

INFORME EJECUTIVO

1. GENERALIDADES

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias a través de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias del Distrito – DPAE contrató por medio del Contrato de Consultoría No. 518 de 2006 a la UNIÓN TEMPORAL GEOTÉCNIA URBANA, la “*Elaboración de Diseños de Obras, Presupuestos y Especificaciones Técnicas en Sitios Críticos de Riesgo inminente por Remoción en Masa en las Localidades de Usme y Santa Fe de la Ciudad de Bogotá D.C.*”, contrato iniciado a partir del 21 de Noviembre de 2006 con una duración de tres meses.

El sitio de estudio se ubica en la diagonal 65 A sur No. 5-21 este, del barrio La Fiscala, en la, UPZ Danubio. Corresponde a un escarpe minero abandonado, el cual presenta como fenómenos de remoción en masa asociados a caída de bloques de arenisca, flujo de detritos y suelo en residual de arcillolita que pueden afectar directamente a 4 viviendas, a una vía de acceso a la zona y a peatones de la zona.

Las viviendas aledañas al escarpe que se encuentran más vulnerables son:

- ? Diagonal 65A sur No. 3B-38Este. Propietario: Horacio Suárez.
- ? Diagonal 65A sur Transversal. 4A Este. Propietario: Carlos Cruz.

El sitio de estudio tiene un área de influencia de 0.20 Ha. El escarpe tiene una altura de 20 m , ubicándose entre la cota 2678 msnm y 2658 msnm con inclinación entre 45° y 85° con negativos.

La zona de estudio se ubica entre las siguientes coordenadas:

NORTE (m)	ESTE (m)
92970	96470
92970	96520
92930	96520
92930	96470

2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El día 30 de noviembre se realizó el traslado de coordenadas y amojonamiento de los dos (2) vértices que se indican en la siguiente tabla y se definieron los auxiliares para la radiación de los detalles.

MOJON	NORTE	ESTE	COTA
1	92964.7752	96480.1164	2654.1240
2	92982.8724	96456.5773	2653.1070

Se levantaron en detalle redes de agua, luz y teléfono, así como vías, viviendas y otras características visibles y de importancia para este trabajo.

3. CLIMA, HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y SISMOLOGÍA

Se recopiló información pluviométrica y pluviográfica de la Estación Quiba de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB y de la Estación Doña Juana de la Corporación Autonoma Regional - CAR, cercana al área del estudio con el fin de usarla en el análisis de hidrología de la zona. Se solicitó la ecuación para las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia para el punto de estudio en la EAAB.

Para la caracterización de las variables de precipitación y climatológicas se utilizó la información de la Estación Quiba y Doña Juana respectivamente. En la tabla siguiente se presenta las características de las estaciones:

Nombre	Quiba	Doña Juana
Administrador	EAAB	CAR
Cuenca	Bogotá	Bogotá
Subcuenca	Tunjuelo	Tunjuelo
Coordenadas	04°32'N 74°10'W	04°30'N 74°10'W
Norte	992540	993900
Este	990120	991800
Elevación (msnm)	3000	2700
Periodo de registro	1990 - 2005	1989-2003

4. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

El sitio se localiza en la parte inferior y terminal de un filo rocoso, el cual fue explotado a cielo abierto para la extracción de material para construcción, el cual fue abandonado hace unos 10 años. A unos 10 metros de distancia se localizan las primeras viviendas, y de allí hacia el abajo se extiende el barrio.

Por encima y hacia los costados no hay viviendas. Al costado norte, el filo rocoso está limitado por la vía de acceso hacia la parte alta, y hacia potreros. Por encima, en la parte central del filo topográfico, se encuentran algunos potreros con pastos y rastrojo. Hacia el costado sur, se registran vestigios de la explotación de arcillas y arenas.

5. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO

Teniendo en cuenta que la estratigrafía y condiciones de los materiales era clara y fácilmente interpretada no se realizó exploración. Entendiendo que el principal mecanismo de falla obedece a pérdida de resistencia del contacto entre discontinuidades, fue necesario interpretar los parámetros con el fin de evaluar los

factores de seguridad de estos mecanismos. Para ello se obtuvieron muestras de bloque – bloque y muestra de bloque solamente, los cuales fueron tallados en laboratorio y posteriormente fallados sobre el contacto de bloque – bloque y/o sobre una superficie previamente definida y saturada con un tiempo no menor a 1 hora. Se enviaron 6 muestras de bloques al laboratorio para la elaboración de 3 cortes directos en discontinuidad (se envía un número mayor de muestras debido a daños por la elaboración de las briquetas).

6. AMENAZA

Los parámetros de resistencia son producto de la caracterización geomecánica expuesta en el capítulo anterior, la aceleración horizontal del terreno en caso de sismo se tiene en 0.24g, correspondiente a la Zona I, Cerros. Para el análisis de discontinuidad se tuvo en cuenta un nivel del 50% la altura de la discontinuidad para condiciones extremas de agua. En la se resumen los valores extremos de los parámetros utilizados: c_{min} , c_{max} , γ_{min} , γ_{max} , para los diferentes materiales involucrados en los modelos de análisis.

MATERIAL	c_{max} (t/m ²)	γ (max)	c_{min} (t/m ²)	γ (min)
Discontinuidad	2.30	36	0.000	25

Finalmente, para cada mecanismo de falla se tienen los siguientes valores de probabilidad:

SECCION	pf: 1 año	pf: 10 años	pf: 25 años	pf: 50 años	pf: 1 año	pf: 10 años	pf: 25 años	pf: 50 años	
PLANCO- TALUD	D1T6	0.098	0.281	0.489	0.661	BAJA	MEDIA	ALTA	ALTA
	D1T15	0.001	0.004	0.007	0.010	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA
	D2T6	0.041	0.158	0.302	0.426	BAJA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
	D2T14	0.001	0.003	0.005	0.006	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA





	pd: 1 año	pd: 10 años	pd: 25 años	pd: 50 años	AM: 1 año	AM: 10 años	AM: 25 años	AM: 50 años
D1D2T9	0.602	0.715	0.836	0.935	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
D1ET8	0.179	0.409	0.658	0.864	MEDIA	MEDIA	ALTA	ALTA
D1D3T9	0.440	0.599	0.770	0.909	MEDIA	ALTA	ALTA	ALTA
D2ET8	0.226	0.444	0.680	0.873	MEDIA	ALTA	ALTA	ALTA
D2D3T12	0.516	0.653	0.801	0.921	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA

Como se puede observar en general el modelo tiene un comportamiento de amenaza media a alta y solo en dos condiciones de falla planar el modelo tiene amenaza baja. El modelo más crítico por falla planar con Pf de 0.66 a 50 años. Para falla en cuña el valor de Pf oscila entre 0.86 a 0.93 en 50 años con condiciones de amenaza entre media y alta. La probabilidad real puede estar entre 0.426 a 0.85.

7. VULNERABILIDAD Y RIESGO

En total en la zona de influencia del proyecto se identifican cuatro viviendas, de las cuales dos se encuentran habitadas. Las viviendas tienen las siguientes condiciones:

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN
LAS LOCALIDADES DE USME Y SANTA FE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.
SITIO No. 1: LA FISCALA

No.	No. De pisos	Dirección	Tipo de estructura	Condición	Clasificación
1	1	Diagonal 65 A sur No. 4-18 Este 	Pórtico con columnas de concreto y bloque No. 6	Habitada	B3
2	1	Diagonal 65 A sur No. 5.21 Este Julia Piñeros 	Pórtico con columnas con bloque No. 6. En buen estado. Ha sido afectada por caída de bloques con rompimiento de muros.	Habitada	B3
3	1	Diagonal 65 A sur No. 4-14 Este 	Pórtico con columnas y bloque No. 6. En regular estado. Casa lote.	Abandonada	B2
4	1	Diagonal 65 A Bis Sur No. 4-22 Este Anita Lancharos 	Mampostería sin pórticos. Hacia el patio se ubica el escarpe minero con taludes casi verticales. No le ha ocurrido nada durante los últimos 10 años.	Habitada	B2

El análisis de las consecuencias producto de la generación de un evento de FRM incluye los efectos políticos o particulares por la ocurrencia, pérdida de los negocios, afectación de la reputación del dueño del proyecto, inversiones para mitigación, pérdida de movilidad de la vía, entre otros aspectos sociales y económicos y por supuesto la pérdida de propiedad o bienes físicos y de vidas humanas.

Las primeras consecuencias son difíciles de evaluar y por tanto en este análisis solo será centralizado hacia la pérdida de vidas humanas en la zona. Las pérdidas de propiedad como pueden ser las viviendas no serán valoradas por la complejidad de la variable en cuanto a costos, variabilidad de materiales entre otros aspectos, pero será tenido en cuenta indirectamente por los ocupantes de las viviendas.

El análisis de consecuencias incluye los siguientes puntos:

- ? Identificación y cuantificación de los elementos en riesgo incluyendo propiedad y personas.

- ? Probabilidad del alcance del evento al elemento en riesgo. $P(d:d)$
- ? Probabilidad temporal espacial de los elementos en riesgo. $P(e:t)$
- ? Vulnerabilidad de los elementos en riesgo en términos de daño a la propiedad y pérdida de vidas humanas o heridas. $V(v:t)$ y $V(p:t)$

Es el grado de pérdidas o daño de un elemento dado o elementos, que pudieran ser afectados por la amenaza. Es una condición de probabilidad dado que el evento ocurra y el elemento este en la trayectoria. Para elementos físicos el daño esta expresado como 0 en no perdida a 1 como pérdida total. Para personas es usualmente dado como probabilidad entre 0 y 1 enmarcado en si puede haber muertos o heridos.

En este caso la AGS recomienda para el análisis los siguientes valores:

- ? Para personas dentro de viviendas:0.50

En cuanto a viviendas se adopta que es completamente vulnerable ante la caída de bloques es decir con un valor de 1 o pérdida total.

La vulnerabilidad entonces esta asociada a la exposición y resistencia de las viviendas y por tanto para las viviendas ubicadas abajo del escarpe se asocia vulnerabilidad alta y las ubicadas lateralmente vulnerabilidad media.

8. OBRAS DE MITIGACIÓN

Actualmente el talud existente presenta bloques inestables que amenaza caer hacia las viviendas existentes y la vía de entrada a la zona. El planteamiento de cualquier alternativa debe incluir la descarga de los materiales inestables.

Inicialmente se desarrollo una alternativa de descarga de bloques inestables y un talud de corte cuya orientación y buzamiento del talud no generaba condiciones de inestabilidad desde el punto de vista cinemática. Es decir geométricamente las discontinuidades no eran favorables al movimiento. Esta alternativa se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Esta alternativa implicaba la generación de una berma y un talud de corte a 60°, generando costos altos por el corte en roca necesario para perfilar con esta inclinación.

Por ello como segunda alternativa se contempló un talud de corte a una pendiente mas alta (75°) y con una orientación que implica problemas de inestabilidad, para lo cual es necesario colocar elementos tales como pernos. Esta alternativa que aun cuando requiere estos elementos resulta con costos similares a la anterior pero incluyendo dentro del proceso de reasentamiento por obra a una vivienda.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las condiciones de los modelos de falla muestran factores de seguridad cercanos a uno para condiciones saturadas en discontinuidad y menores a 1 con sismo y agua en discontinuidad. El potencial de falla es alto. La distancia de viaje obtenido para condición de alta probabilidad es de 14 m y para condición media de 18 m. La máxima distancia de un bloque es de 22 m.

La obra de mitigación consiste en un perfilado de materiales inestables y corte en roca a 75°, para luego colocar una malla triple torsión, taches y mortero cemento con

pernos de 6 m de largo separados cada 2 m x 2 m. En la parte superior se debe colocar una cuneta en concreto.

El corte en roca es complejo y por tanto se puede aceptar inclinaciones entre 70° a 80°, sin taludes negativos. Las obras tienen un valor de \$ 231'558.987 millones de pesos incluidos los impuestos de ley demás condiciones de AIU de (38%). Se incluye el reasentamiento de una vivienda.

10. LIMITACIONES

El presente estudio se basó en la información obtenida en campo y los ensayos de laboratorio de muestras representativas.

Los análisis de estabilidad realizados son aproximados y la totalidad de los resultados obtenidos se han incluido en el informe. Debe entenderse que los materiales térreos son materiales inelásticos, heterogéneos y no isotrópicos, en los cuales su comportamiento no es fácilmente predecible, ni independiente del entorno climático y antrópico en el cual se encuentran.

En consecuencia, aunque se ha realizado el mejor trabajo posible, de todas formas los modelos, especialmente los probabilísticos, son limitados tanto intrínsecamente como por el factor escala del trabajo (1:1000) y es de esperar que durante la implantación de las obras o el desarrollo de la evolución del terreno, se presenten discrepancias localizadas con los modelos y los planos que los representan.

Cualquier cambio obtenido en las condiciones del terreno producto de intervención antrópica, actividad sísmica u obras de ingeniería diferentes a las planteadas aquí pueden cambiar las condiciones de riesgo y por lo tanto deben ser reportadas a la entidad competente y por ende al consultor.
