1. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	CT-7251
1.2 ÁREA:	Técnica y de Gestión
1.3 COORDINACIÓN:	Investigación y Desarrollo
1.4 REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2013ER25555
1.5 RESPUESTA OFICIAL No.	RO-68254

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	Ing. GERMÁN DARÍO TAPIA MUÑOZ
2.2 PROYECTO:	ESTUDIO DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA COLEGIO SAN MARTÍN DE LOBA
2.3 LOCALIDAD:	4. San Cristóbal
2.4 UPZ:	50. La Gloria
2.5 BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	Sector Catastral San Martín Sur
2.6 DIRECCIÓN:	Diagonal 41A Sur No 2A-41
2.7 CHIP:	AAA0004XOSY (*)
2.8 ÁREA (Ha):	0.115 (**)
2.9 FECHA DE EMISIÓN:	19 de Marzo de 2014
2.10 EJECUTOR DEL ESTUDIO:	Ing. GERMÁN DARÍO TAPIA MUÑOZ – Consultor en Geotecnia

(*) CHIP obtenido de información contenida en la base cartográfica que posee el FOPAE.
(**) Área aproximada obtenida de información contenida en la base cartográfica que posee el FOPAE.

3. INTRODUCCIÓN

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

El presente concepto técnico corresponde a la QUINTA revisión realizada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE al Estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II, titulado *"Estudio de Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa Proyecto Colegio San Martín de*

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Loba", de Noviembre de 2013 elaborado por el Ingeniero Germán Darío Tapia Muñoz, en cumplimiento de lo estipulado en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004 y en el marco de lo establecido en la Resolución 227 de Julio 13 de 2006, por estar localizado en una zona de amenaza MEDIA y ALTA, de acuerdo con el plano normativo de amenaza por remoción en masa del Plan de Ordenamiento Territorial POT.

La primera revisión técnica del estudio se realizó, atendiendo la solicitud con radicado FOPAE 2012ER18903, ante la cual el FOPAE, emitió en Octubre de 2012 el Concepto Técnico CT – 6623, el cual concluyó que el mismo no cumplía con la totalidad de los términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por remoción en masa.

La segunda revisión técnica del estudio se realizó, atendiendo la solicitud con radicado FOPAE 2012ER20535, ante la cual el FOPAE, emitió en Diciembre de 2012 el Concepto Técnico CT – 6710, el cual concluyó que el mismo no cumplía con la totalidad de los términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por remoción en masa.

La tercera revisión técnica del estudio se realizó, atendiendo la solicitud con radicado FOPAE 2013ER1871, ante la cual el FOPAE, emitió en Marzo de 2013 el Concepto Técnico CT–6809, el cual concluyó que el mismo no cumplía con la totalidad de los términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por remoción en masa.

La cuarta revisión técnica del estudio se realizó atendiendo la solicitud con radicado FOPAE 2013ER7990, ante la cual el FOPAE, emitió en Agosto de 2013 el Concepto Técnico CT–6986, el cual concluyó que el mismo no cumplía con la totalidad de los términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por remoción en masa.

El estudio corresponde a lo que en la Resolución 227 se denomina como Estudio de Fase II (detallado). Esta revisión del estudio y verificación técnica se hace en atención a la radicación FOPAE 2013ER25555, por solicitud del Ingeniero Germán Darío Tapia Muñoz.

4. GENERALIDADES DEL PROYECTO

En la Figura 1 se presenta la localización general del predio ubicado en la Diagonal 41A Sur No 2A-41, en el plano normativo de amenaza por remoción en masa del POT. El sector se encuentra en zona de AMENAZA MEDIA y ALTA por procesos de remoción en masa.

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

Norte:	95247	a	95299
Este:	97418	a	97489
Cotas* (msnm):	2.691	a	2.705

* Coordenadas y Cotas de acuerdo a lo contenido en la versión del estudio revisado – páginas 11 y 12.

De acuerdo con lo presentado en el estudio elaborado por el Ingeniero Germán Darío Tapia, el lote donde se

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

proyecta el colegio se ubica entre la Diagonal 41 Sur entre Carreras 2Bis y 2A en el barrio San Martín de Loba. Se encuentra emplazado en la vertiente oriental del Cerro Guacamayas, en una ladera de pendiente alta con una inclinación de alrededor de 20°, en la cual se evidencian suelos residuales, depósitos coluviales y rellenos antrópicos, con espesores mayores a 5 m. El área del lote en el cual se pretende realizar el nuevo proyecto no se encuentra consignada en el documento revisado.

El proyecto arquitectónico contempla la construcción de una (1) estructura de altura variable, de tres (3) a cuatro (4) niveles. Las nuevas instalaciones consisten en aula múltiple, aulas para preescolar y primaria, biblioteca, zona de servicios, enfermería y depósito, efectuando rellenos hacia la zona baja (área de la cancha) para configurar el lote de terreno. En el estudio no se menciona la condición estructural que poseerá la nueva edificación, ni las cargas previstas y/o estimadas producto de su construcción.

En el numeral 2 "Descripción General del Proyecto y su Entorno", no se hace referencia al sistema de cimentación propuesto para la nueva edificación, ni la profundidad de excavación a la cual se deberá emplazar.

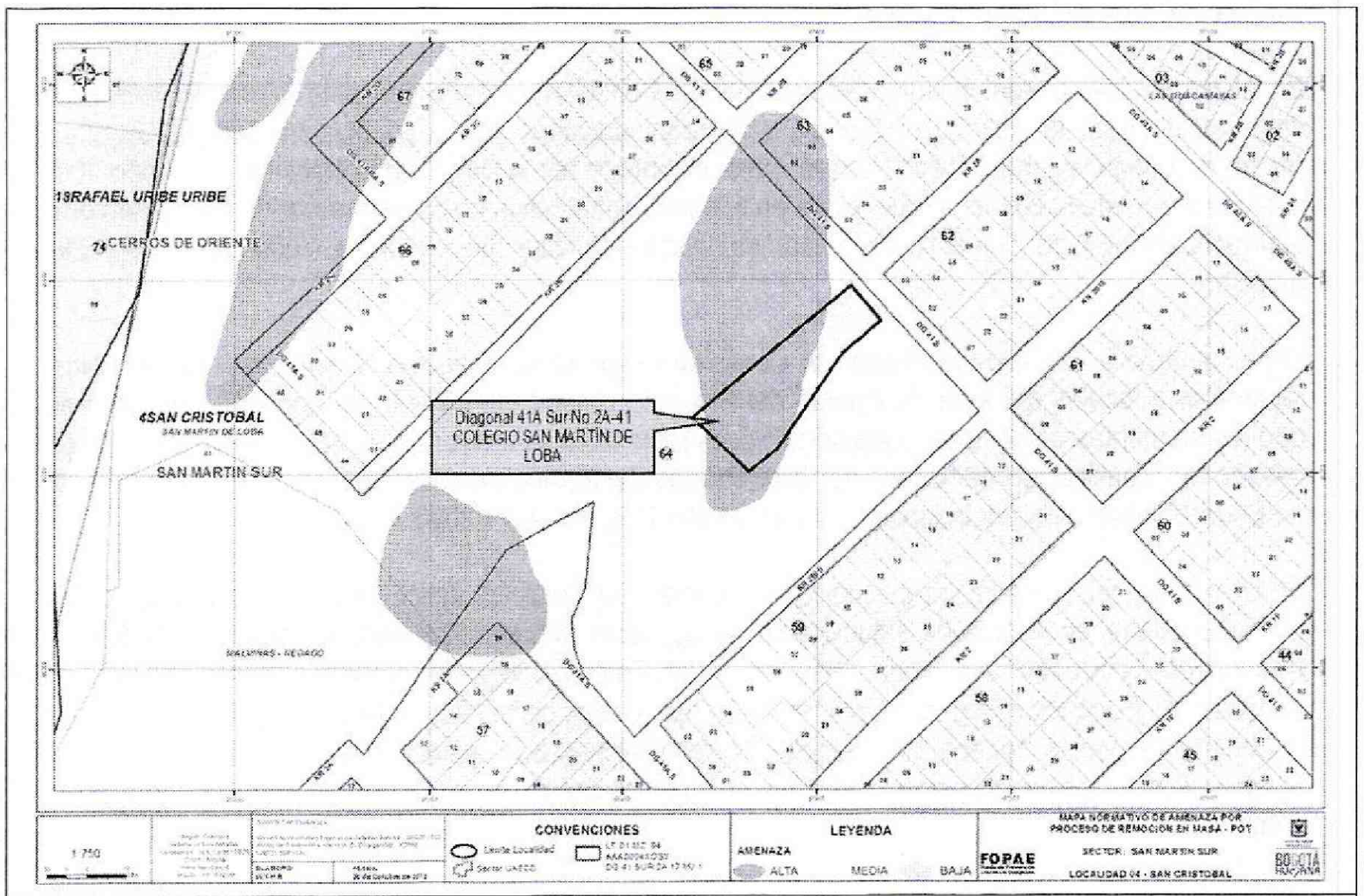


Figura 1. Localización del predio del proyecto *"COLEGIO SAN MARTÍN DE LOBA"* ubicado en la Diagonal 41A Sur No 2A-41, Localidad de San Cristóbal, en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa (Decreto 190 de 2004), ubicado en zona de amenaza MEDIA y ALTA.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5. QUINTA REVISIÓN DEL ESTUDIO – Concepto Técnico CT-7251 (Marzo 19 de 2014)

5.1 ESTUDIOS BÁSICOS

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

En el numeral 3.3 "Inventario Histórico de Eventos", el Consultor incluye una serie de eventos (a partir de diagnósticos técnicos emitidos por la DPAE) que han ocurrido en cercanía al área del nuevo proyecto, con base en información tomada del Estudio de riesgo por remoción en masa realizado por la firma Geocing Ltda en el año 2007. En la página 23 del documento, el Consultor menciona además, que según revisión realizada en el SIRE con fecha 25 de abril de 2013, no se han presentado reportes de eventos de remoción en masa que hayan sido atendidos por el FOPAE. Por otra parte, incluye una tabla con algunos eventos atendidos en el mismo barrio y que asocian materiales y características geomorfológicas similares al área del nuevo proyecto.

En el numeral 4 "Levantamiento Topográfico", el Consultor expresa que este insumo corresponde al desarrollado para el Estudio de Suelos y Recomendaciones para Cimentación Colegio Distrital San Martín de Loba Diagonal 41 Sur Carrera 2 Bis, elaborado por la Universidad Nacional en el año 2011; la cual fue contrastada (según se menciona en el documento) con la topografía realizada en el año 2007 por la firma Geocing Ltda, con el fin de revisar los posibles cambios morfométricos existentes en el sector de estudio.

En el capítulo 5 "Estudio Geológico", el Consultor presenta los aspectos geológicos y geomorfológicos regionales y locales del área de estudio del Proyecto Colegio San Martín de Loba. El Consultor aclara que los elementos geológicos y geomorfológicos regionales se referenciaron de los mapas temáticos del estudio de "Zonificación de riesgos por Inestabilidad del terreno para Diferentes Localidades de SantaFe de Bogotá", elaborado por Ingeocim Ltda, en el año 1998, escala 1:2000.

En el numeral 5.2.1 "Aspectos geológicos regionales", el Consultor indica que según estudios realizados por Ingeominas, en el área de estudio y sus alrededores afloran rocas sedimentarias de edad Terciaria (Paleoceno) y Cuaternaria. Las rocas de edad Terciaria se han agrupado dentro de la unidad denominada Formación Bogotá - Conjunto Superior (E1bs), constituidas por una secuencia de arcillolitas y limolitas de varios colores con delgadas intercalaciones de areniscas de grano fino. Los depósitos Cuaternarios están constituidos principalmente por materiales de origen coluvial y antropogénico de composición variada.

En el mismo numeral (5.2.1) se señala que desde el punto de vista estructural, el área se ubica dentro del flanco oriental del Sinclinal de Usme-Tunjuelito y dentro del bloque occidental de la falla de Bogotá, estructura con un rumbo en general norte-sur, el cual es resultado de procesos tectónicos propios de la evolución geológica de la Cordillera Oriental en la región de la sabana de Bogotá.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En el numeral 5.3 "Condiciones geológicas y geomorfológicas locales" el Consultor presenta la Estratigrafía de suelos y rocas existentes en el área de estudio, adicionando una breve descripción a cada uno de los materiales allí definidos. La estratigrafía presentada es la siguiente: Suelos residuales (Srs), Depósitos de coluvión (Sco), Depósitos de origen antropogénico (Sa1), Depósitos de coluvión con depósitos de origen antropogénico (Sco/Sa1) y Rocas blandas (Rb).

En lo que refiere a Geología Estructural (numeral 5.3.4), el Consultor señala lo siguiente: "Desde el punto de vista estructural y por la ausencia de afloramientos rocosos, puesto que en algunas partes del sector está cubierto por depósitos de origen antropogénico y por vegetación (pastos) y en los alrededores enmascarados por el desarrollo urbanístico, no fue posible obtener datos sobre aptitud estructural del macizo rocoso y solo en lo que tiene que ver con rumbo y buzamiento de los estratos, para lo cual se resume en: rumbo promedio de, N50°E y un buzamiento promedio de 20° al NW, cuya dirección es en sentido contrario de la pendiente topográfica de las laderas; igualmente no fué posible obtener datos representativos de las discontinuidades ".

En el mapa de geología – G02/11, el Consultor delimita mediante un polígono el área de influencia del proyecto, según las consideraciones que fueron tenidas en cuenta para su definición y/o adopción (página 13 del documento y Tabla 2-2).

El levantamiento geológico es presentado en el Plano G02/11 "Geología", que está a escala 1:200, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro. En el plano geológico se señala al Geólogo Mauricio Rubio como diseñador y como responsable del proyecto se menciona al Ingeniero Germán Dario Tapia, quién entiende el FOPAE es el profesional que actúa como director y responsable del estudio.

Los perfiles geológicos elaborados por el Consultor se presentan en el Plano G05/11 y en él se incluyen las secciones B-B', D-D', 0-0', 2-2' y 3-3', todas a escala 1:250 según lo indicado en el plano. Las secciones 0-0', 2-2' y 3-3' son consistentes en incorporar la condición de contrapendiente estructural propuesta para el material denominado Roca Blanda (Rb) perteneciente a la Formación Bogotá. Las secciones geológicas del Plano G05/11, así como la simbología y codificación en color de cada unidad, son consistentes con la información geológica presentada en planta en el Plano G02/11. El Plano G05/11 presenta como diseñador de las secciones geológicas o "Secciones de Análisis" al Ingeniero Germán Dario Tapia, quién entiende el FOPAE es el profesional que actúa como director y responsable del estudio.

CUMPLE

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

En el capítulo 5 "Estudio Geológico", el Consultor presenta los aspectos geológicos y geomorfológicos regionales y locales del área de estudio del Proyecto Colegio San Martín de Loba. El Consultor aclara que los elementos geológicos y geomorfológicos regionales se referenciaron de los mapas temáticos del

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

estudio de "Zonificación de riesgos por Inestabilidad del terreno para Diferentes Localidades de SantaFe de Bogotá", elaborado por Ingeocim Ltda, en el año 1998, escala 1:2000.

El Consultor desarrolla las "Consideraciones geomorfológicas regionales" en el numeral 5.2.2 y en él expresa lo siguiente: "Desde el punto de vista morfogenético, en el área de estudio se presentan subunidades y elementos de origen estructural-denudativo y antropogénico. Entre las unidades estructurales-denudativas se tienen: i) las laderas estructurales (E1), […], ii) laderas en contrapendiente (D1), […], y iii) laderas denudativas, […]. Entre las subunidades de origen antropogénico se presentan las laderas excavadas y los depósitos de escombros y basuras".

En el numeral 5.3.5 "Condiciones geomorfológicas en la zona del proyecto", el Consultor presenta una breve descripción de las unidades y elementos que comprende esta evaluación. Dentro de las unidades geomorfológicas definidas para el área del proyecto se presentan las siguientes: *Unidad Estructural-Denudacional*: Laderas Estructurales (E1) y Laderas en Contrapendiente (D1); *Unidad Denudacional-Acumulativo*: Ladera Agradacional o ladera (D2); y *Unidad Antrópica*: Laderas Explanadas (A1) y Llenos Antrópicos (A2).

En el numeral 5.3.6 "Morfodinámica", el Consultor señala lo siguiente: "Esta temática que comprende el estudio del origen y evolución de los procesos denudativos tanto antiguos como recientes, nos indica que los procesos morfodinámicos que han afectado el área, corresponden a fenómenos denudativos, principalmente a procesos erosivos antiguos y fenómenos de remoción en masa recientes. Entre estos procesos de tipo superficial, de moderada magnitud, se tienen como formas erosivas: La laminar generalizada, los surcos y las cárcavas; estos procesos son fenómenos relativamente antiguos que afectaron terrenos constituidos por materiales de composición arcillo-limosa pertenecientes a la formación Bogotá, los cuales actualmente se encuentran cubiertos en parte por depósitos de origen antropogénico".

En el mismo ítem se señala que a través de análisis fotogeológicos y de reconocimiento de campo, se observan algunos fenómenos de remoción en masa recientes de magnitud superficial tipo reptación y deslizamientos, que afectan principalmente los sectores ubicados hacia el suroeste y fuera de las instalaciones educativas constituidos principalmente por suelo residual y en menor proporción por materiales de escombros y basuras. Estos fenómenos de inestabilidad actuales (movimientos lentos o de reptación), son una continuidad de procesos ocurridos en las épocas pasadas especialmente antes de los años de 1997. Entre los procesos de inestabilidad actuales que afectan directamente las instalaciones educativas se tienen: i) agrietamientos muy puntuales en el muro de la barda y cercano a la esquina suroeste y cuyo bloque constructivo ha sido demolido en este momento, ii) los ubicados en la parte central del patio originados posiblemente por la acción de las raíces de los árboles que se ubican en este punto y iii) los agrietamientos ubicados en la Carrera 2Bis y donde se localiza una alcantarilla que no funciona adecuadamente.

Dentro del mismo ítem "Morfodinámica", se señala en la página 36 lo siguiente: "En la zona se identificó un área de relleno sobre un cauce de drenaje antiguo, es decir de origen geológico o "paleocauce", el cual atraviesa la zona de estudio de norte a sur. Esta interpretación se presenta en el plano geomorfologíco de la zona del proyecto. Dentro de la zona delimitada se efectuaron sondeos de

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

exploración encontrando rellenos de origen antrópico en la parte superior conformando una zona antigua deprimida o geomorfa asociada a drenajes antiguos de caños de invierno. Es posible que esta zona se halla mantenido hasta la urbanización de la ladera pero debido a la condición progresiva de rellenos y cortes para la ubicación de viviendas el cauce fue perdido. Con las fotos aéreas no fue posible evaluar la existencia previa a la urbanización de este valle de poca profundidad. La interpretación de la ubicación está asociado también a la contrastación superior e inferior de la ladera de la topografía antigua y reciente donde se observa entallamiento ligero de las curvas de nivel. Es importante y necesario aclarar que no corresponde a un río, caño, quebrada o canalización dentro del área y por tanto no existe ronda asociada ya que no obedece a una intervención hecha sobre una cuenca. Adicionalmente el desarrollo urbanístico de la zona de estudio presenta una conducción de las aguas de escorrentía por sistemas de alcantarillados diseñados para tal fin".

En el ítem "Caracterización de Procesos de Inestabilidad (Análisis Multitemporal)" – página 36, el Consultor incorpora una pequeña descripción del análisis de fotointerpretación realizado para fotografías tomadas en diferentes épocas y a diferentes escalas. Las fotografías relacionadas son las siguientes: Vuelo C-769, año 1957 y escala 1:9000; Vuelo C-1737, año 1977 y escala 1:7000; y Vuelo R-1131, año 1990 y escala 1:5600. El Consultor también menciona que las fotografías anteriores se complementaron con observaciones de campo y con la interpretación de una imagen tomada de Google Earth del año 2009.

Del análisis de las fotografías aéreas el Consultor presenta los siguientes aspectos: "La escasa vegetación, características y distribución (consistentes principalmente en pastos y algunos arbustos), se mantienen en la mayor parte del área desde antes del año de 1957, cuya densidad fue disminuida gradualmente según los avances del desarrollo urbanístico presentado desde antes del año 1977". "Los procesos de inestabilidad (erosivos y de remoción en masa), ubicados hacia la parte suroeste de las instalaciones educativas y fuera de ellas, tienen sus comienzos desde antes de los años de 1977, y son originados posiblemente por el uso inadecuado de los suelos". "De la imagen tomada de google earth de fecha 12 de diciembre del 2009, se puede observar la generación de escarpes menores sobre el talud occidental del proyecto donde se presentan reptamientos, en materiales tipo rellenos antrópicos de bajo espesor (menor a 1.00 m)".

En el mapa de geomorfología – G03/11, el Consultor delimita mediante un polígono el área de influencia del proyecto, según las consideraciones que fueron tenidas en cuenta para su definición y/o adopción (página 13 del documento y Tabla 2-2).

El levantamiento geomorfológico es presentado en el Plano G03/11 "Geomorfología y Procesos", que está a escala 1:200, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro. En el plano geomorfológico se señala al Geólogo Mauricio Alfonso Rubio como diseñador y como responsable del proyecto se menciona al Ingeniero Germán Darío Tapia, quién entiende el FOPAE es el profesional que actúa como director y responsable del estudio.

CUMPLE

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

c. Hidrogeología

Este ítem se desarrolla en el numeral 5.4 en el cual el Consultor expresa lo siguiente: "El macizo rocoso del sitio de estudio se encuentra constituido por rocas de composición predominantemente arcillosa y limo-arcillosa, con muy esporádicos niveles y/o lentes muy delgados de areniscas de grano fino. Estas rocas por su textura fina, tienen una permeabilidad primaria muy baja y la permeabilidad secundaria correspondiente a las discontinuidades las cuales están ausentes, es también bajísima, puesto que por su constitución litológica (arcillo-limo) es difícil de originar en parámetros hidrogeológicos favorables para su formación".

En el mismo numeral, el Consultor señala que la investigación del subsuelo consistió en siete (7) perforaciones realizadas por la firma Geocing Ltda (2007) y ocho (8) perforaciones realizadas por el consultor Germán Darío Tapia en el área de estudio (2011), encontrando los siguientes datos de nivel freático: Estudio Geocing (2007): Perf. 1 – NF a 2.40m; Perf. 2 – NF a 1.40m y Perf. 5 – NF a 0.0m; Consultor Germán Darío Tapia (2011): S-1 – NF a 2.40m, S-2 – NF entre 2.50 a 2.70m, S-3 – NF a 2.20m, S-4 - NF – NR, S-5 - NF- NR, S-6 - NF entre 2.20 a 1.60m, S-7 – NF – NR y S-8 – NF entre 1.00 a 0.50m.

El Consultor finaliza este ítem concluyendo lo siguiente: "De acuerdo a las consideraciones anteriores: terrenos de constitución arcillo-limosa, correspondientes a materiales de una permeabilidad muy baja; laderas con elementos estructurales en general favorables para la estabilidad de la ladera, no proporcionan condiciones hidrogeológicas desfavorables para la ejecución de las obras proyectadas. Por lo anterior se tomará como niveles de aguas normales y máximas para los modelos de análisis las siguientes posiciones de los niveles freáticos: Niveles Normales se tomara a 2.50m de la superficie y Niveles máximos se adopta a máximo 0.50m de la superficie".

En lo referente a Hidrología - capítulo 6, el Consultor menciona que este capítulo del estudio tomó como base el Estudio de Riesgo por Remoción en Masa del Colegio San Martín de Loba elaborado por Geocing Ltda (2007), al cual se le realizaron algunas modificaciones y actualizaciones por parte de la presente Consultoría (Germán Darío Tapia).

En el numeral 6.2.1 se señala como objetivos del estudio hidrológico los siguientes: determinar la relación entre la precipitación y los fenómenos de remoción en masa, por medio de la determinación de la relación estadística conocida como lluvia crítica; describir el régimen temporal y espacial de la precipitación media anual y determinar los aguaceros de corta duración para calcular los caudales y niveles máximos esperados, con el fin de prediseñar las obras de drenaje para la estabilización y control de erosión del área de estudio. Se concluye este ítem mencionando que para el análisis hidrológico se estudiará solamente el elemento climatológico precipitación, ya que es el principal agente de la erosión hídrica y uno de los factores desencadenantes de los fenómenos de remoción en masa.

Dentro del numeral 6.3 "Precipitación", el Consultor señala lo siguiente: "Con el fin de establecer el régimen pluviométrico en el barrio San Martín de Loba, se utilizaron los registros históricos de precipitaciones totales mensuales de las estaciones La Picota y Juan Rey que son las más cercanas a la zona de estudio, para efectos de análisis se tomara la estación más desfavorable en cuanto a

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

precipitación".

En el ítem "Precipitaciones máximas" el Consultor presenta la Tabla 6-2, en la cual se muestra las precipitaciones máximas anuales registradas en las estaciones para el período comprendido entre 1991 y 2006, con un rango de variación de $Pmáx_{24h}$ que fluctúa entre 55 y 118 mm.

Para los análisis de los aguaceros de corte duración que son los que generan los caudales máximos, se utilizó el informe "Estudio para el Análisis y Caracterización de Tormentas en la Sabana de Bogotá" realizado por la firma IRH para la EAAB. Las curvas IDF se han estimado utilizando la metodología propuesta por el Ing. Gustavo Silva Medina "Hidrología en Cuencas Pequeñas con información Escasa" – página 43 del documento revisado.

En la página 46 el Consultor menciona lo siguiente: "[...] Debido a la falta de un inventario de deslizamientos con fecha de ocurrencia y localización del evento dentro de las áreas de estudio, no se logró hacer un análisis estadístico local y detallado de la relación lluvia deslizamiento para la zona en estudio. Por esta razón, se optó por utilizar el "Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Varias Localidades de Santafé de Bogotá" (INGEOCIM – UPES, 1998), para determinar la relación precipitación crítica – duración (relación lluvia – deslizamiento)". Como conclusión de estos análisis, el Consultor expresa que la precipitación acumulada más crítica entre las dos estaciones es la de Juan Rey, con un valor de 217.9 mm, una duración de 11 días, un período de retorno de 21 años y una probabilidad anual de ocurrencia de 4.76%.

CUMPLE

d. Drenaje Superficial

En lo referente a Hidráulica y Drenaje Superficial - capítulo 6, el Consultor menciona que este capítulo del estudio tomó como base el Estudio de Riesgo por Remoción en Masa del Colegio San Martín de Loba elaborado por Geocing Ltda (2007), al cual se le realizaron algunas modificaciones y actualizaciones por parte de la presente Consultoría (Germán Darío Tapia).

El Consultor expresa dentro del ítem "Hidráulica" – página 47, que en cercanías al Colegio San Martín de Loba el manejo de aguas servidas puede catalogarse como regular, mencionando la existencia de un alcantarillado pluvial de 0.3 m de diámetro y un alcantarillado sanitario combinado de 0.2 m. En el mismo ítem también se indica que en el área de estudio se encuentran 4 pozos para alcantarillado pluvial y 12 para alcantarillado sanitario combinado.

Dentro de la página 47 se menciona lo siguiente: "Sin embargo en la revisión del área de estudio no se evidencio presencia o daños que facilite la infiltración de aguas hacia el terreno y que puedan generar condiciones de inestabilidad sobre la masa de suelo. De igual forma no se observa en el área zonas de afloramientos de agua sobre las superficies del terreno que puedan afectar la estabilidad de la ladera".

En el documento también se hace referencia a la presencia de un canal colector en concreto, ubicado en

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

la zona de la cancha múltiple junto al colegio, señalando que constantemente se encuentra con desechos y basuras lo que provoca su taponamiento y disminución de su funcionalidad.

Dentro del ítem de "Evaluación del drenaje superficial" (página 49), el Consultor incorpora el análisis que le permitió determinar el coeficiente de escorrentía (C) para el área de estudio teniendo en cuenta el tipo de cobertura presente, realizando una ponderación entre la zona verde y la zona peatonal existente, arrojando como resultado un valor de C igual a 0.51.

Teniendo en cuenta el empleo del método racional, el Consultor presenta el análisis realizado para determinar cómo caudal de escorrentía un valor de 41.25 l/s. A partir de este dato de caudal y con el área total definida para la cuenca, el Consultor determinó que la velocidad del flujo no es erosiva, sin embargo, puntualmente podrían presentarse pequeños surcos debido a la heterogeneidad del terreno tanto en pendiente como en las zonas con cobertura vegetal.

El Consultor señala que con base en ensayos de permeabilidad llevados a cabo, se encontró que este parámetro puede catalogarse como malo a regular, enmarcándose en términos generales como bajo (<1x10-5 cm/seg).

En la página 45 del documento el Consultor menciona lo siguiente: "Debido a las condiciones de la zona de estudio se puede concluir que las obras hidráulicas estarán dispuestas para la recolección de las aguas de escorrentía sobre el área del colegio, las cuales no hacen parte de las obras para el control del riesgo por estabilidad de laderas".

Dentro del ítem "Morfodinámica" – página 36, se señala lo siguiente: "En la zona se identificó un área de relleno sobre un cauce de drenaje antiguo, es decir de origen geológico o "paleocauce", el cual atraviesa la zona de estudio de norte a sur. [...] Es importante y necesario aclarar que no corresponde a un río, caño, quebrada o canalización dentro del área y por tanto no existe ronda asociada ya que no obedece a una intervención hecha sobre una cuenca. Adicionalmente el desarrollo urbanístico de la zona de estudio presenta una conducción de las aguas de escorrentía por sistemas de alcantarillados diseñados para tal fin".

CUMPLE

e. Sismología

El Consultor desarrolla este ítem en el numeral 7 "Caracterización Sísmica", mencionando que de acuerdo con el decreto 523 de 2010, el predio donde se construirá el colegio San Martín de Loba se encuentra en la zona 1 que corresponde a la zona de Cerros, donde se encuentran materiales correspondientes a rocas sedimentarias de tipo arcillolita, susceptibles a la meteorización con eventuales problemas de estabilidad de taludes en excavaciones.

El Consultor define como Aceleración horizontal pico efectiva del terreno en superficie (Ao), un valor de 0.18g. Con relación al análisis en condiciones con sismo en etapa de construcción, se utilizó las dadas en

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

la NSR-10 en la tabla H6.9-1 donde indica que se debe utilizar la mitad del valor de Aa, el cual corresponde en este caso a 0,09g.

CUMPLE

El FOPAE 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 523 de 2010.

f. Uso del Suelo

El Consultor desarrolla este ítem en el numeral 8 "Cobertura y Uso del Suelo", señalando que su contenido tomó como base la información contenida en el Estudio de Riesgo por Remoción en Masa realizado para el Colegio San Martín de Loba por la firma Geocing Ltda en el año 2007, al cual se le realizaron algunas modificaciones y actualizaciones por parte de la presente consultoría (Germán Darío Tapia).

En el numeral 8.3 "Clasificación del Uso y Cobertura del Suelo", el Consultor expresa que en el sector de San Martín de Loba el uso generalizado del suelo es de área urbana. Dentro de las principales unidades de cobertura y uso que se presentan en el área de estudio se definen las siguientes: Pastizales naturales divididos en Pastizales bajos (Pb) y Potrero con pasto (Pp); de tipo Urbano dividido en Educativo (E), Recreativo (AR) y Residencial (R); y por último Vías pavimentadas (Vp) y Vías sin pavimentar (Vsp).

El Consultor finaliza este capítulo mencionando entre otros, lo siguiente: "De acuerdo con la investigación realizada y las visitas de campo, se concluye que la zona de estudio no ha sido utilizada para procesos de minería ni explotación de canteras. [...] De acuerdo con la información y análisis de campo se puede visualizar que el producto entregado por Geocing Ltda, presenta en general una acertada descripción de la zona y dadas las características del sector no se evidencia modificaciones por lo que el dicho producto no se actualiza".

En el mapa de uso del suelo – G06/11, el Consultor delimita mediante un polígono el área de influencia del proyecto, según las consideraciones que fueron tenidas en cuenta para su definición y/o adopción (página 13 del documento y Tabla 2-2).

El mapa de "Cobertura y Uso del Suelo" es presentado en el Plano G06/11, que está a escala 1:200, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro. En el plano de uso de suelo se señala al Ingeniero Germán Darío Tapia como diseñador y responsable del proyecto, que entiende el FOPAE es el profesional que actúa como director y responsable del estudio.

CUMPLE

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.2 MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

En el numeral 5.3.6 se desarrolla el ítem "Morfodinámica", en el cual el Consultor señala lo siguiente: "Esta temática que comprende el estudio del origen y evolución de los procesos denudativos tanto antiguos como recientes, nos indica que los procesos morfodinámicos que han afectado el área, corresponden a fenómenos denudativos, principalmente a procesos erosivos antiguos y fenómenos de remoción en masa recientes. Entre estos procesos de tipo superficial, de moderada magnitud, se tienen como formas erosivas: La laminar generalizada, los surcos y las cárcavas; estos procesos son fenómenos relativamente antiguos que afectaron terrenos constituidos por materiales de composición arcillo-limosa pertenecientes a la formación Bogotá, los cuales actualmente se encuentran cubiertos en parte por depósitos de origen antropogénico".

En el mismo ítem se señala que a través de análisis fotogeológicos y de reconocimiento de campo, se observan algunos fenómenos de remoción en masa recientes de magnitud superficial tipo reptación y deslizamientos, que afectan principalmente los sectores ubicados hacia el suroeste y fuera de las instalaciones educativas constituidos principalmente por suelo residual y en menor proporción por materiales de escombros y basuras. Estos fenómenos de inestabilidad actuales (movimientos lentos o de reptación), son una continuidad de procesos ocurridos en las épocas pasadas especialmente antes de los años de 1997.

Entre los procesos de inestabilidad actuales que afectan directamente las instalaciones educativas se tienen: i) agrietamientos muy puntuales en el muro de la barda y cercano a la esquina suroeste y cuyo bloque constructivo ha sido demolido en este momento, ii) los ubicados en la parte central del patio originados posiblemente por la acción de las raíces de los árboles que se ubican en este punto y iii) los agrietamientos ubicados en la Carrera 2Bis y donde se localiza una alcantarilla que no funciona adecuadamente.

En el ítem "Caracterización de Procesos de Inestabilidad (Análisis Multitemporal)" – página 36, el Consultor presenta los resultados del análisis de fotointerpretación realizado para fotografías tomadas en diferentes épocas y a diferentes escalas. Las fotografías relacionadas son las siguientes: Vuelo C-769, año 1957 y escala 1:9000; Vuelo C-1737, año 1977 y escala 1:7000; y Vuelo R-1131, año 1990 y escala 1:5600. El Consultor también menciona que las fotografías anteriores se complementaron con observaciones de campo y con la interpretación de una imagen tomada de Google Earth del año 2009.

Del análisis de las fotografías aéreas el Consultor presenta los siguientes aspectos: "La escasa vegetación, características y distribución (consistentes principalmente en pastos y algunos arbustos), se mantienen en la mayor parte del área desde antes del año de 1957, cuya densidad fue disminuida gradualmente según los avances del desarrollo urbanístico presentado desde antes del año de 1977". […] "Los procesos de inestabilidad (erosivos y de remoción en masa), ubicados hacia la parte suroeste de las instalaciones educativas y fuera de ellas, tienen sus comienzos desde antes de los años de 1977 y son originados posiblemente por el uso inadecuado de los suelos". […] "De la imagen tomada de google earth de fecha 12 de diciembre de 2009, se puede observar la generación de escarpes menores sobre el

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

talud occidental del proyecto donde se presentan reptamientos, en materiales tipo rellenos antropicos de bajo espesor (menor a 1.00 m)".

En el mapa de geomorfología – G03/11, el Consultor delimita mediante un polígono el área de influencia del proyecto, según las consideraciones que fueron tenidas en cuenta para su definición y/o adopción (página 13 del documento y Tabla 2-2).

El levantamiento geomorfológico es presentado en el Plano G03/11 "Geomorfología y Procesos", que está a escala 1:200, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro. En el plano geomorfológico se señala al Geólogo Mauricio Alfonso Rubio como diseñador y como responsable del proyecto se menciona al Ingeniero Germán Darío Tapia, quién entiende el FOPAE es el profesional que actúa como director y responsable del estudio.

CUMPLE

El FOPAE aclara que las consecuencias que se deriven de la omisión en la identificación y cartografía de procesos de remoción en masa de acuerdo con lo exigido en la Resolución 227 de 2006 es responsabilidad del ejecutor del estudio de riesgos.

b. Formulación del Modelo

El Consultor expresa en el numeral 11 "Caracterización Geotécnica" lo siguiente: "Las características y propiedades mecánicas del subsuelo fueron determinadas en el Estudio previo de riesgo de remoción en masa, GEOCING Ltda. 2007, y en el estudio de suelos y riesgo adelantado por la presente consultoría (Germán Tapia 2012), los cuales adelantaron una serie de actividades de exploración del subsuelo, consistente en perforaciones mecánicas, exploraciones manuales y ensayos de campo y laboratorio".

En el numeral 11.13 "Modelo Geológico Geotécnico", el Consultor menciona que de acuerdo a lo observado en campo se puede definir que el mecanismo de falla que presenta la ladera es de tipo traslacional (reptamiento y deslizamientos), de los materiales antrópico (relleno) y suelos residuales, los cuales se mueven sobre la unidad de roca. Estos procesos (según el Consultor) se pueden modelar como una falla circular de gran radio y superficiales.

En el numeral 11.2 "Perfil Característico", el Consultor menciona que de la información obtenida en el presente estudio (Germán Darío Tapia), se identificaron cuatro materiales: Recebo, Relleno, Depósito coluvial y Roca. Según el estudio realizado por Geocing Ltda (2007) se identificaron cuatro materiales: Relleno, Depósito coluvial, Suelo residual y Roca. En la página 67 se señala que involucrando los dos estudios (GDT y Geocing tda), se presenta el siguiente perfil estratigráfico: Relleno, Depósito, Suelo residual y Arcillolita.

Dentro del numeral 11.12 "Condiciones finales de diseño", el Consultor presenta en la Tabla 11-6 los materiales que serán tenidos en cuenta en los análisis de estabilidad, los cuales son: Relleno Antrópico, Depósito coluvial, Suelo Residual y Roca Blanda. Los materiales mencionados se relacionan con sus correspondientes parámetros geomecánicos.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En el plano G05/11 denominado "Secciones de Análisis", el Consultor presenta lo que entiende el FOPAE son los modelos geológico-geotécnicos a tener en cuenta como insumo para los análisis de estabilidad. Los perfiles incluidos en dicho plano son B-B', D-D', 0-0', 2-2' y 3-3', todos a escala 1:250 según lo indicado en el mismo. El Plano G05/11 presenta como diseñador de las "Secciones de Análisis" al Ingeniero Germán Dario Tapia, quién entiende el FOPAE es el profesional que actúa como director y responsable del estudio.

CUMPLE

c. Exploración Geotécnica

El Consultor desarrolla este ítem en el capítulo 10 del documento, mencionando que se realizaron ocho (8) perforaciones por parte de la actual consultoría (GDT), presentando en la Tabla 10-1 la identificación de cada una de ellas, así como su ubicación en coordenadas, profundidad de exploración y tipo de equipo empleado para las mismas.

En la página 61 el Consultor menciona lo siguiente: "Durante la ejecución de los sondeos, tanto mecánicos, como manuales, se realizaron ensayos de penetración estándar, se tomaron muestras inalteradas y se realizaron lecturas con el penetrómetro de bolsillo, se elaboraron los registros de sondeo, describiendo las muestras que se obtuvieron basado en las características observadas de los materiales que constituyen el subsuelo, las cuales posteriormente se ajustaron con los resultados de los ensayos de clasificación de laboratorio".

El Consultor expresa en la página 63 del documento lo siguiente: "Para complementar el perfil geotécnico y el análisis se incluyeron las exploraciones efectuada para el estudio de riesgo realizado por la empresa consultora GEOCING Ltda. 2007, que consistió en: cuatro apiques con profundidades entre 0,8 m y 1,2 m y siete perforaciones con equipo mecánico a profundidad entre 8,0 m y 15,0 m". En la Tabla 10-3 el Consultor incluye la información correspondiente a siete (7) perforaciones realizadas por Geocing Ltda, así como su ubicación en coordenadas y la profundidad explorada.

En el numeral 10.3 "Ensayos de Laboratorio", el Consultor hace referencia a los ensayos de laboratorio realizados a las muestras obtenidas del trabajo de exploración y compila un resumen del tipo de ensayo y su cantidad en la Tabla 10-4 presentada en el documento.

En el numeral 11.8 "Ensayo de Penetración Estándar", el Consultor compila los resultados de los parámetros geomecánicos obtenidos por correlaciones con SPT para tres (3) diferentes materiales: Rellenos antrópicos, Depósito coluvial y Suelo Residual.

En el numeral 11.10 "Ensayo de resistividad", el Consultor menciona que se efectúo un sondeo eléctrico vertical. En la figura 33 se presenta la "Evaluación de resistividad con la profundidad" y en el Anexo 5 se presenta el registro del ensayo respectivo.

En el numeral 11.11 "Análisis Retrospectivo", el Consultor lleva a cabo un análisis para calibrar los

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

parámetros de los materiales con los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio. El planteamiento básico del modelo considera que el suelo en encuentra en falla, por lo que el aporte de la cohesión es mínimo. El movimiento de la masa se genera a partir de superficies rotacionales de radio amplio, semejando el comportamiento de superficies de falla traslacionales. Como resultado de este análisis, el Consultor presenta en la Tabla 11-5 los parámetros geomecánicos obtenidos para los siguientes materiales: Relleno antrópico: C=1.0kN/m^2 y Phi=20°; Depósito coluvial: C=2.0kN/m^2 y Phi=26°; y Suelo Residual: C=5.7kN/m^2 y Phi=23°. Con base en análisis posteriores realizados por el Consultor, se termina adoptando como valores finales de diseño los parámetros presentados previamente, con la salvedad que al material denominado roca blanda presente en el modelo se asignan propiedades de ángulo de fricción y cohesión infinitas (página85), señalando que este material no presenta un comportamiento desfavorable para la estabilidad del área de estudio y que las superficies de falla no involucran este material.

CUMPLE

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

5.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

El Consultor desarrolla este ítem en el numeral 12 "Evaluación de Amenaza" y en el numeral 12.2 "Análisis de Estabilidad". El Consultor evalúa la amenaza mediante el siguiente modelo de análisis: Se definen las secciones típicas de análisis, la configuración o perfil geotécnico y sus propiedades mecánicas; Se define el mecanismo de falla y los niveles de amenaza en función del factor de seguridad, combinando las variables de cohesión, fricción y la influencia de sismo y lluvia.

En el numeral 12.2 se menciona que para los análisis de estabilidad se utilizaron las secciones No 2, 3, 4, B y D, señalando que la sección 4 se empleó para analizar condiciones durante y después de construcción. El método empleado es de equilibrio límite por medio de la implementación del programa Slide 5.0 – método Bishop, con falla rotacional de gran radio.

En la página 87 del documento el Consultor menciona lo siguiente dentro del ítem "Amenaza Actual": "Para la evaluación de amenaza en la condición actual se realiza sobre la sección 3, para la valoración se toman las condiciones de agua en niveles normales y sin sismo [...] – Figura 39. Como se pude observar el área presenta una condición de amenaza por fenómenos de remoción en masa categorizada como media, en la ladera superior y algunas zonas de las plazoletas o terraceo existente. Sin embargo, dadas las condiciones de la zona sur oriental se observa procesos activos y recientes, los cuales se califican como amenaza alta".

En la página 88 del documento el Consultor menciona lo siguiente dentro del ítem "Evaluación de Amenaza Futura sin Obras de Mitigación de Riesgo": "El análisis siguiente incluye solo los cortes sin ejecución de obras de contención alrededor del colegio para la implantación del colegio. La zona que representa el estado crítico

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

de amenaza por fenómenos de remoción en masa es la que se encuentra sobre la carrera 2A, donde existe un muro de contención en la actualidad, pero que debido a los niveles de implantación de la estructura del colegio, este quedara por encima de la cota de implantación de la cimentación, por lo cual se debe demoler y construir de nuevo. Dentro del modelo no se incluye la carga generada por la implantación del colegio, dado que esta contribuye a la estabilidad de la ladera dentro del modelo".

Según la información observada en la Figura 47 "Sección D – Condición con proyecto sin obras de mitigación de riesgo CS-CA", se aprecia que el corte proyectado para la implantación de la nueva estructura del colegio es del orden de 3.80 m de profundidad.

En el numeral 12.3 "Análisis de Factores de Seguridad", el Consultor menciona que dicha evaluación se realizó de acuerdo a los niveles de amenaza establecidos en la Resolución 227 de 2006.

En la página 93 del documento, el Consultor presenta la Tabla 12-2 "Factores de seguridad sin obras", en la cual muestra el resumen de los factores de seguridad obtenidos para diferentes corridas en las secciones de análisis 2, 3, B y D (SS-CA, sin sismo – con agua, Condición Normal y CS-CA, con sismo – con agua, Condición Extrema), cuyos resultados son todos menores a 0.30.

En los mapas de amenaza presentados (G7A/11 y G7B/11), el Consultor delimita mediante un polígono el área de influencia del proyecto, presentando en la página 13 del documento revisado las consideraciones que fueron tenidas en cuenta para su definición y/o adopción.

El Consultor presenta el plano G7A/11 "Amenaza Actual por Fenómenos de Remoción en Masa" y el plano G7B/11 "Amenaza Futura sin Obras de Mitigación de Riesgo" el cual entiende el FOPAE compila la evaluación de amenaza con proyecto sin medidas de mitigación. El plano G7A/11 se presenta a una escala 1:200 y el plano G7B/11 a una escala 1:250. Ambos planos cuentan con una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro, con firma de "Diseño" y "Responsable del proyecto" del Ingeniero Germán Darío Tapia que entiende el FOPAE es el director, analista de riesgo y responsable del estudio.

CUMPLE

5.4 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

En el numeral 13.1 "Vulnerabilidad", el Consultor presenta de forma simplificada la metodología empleada para la evaluación de la vulnerabilidad de los elementos expuestos, empleando el cálculo del denominado Indice de Vulnerabilidad Física (IVF), según metodología propuesta por Leone (1996).

Después de presentar la fundamentación metodológica que se tuvo en cuenta para evaluar la vulnerabilidad, el Consultor incorpora las siguientes tablas: Tabla 13-6 "Análisis de Vulnerabilidad en condiciones actuales" – Elemento expuesto: Estructura del Colegio, Vulnerabilidad Alta; Tabla 13-7 "Análisis de Vulnerabilidad en condiciones futuras con obras y sin obras" – Elemento expuesto: Estructura del Colegio, Vulnerabilidad Baja, tanto para condiciones de amenaza alta y baja; y Tabla 13-9 "Evaluación de Vulnerabilidad vial" – Elementos expuestos: Carrera 2 Bis, Carrera 2A y Diagonal 41 Sur – Vulnerabilidad Media.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

EL Consultor expresa en la página 97 del documento lo siguiente: "Se aclara que la vulnerabilidad actual y futura se evalúa únicamente sobre la estructura proyectada del colegio, y no se tiene en cuenta la el salón comunal existente por ser de un área administrativa diferente".

Con relación a la información contenida en la Tabla 13-7, el Consultor aclara que se toma la condición de amenaza futura sin obras como amenaza alta y con obras se valora como amenaza baja.

En todos los planos de vulnerabilidad presentados por el Consultor se delimita mediante un polígono el área de influencia del proyecto. Los planos son: Plano G8A/11 "Vulnerabilidad Actual", Plano G8B/11 "Vulnerabilidad Futura sin Obras de Mitigación de Riesgo" y Plano G8C/11 "Vulnerabilidad Futura con obras de Mitigación de Riesgo", todos con una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro y a una escala 1:250, con firma de "Diseño" y "Responsable del Proyecto" del Ingeniero Germán Darío Tapia, que entiende el FOPAE es el director, analista de riesgo y responsable del estudio.

CUMPLE

5.5 EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

El Consultor desarrolla este ítem en el numeral 13.3 "Análisis de Riesgo", expresando: "[…] Para el cálculo de los valores comparables de costos y beneficios se utiliza el valor medio probable, en función de la esperanza matemática de ocurrencia de los fenómenos potencialmente destructivos que generarían más daños "d" y la probabilidad respectiva asociada "p" de modo que el valor estimado sería: PE = d x p".

En la Tabla 13-10 se presenta la "Matriz de valoración del riesgo (perdida esperadas %)" y en las Tablas 13-11, 13-12 y 13-14 se presentan los resultados de los análisis realizados. Tabla 13-11 "Resultados de análisis de riesgo actual" – Elemento expuesto: Estructura del Colegio, Riesgo Alto; Tabla 13-12 "Resultados de análisis de riesgo futuro sin obras y con obras" – Elemento expuesto: Estructura del Colegio, Riesgo Medio y Bajo, tanto para condiciones de amenaza alta y baja, respectivamente; y Tabla 13-14 "Evaluación de riesgo para vías" – Elementos expuestos: Carrera 2 Bis, Carrera 2A y Diagonal 41 Sur – con diferentes valoraciones de riesgo para los diferentes escenarios.

En todos los planos de riesgo presentados por el Consultor se delimita mediante un polígono el área de influencia del proyecto. Los planos son: Plano G9A/11 "Riesgo Actual", Plano G9B/11 "Riesgo Futuro sin Obras de Mitigación" y Plano G9C/11 "Riesgo Futuro con obras de Mitigación", todos con una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro y a una escala 1:250, con firma de "Diseño" y "Responsable del Proyecto" del Ingeniero Germán Darío Tapia, que entiende el FOPAE es el director, analista de riesgo y responsable del estudio.

CUMPLE

5.6 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

El Consultor desarrolla este ítem en el numeral 14 "Obras de Mitigación de Riesgo", expresando lo siguiente: "La identificación final de amenaza, vulnerabilidad y riesgo permite determinar que las obras estarán

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

destinadas para garantizar la estabilidad del proyecto sin intervenir las laderas adyacentes al predio de estudio, dadas las condiciones de estabilidad que estas presentan".

En el ítem 14.1 "Evaluación de Amenaza en Condiciones Futuras con Obras de Mitigación de Riesgo", el Consultor expresa: "Para el control de la amenaza se considera una estructura conformada por un muro apoyado sobre pilotes sobre la carrera 2ª, así como un análisis del proceso constructivo para la protección de las excavaciones y procesos constructivos sobre las vías. [...] Como se puede observar el factor de seguridad con la implementación de las obras de contención planteadas, cumple con lo estipulado por en la resolución No. 227, y se logra garantizar que las condiciones de estabilidad y amenaza por fenómenos de remoción en masa en condiciones baja para el proyecto. Sin embargo se observa superficies de falla con factor de seguridad menor a 1.3 para la condición extrema y de 1,90 para la condición normal, sobre la ladera adyacente, por lo que deberá garantizar que esta no influya en la integridad del colegio. Para ello se plantea la elaboración de una hilara de pilotes en la parte alta de la ladera para controlar las posibles superficies que se presentan. La capacidad de dichos pilotes será de 100 kN por metro lineal de pantalla de pilotes. Sin embargo se observa que sobre el talud de la vía existen superficies de falla las cuales se controlan con el planteamiento de un muro en gavión de una altura no mayor a 3 metros".

En la página 104 se presentan las siguientes recomendaciones: *) Se dispondrá un muro sobre pilotes en la carrera 2A; *) Los pilotes serán de 60 cm de diámetro con una longitud de 10.50m separados 1.20m, *) Colocar filtros con gravilla, geotextil y tubería perforada en los espaldones de los muros; *) Implementar filtros en el fondo de las excavaciones bajo la placa de contrapiso; *) Diseñar placas de contrapiso como placas aéreas; *) Se dispondrá una hilera de pilotes de 30 cm de diámetro con una longitud de 5 metros; *) Se dispondrá una hilera de pilotes en sentido paralelo al deslizamiento existente en la zona occidental; y *) Se reconstruye el muro de gavión ubicado en la parte baja del talud.

El Consultor desarrolla en el documento los siguientes ítems adicionales: Numeral 14.2 – Condiciones de Estabilidad en Etapa de Construcción de Obras, Numeral 14.3 – Evaluación de las Condiciones Finales de Muros de Contención, Numeral 14.4 – Condiciones Durante Construcción, Numeral 14.5 – Plan de Control y Monitoreo de Obras y Numeral 14.6 – Análisis Estructural.

En el numeral 14.3.2, el Consultor menciona que dentro del proceso constructivo del proyecto se hace necesario la ejecución de muros de contención sobre las vías carrera 2Bis y la diagonal 41 sur, los cuales hacen parte integral de la estructura del colegio, y cuyo diseño se encuentra en el informe estructural del colegio.

Con relación al "Plan de Control y Monitoreo de Obras" el Consultor señala entre otros lo siguiente: *) El monitoreo deberá ser constante (antes, durante y después de la construcción); *) El control lo debe realizar el constructor con asesoría geotécnica, estableciendo las deformaciones críticas para la estructura; *) Realizar limpieza permanente de las cajas colectoras; *) Realizar mantenimiento cada seis meses de limpieza de canales; *) Se deberán disponer de inclinómetros entre el muro y la pantalla de pilotes realizando un monitoreo antes del inicio de las excavaciones y un control durante la ejecución; *) Sobre la ladera superior de la estructura, en parte alta, se dispondrá de monitoreo con la utilización de mojones y control topográfico permanente antes de iniciar los procesos constructivos y durante estos; y *) El monitoreo deberá tener mayor periodicidad durante la etapa de construcción y no deberá ser menor de una vez al día.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

El Consultor presenta los siguientes planos: Plano G10A/11 "Planta General Pilotes y Muro – Refuerzo Pilotes – Refuerzo Muro"; Plano G10B/11 "Localización de Obras San Martín"; Plano G10C/11 "Localización de Obras San Martín" y Plano G11/11 "Proceso Constructivo". Los planos se encuentran firmados por el Ingeniero Germán Darío Tapia quien se responsabiliza del diseño presentado.

CUMPLE

5.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El Consultor desarrolla este ítem en el numeral 14.1 "Evaluación de Amenaza en Condiciones Futuras con Obras de Mitigación de Riesgo", el Consultor menciona que "para el control de la amenaza se considera una estructura conformada por un muro apoyado sobre pilotes sobre la carrera 2ª, así como un análisis del proceso constructivo para la protección de las excavaciones y proceso constructivos sobre las vías".

En el ítem 14.1 el Consultor expresa: "Para el control de la amenaza se considera una estructura conformada por un muro apoyado sobre pilotes sobre la carrera 2ª, así como un análisis del proceso constructivo para la protección de las excavaciones y procesos constructivos sobre las vías. [...] Como se puede observar el factor de seguridad con la implementación de las obras de contención planteadas, cumple con lo estipulado por en la resolución No. 227, y se logra garantizar que las condiciones de estabilidad y amenaza por fenómenos de remoción en masa en condiciones baja para el proyecto. Sin embargo se observa superficies de falla con factor de seguridad menor a 1.3 para la condición extrema y de 1,90 para la condición normal, sobre la ladera adyacente, por lo que deberá garantizar que esta no influya en la integridad del colegio. Para ello se plantea la elaboración de una hilara de pilotes en la parte alta de la ladera para controlar las posibles superficies que se presentan. La capacidad de dichos pilotes será de 100 kN por metro lineal de pantalla de pilotes. Sin embargo se observa que sobre el talud de la vía existen superficies de falla las cuales se controlan con el planteamiento de un muro en gavión de una altura no mayor a 3 metros".

El Consultor presenta el plano G7C/11 "Amenaza Futura con Obras de Mitigación de Riesgo", en el cual el Consultor delimita mediante un polígono el área de influencia del proyecto, según las consideraciones tenidas en cuenta para su definición y adopción, tal como se menciona en la página 13 del documento revisado. Dicho plano se presenta sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro, a una escala 1:250, con firma de "Diseño" y "Responsable del proyecto" del Ingeniero Germán Darío Tapia que entiende el FOPAE es el director, analista de riesgo y responsable del estudio.

En el Plano G7C/11 se observa que el área donde se construirá el nuevo proyecto, así como la parte alta de la ladera que se encuentra hacia el costado noroccidental de esta estructura, también asocia una condición de amenaza baja. Dentro del área de influencia presentada en el plano se observa que el costado occidental del nuevo colegio se encuentra en amenaza baja, media y alta. La condición de amenaza baja presente al costado occidental del colegio es consistente con la protección de una hilera de pilotes propuesta por el Consultor en el Plano G10A/11.

En el numeral 15 "Conclusiones y Recomendaciones", el Consultor menciona lo siguiente "El movimiento existente al occidente del colegio presenta como preferencia una dirección paralela a la pendiente, lo que

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

implica que la posibilidad de ampliación lateral hacia el colegio es mínima. Además los materiales que pudieran involucrarse en el movimiento han sido cortados o removidos con las excavaciones antiguas del colegio actual y su cancha, excavación que diferencia el cambio de alturas entre la vía y el nivel de la cancha. No obstante teniendo en cuenta que es posible que hacia la parte superior sobre la vía aún se encuentren rellenos de espesor variable sin continuidad y relictos de suelos residuales, los cuales podrían presentar flujos superficiales o deslizamientos locales hacia el borde de colegio, se efectúa el diseño de una pantalla de pilotes en sentido paralelo al movimiento, partiendo de la pantalla sobre la vía y cuya longitud está asociada al cambio de pendiente y a los muros estructurales diseñados para el futuro proyecto. Este movimiento continuará desplazándose ladera abajo, siguiendo las mismas condiciones actuales. No fue diseñada obras asociadas a este sector teniendo en cuenta que el predio no pertenece al dueño del proyecto y que las obras planteadas mitigan las condiciones de riesgo sobre el predio de estudio".

CUMPLE

5.8 PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida del Ingeniero Civil con Especialización en Geotecnia, Germán Darío Tapia Muñoz y del Geólogo Mauricio Alfonso Rubio, los cuales, de acuerdo con la información suministrada, el FOPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE

5.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado incluye todos los contenidos mínimos solicitados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE

5.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Todos los planos se presentan firmados por los profesionales que se relacionan en los mismos y que fueron responsables de su elaboración, de acuerdo con lo estipulado en el numeral 4 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006.

También se incluye una carta de responsabilidad firmada por el Ingeniero Germán Darío Tapia Muñoz, donde el Consultor certifica que es responsable de las condiciones y datos analizados en el estudio de riesgo por fenómenos de remoción en masa para el proyecto CED San Martín de Loba, ubicado entre la diagonal 41 sur entre carreras 2 Bis y 2A, el cual se realizó siguiendo la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

6. CONCLUSIONES

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE, luego de evaluar los distintos aspectos presentados en esta versión, se permite conceptuar que el estudio particular de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa denominado *"Estudio de Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa Proyecto Colegio San Martín de Loba"*, de noviembre de 2013, elaborado por la firma del Ingeniero Germán Darío Tapia Muñoz y que se proyecta construirse en la Diagonal 41A Sur No 2A-41de la Localidad de San Cristóbal, **CUMPLE** con la totalidad de los términos de referencia establecidos por la DPAE, ahora Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE, para la elaboración de estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa, en cumplimiento de lo establecido en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004; por las consideraciones estipuladas en el presente concepto.

7. RECOMENDACIONES

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

Con el fin de asegurar el cumplimiento de las licencias urbanísticas y de las normas contenidas en el Plan de Ordenamiento Territorial se recomienda a la Alcaldía Local de San Cristóbal dentro de su competencia como encargada del control urbano, ejercer la vigilancia y control durante la ejecución de las obras, incluidas las medidas de mitigación.

Se recomienda a la Subsecretaría Distrital de Inspección, Vigilancia y Control de Vivienda de la Secretaría Distrital del Hábitat, dentro de su competencia y previo a la expedición del permiso de enajenación de inmuebles, verificar la existencia de las medidas de mitigación y prevención propuestas.

Conforme con lo establecido en el Artículo Tercero de la Resolución 227 de 2006 el informe de la FASE II del estudio de riesgos por fenómenos de remoción en masa y planos anexos deben presentarse en original a la Entidad encargada del trámite de la licencia y una copia del documento y planos anexos deber ser radicados en la Subsecretaría Distrital de Inspección, Vigilancia y Control de Vivienda de la Secretaría Distrital de Hábitat.

8. ADVERTENCIA

Se aclara, que no es del alcance de esta revisión la comprobación y validación de los parámetros, los análisis de estabilidad, el empleo de software, los resultados de los análisis y los diseños geotécnicos de las medidas de mitigación, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad y compromiso, anexa al informe del estudio, limitándose la revisión a verificar el cumplimiento de la Resolución 227 de 2006.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

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: **MARIO H. LEAL NORIEGA** I.C. – Magíster en Ingeniería Geotecnia M.P. 682020-95251 STD	Revisó: **NUBIA LUCIA RAMIREZ C.** Profesional Especializado Estudios y Conceptos
Aprobó: **JESÚS ENRIQUE ROJAS OCHOA** Profesional Especializado 222 Grado 29 Estudios y Conceptos Técnicos – FOPAE	

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co