecto Colegio Nueva Granada

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. 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 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 figura de la geología a nivel regional tomada de INGEOMINAS (1998) con la descripción de las principales rocas del sector. Adicionalmente, incluye un plano con la geología local del predio a escala 1:2000 (aunque se menciona que el levantamiento fue realizado a escala 1:1000), que discrimina los materiales en dos grandes grupos: Suelos y Depósitos del Cuaternario, y Rocas de la Formación Guaduas. La descripción de las unidades de suelo es razonablemente buena, aunque el soporte de ella es confuso pues el consultor se vale de fotocopias de registros de perforaciones realizadas en distintos años que utilizan nomenclaturas y convenciones variadas. En la descripción del depósito identificado como QC2, se menciona que su origen se asocia a un antiguo flujo de tierras; sin embargo, este flujo no se encuentra en el plano Geomorfológico. La descripción estratigráfica de las unidades rocosas es aceptable, pero no hay ninguna medición o indicación de la disposición de la estratificación y diaclasas mencionadas. Por su parte, el plano geológico presenta varias deficiencias como: a) Los colores de las distintas unidades geológicas indicadas en el

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

cuadro de convenciones no corresponden con las del mapa, b) Los nombres de las unidades geológicas que aparecen en el texto no corresponden con las del plano (P.Ej. KTg1, KTg2, KTg3) c) No aparece la falla de los cerros orientales que se indica como el rasgo estructural más importante d) Algunos elementos del plano son ilegibles. Igualmente, las secciones geológicas adolecen de la falta de convenciones apropiadas.

Esta asesoría recomienda corregir el texto, plano y secciones de acuerdo con las observaciones anteriores, además de adicionar las mediciones de la disposición de la estratigrafía y diaclasas de las unidades rocosas (rumbo y buzamiento). Igualmente, recomienda que las fotocopias de exploraciones anteriores y los sitios de exploración que en ellas se indican, se identifiquen apropiadamente.

CUMPLIMIENTO PARCIAL

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

El capítulo de Geomorfología combina geomorfología y susceptibilidad a los movimientos en masa. El consultor clasifica el terreno en unidades geomorfológicas de acuerdo al tipo de material, agua superficial, nivel freático y morfometria. No hay un análisis detallado de los procesos morfodinámicos ni tampoco análisis multitemporales de los mismos. Aunque se menciona la morfometria como elemento de caracterización, no se presenta ningún valor de pendiente o relieve. Por otra parte, en la calificación de susceptibilidad se encuentran las siguientes contradicciones: a) En el Plano 3 se califica a la unidad Ladera Residual LR1 como de susceptibilidad Media y en el texto se menciona que los factores conjugados para esta unidad definen una susceptibilidad alta b) La Tabla 1 establece que para el segmento de ladera LC1 el proceso potencial es un deslizamiento rotacional y la califica como de baja susceptibilidad, lo cual puede ser el caso. Sin embargo, al observar el Perfil 1, se encuentra una mayor susceptibilidad a un deslizamiento traslacional o reptación del terreno c) En la misma tabla, se califica la ladera LR2 como de baja susceptibilidad a una reptación superficial y en el numeral 4.1.4 menciona que en esta ladera se observa un proceso superficial de reptación.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

Por lo anterior se recomienda que además de corregir lo pertinente, el estudio se ajuste a lo establecido en el Capitulo 2 de la Resolución 364 y la parte de susceptibilidad se cambie si se quiere al capitulo de análisis de amenaza, cuidando de revisar con cuidado las contradicciones mencionadas.

INCUMPLIMIENTO

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 estudio presenta información sobre temperatura, lluvias medias, intensidad-duración-frecuencia y relaciones lluvia-deslizamiento tomadas de otros estudios. Igualmente presenta un análisis hidrogeológico en donde se establecen los posibles niveles de aguas subterráneas. Sin embargo, estos niveles no se indican en ninguno de los planos o secciones.

Se recomienda complementar este aspecto, incluyendo en los planos y secciones las condiciones de las aguas superficiales y subterráneas.

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A ESTE CAMBIO

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 estudio no hace ninguna referencia al empleo de la información del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

INCUMPLIMIENTO

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

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 no hace mención alguna sobre este aspecto y los planos base son poco legibles para identificar con precisión razonable la cobertura.

INCUMPLIMIENTO

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.**

El estudio cuenta con un numeral denominado Antecedentes Históricos en el que se hace un recuento de las obras y la ocurrencia de un deslizamiento. Sin embargo, allí no se describen otros tipos de movimientos referidos en numerales como el de Geología Local.

Se sugiere complementar los antecedentes con los otros movimientos que históricamente han ocurrido en la zona como flujos de tierra, reptación y caídas o deslizamientos que han formado coluviones.

CUMPLIMIENTO PARCIAL

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.**

El estudio no presenta ninguna identificación de procesos regionales. A nivel local se identifican y describen los procesos en los numerales de Geología Local, Geomorfología y Antecedentes Históricos.

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

Se recomienda complementar lo relacionado con procesos de inestabilidad regional y ajustarse al contenido que establece el Numeral 4. de la resolución.

CUMPLIMIENTO PARCIAL

a) *Exploración Geotécnica. En el aparte 5.1 INVESTIGACION GEOTECNICA del estudio, se menciona que el análisis se realizó con la información de estudios anteriores de los cuales se presentan en anexo las fotocopias de planos de localización y de perfiles estratigráficos de sondeos y apiques. Aunque el informe menciona que todos estos sondeos se presentan en el Plano 5-1, este no se encontró dentro del texto.*

Adicionalmente se encuentra que:

- *El Anexo A presenta tablas resumen de resultados únicamente de ensayos de clasificación (granulometria, Pasa Tamiz No. 200, Límites de Atterberg y humedad)*
- *Se anuncia una Tabla 5.2 con el resumen de los ensayos de laboratorio pero esta no coincide con ello. El único resumen son las tablas que aparecen en el anexo A y unos parámetros de resistencia deducidos de los ensayos SPT y veleta de campo que se presentan en la Tabla 5.1. Llama la atención que en ninguna parte de las tablas o resultados de ensayos aparece la medición del peso unitario, aunque se menciona que para las rocas arcillosas de la formación Guaduas se tomaron los resultados del estudio de la Calle 63 con Avenida Circunvalar, pero estos no se presentan.*
- *De acuerdo con los planos, la mayoría de las perforaciones se avanzaron con equipos mecánicos de percusión y lavado, complementadas con ensayos de penetración estándar y en ocasiones veleta de campo. En otras al parecer se empleo rotación complementadas con ensayos de veleta y penetrómetro de bolsillo. En ocasiones se presenta alguna exploración por medio de apiques. La profundidad de la exploración empleada para el estudio varia entre 1.0 y 15.0 metros. Se estima que la profundidad de esta exploración es insuficiente para el análisis de estabilidad de algunas de las laderas, por ejemplo la de la cancha de fútbol en donde se menciona que la altura del corte es de 19 metros.*
- *El área se zonifica en 4 zonas geotécnicas pero no hay un plano que las identifique*

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

- *Los parámetros de resistencia al corte (c y φ) de las distintas unidades de suelo y roca utilizados para los análisis de estabilidad presentan un grave desconocimiento de la geotecnia en aspectos como:*

  a. *Tomar valores de parámetros de resistencia obtenidos de ensayos diferentes sobre diferentes muestras de suelo: la cohesión se toma de la resistencia al corte no drenada de la veleta y el ángulo de fricción interna deducido del ensayo de penetración estándar. Esto significa aumentar arbitrariamente y considerablemente la resistencia del material, más aún en el valor de ¨cohesión¨ al cual es muy sensible el factor de seguridad. Adicionalmente, al valor de resistencia al corte no drenada de la veleta se le aplica un factor de corrección por plasticidad único (0.75) cuando este depende de la plasticidad del suelo.*
  b. *En el informe se calcula un qu = 2*Su, siendo Su la resistencia al corte no drenada medida con la veleta de campo. Esto se cumple únicamente en un ensayo de compresión inconfinada*
  c. *Para la obtención de parámetros de resistencia, se emplea indiscriminadamente para suelos granulares y cohesivos, las mismas tablas del libro de Bowles aplicables únicamente a suelos granulares.*

En este caso, la Sociedad manifiesta que hay graves errores conceptuales en la obtención de parámetros de resistencia de suelos y rocas que necesariamente invalidan cualquier análisis de estabilidad de laderas que se realice con ellos.

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.**

La evaluación de la amenaza y posterior zonificación se realizan para las condiciones actuales, a partir de la distribución del factor de seguridad, obtenido a su vez de los análisis de equilibrio limite para diversas condiciones de agua subterránea y sismo.

Sobre este particular se tienen las siguientes observaciones:

- *Los análisis de estabilidad se realizan sobre unas secciones que no figuran en ningún plano y no coinciden con las secciones geológicas de las figuras 3-2 a 3-4 como era de esperarse.*
- *Los análisis se realizan únicamente considerando la falla de una masa de suelo y no se incluyen análisis de falla del macizo rocoso que aflora en algunos cortes y que como se menciona en el mismo informe presenta estratos y diaclasas.*
- *Como se mencionó en numeral anterior, los parámetros de resistencia empleados para los análisis no son confiables. Tampoco hay una consideración explícita sobre los niveles de agua subterránea, ni sobre los coeficientes de aceleración sísmica.*
- *La amenaza se expresa como la probabilidad de falla obtenida de las familias de factores de seguridad para las cuatro condiciones analizadas: estática-sin agua, estática-con agua, sismo-sin agua, sismo-con agua. Sin embargo, el análisis no contempla para nada el análisis de la probabilidad de ocurrencia de los sismo y lluvias (agua) detonantes, es decir no hay realmente un análisis de amenaza ya que no se integra la información básica para ello.*

Por lo anterior, esta asesoría concluye que ni los análisis de estabilidad ni la evaluación de amenaza son válidos

INCUMPLIMIENTO

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 general y cualitativo de vulnerabilidad, con el método de Leone, considerando la tipología de las estructuras y las posibles solicitaciones por los movimientos del terreno. Con estas consideraciones se llega a unos porcentajes de daño menores al 1% para dos instalaciones. Se recomienda que el consultor amplíe el procedimiento para llegar a los valores de vulnerabilidad.

CUMPLIMIENTO PARCIAL

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

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.**

   El Consultor no realiza ningún análisis de riesgo.

   INCUMPLIMIENTO

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.**

   El Consultor hace un recuento de algunas de las medidas de mitigación realizadas anteriormente y propone algunas nuevas que consisten básicamente en la instalación de drenes. No hay sin embargo, una cuantificación del efecto de estas medidas sobre la reducción de la amenaza, como tampoco diseños ni localización en planos.

   Seguramente los drenajes propuestos ayuden a mejorar la situación de estabilidad del terreno, pero es necesario saber en cuanto la mejoran y si son suficientes. Ello requiere los correspondientes análisis de estabilidad para esas condiciones

   CUMPLIMIENTO PARCIAL. SE DEBEN LOCALIZAR Y DISEÑAR LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

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 no incluye ninguna hoja de vida. INCUMPLIMIENTO

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.**

El consultor no incluye carta de responsabilidad
INCUMPLIMIENTO

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

COMO RESULTADO DE LA REVISIÓN ANTERIOR, ESTA ASESORÍA CONCLUYE QUE AUNQUE EL OBJETO DEL ESTUDIO ES VALIOSO, AL TRATAR DE EVALUAR LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD DE UNAS INSTALACIONES EDUCATIVAS IMPORTANTES, EL ESTUDIO ES INCOMPLETO Y DEFICIENTE EN SUS ANALISIS GEOTECNICOS DE AMENAZA Y RIESGO.

PARA QUE EL ESTUDIO CUMPLA CON LO ESTIPULADO EN LA RESOLUCION 364 DE 2000 SE REQUIERE:

- ✓ EFECTUAR LAS ADICIONES, SUPRESIONES O CORRECCIONES MENCIONADAS EN ESTA REVISION.
- ✓ REVISAR TOTALMENTE LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD
- ✓ REVISAR TOTALMENTE LOS ANALISIS DE AMENAZA
- ✓ REALIZAR EL ANALISIS DE RIESGO
- ✓ MEJORAR LA ORGANIZACIÓN Y PRESENTACION DE FIGURAS Y PLANOS
- ✓ AJUSTARSE AL CONTENIDO DEL INFORME QUE ESTABLECE LA RESOLUCION 364 DE 2000

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

UNA VEZ SE CUMPLA TODO ESTO SE DEBERA REVISAR NUEVAMENTE EL ESTUDIO, ADVIRTIENDO QUE ES VALIDO SOLAMENTE PARA LA CONDICION ACTUAL DE LAS INSTALACIONES DEL COLEGIO NUEVA GRANADA Y NO PARA CONSTRUIR NUEVOS EDIFICIOS U OTRAS OBRAS. SI ESTE ES EL CASO, SE DEBERA REALIZAR UN ESTUDIO DETALLADO ADICIONAL PARTICULAR DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO PARA LAS NUEVAS OBRAS.

ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN
Presidente y Representante Legal
Sociedad Colombiana de Geotecnia

Revisó:	Aprobó:
ING. MAURICIO TAPIAS CAMACHO Grupo de Conocimiento DPAE	**JAVIER PAVA SÁNCHEZ** Coordinador Técnico DPAE