Red Temática Iberoamericana CYTED A4D

I SEMINARIO TALLER INTERNACIONAL DE

EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD Y RIESGOS DE DESASTRES POR MOVIMIENTOS DE TALUDES Y LADERAS

MSc. Gastón Proaño Cadena

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los movimientos de masa más comunes son los deslizamientos, los cuales se producen además de las condiciones dominantes del terreno por diferentes factores que agilitan la acción.

Estos tienen incidencia n zonas pobladas que se desarrollan en sectores de laderas o por el crecimiento de la zona urbana en las ciudades y que por falta de espacio se ubican en zonas vulnerables a éste tipo de fenómenos, por ello la importancia de su estudio.

Al sur de la Cordillera Chongón colonche en la ciudad de Guayaquil, se encuentra el cerro azul que tiene unas características litológicas y geomorfológicas muy particulares, en este paisaje donde desde hace algunas décadas se manifestó la ocurrencia de deslizamientos y que por su manera de movimiento ha sido objeto de un seguimiento cuyos resultados se presentan es este informe.

En el año 1982 en que se presentan como consecuencia del Fenómeno El Niño fuertes precipitaciones, los suelos del cerro Azul se saturaron y se movieron ladera abajo dando las primeras manifestaciones de un movimiento en masa. Gran cantidad coluvial afectó las instalaciones de la planta de “Plásticos Soria”, comprometiendo bodegas construidas al pie del cerro. Luego durante la construcción de la vía perimetral otra manifestación de movimiento importante se registra y en esta ocasión altera la carpeta de rodadura de uno de los carriles de la vía. Durante las precipitaciones del año 1998 vuelve a reactivarse el deslizamiento comprometiendo en esta ocasión a las instalaciones del Centro Comercial “Riocentro”.

En este trabajo se presenta un análisis de los datos del deslizamiento desde el año 1982 hasta la fecha. Además se presentan las alternativas empleadas para minimizar las consecuencias y se intentará plantear alternativas que permitan tener un control estable de la zona.

2. LOCALIZACIÓN

Cerro Azul se encuentra ubicado al lado oeste de la ciudad de Guayaquil, en la provincia del Guayas. Con una topografía que muestra un relieve hacia el este de 200 a 300 metros y al oeste de 500 metros.

El cerro es un levantamiento homoclinal asimétrico con el flanco de pendiente más suave que mira al lado suroeste y el flanco más pronunciado con la pendiente hacia el noreste.

3. CLIMA

Del mapa de isoyetas de la Carta Hidrológica Nacional, se obtiene un valor entre 500 y 1000 milímetros anuales para el área en estudio. Los valores registrados dan una media anual de 1135 milímetros en Guayaquil, precipitaciones que normalmente se dan entre diciembre y abril, pero con la influencia del Fenómeno El Niño, de 1982 – 1983 que fueron excepcionalmente altas (4219 mm) y en 1992-1993 fueron de 1546 mm es decir de menor intensidad, mientras que en 1997-1998 fue de 4777 mm.

Del mapa de isotermas medias (AGRE, pp22) se obtiene valores a 29º C como temperatura para el área, aunque se conoce fluctuaciones que van entre 25º C y 35º C. Durante los meses de mayo a noviembre se presentan las temperaturas bajas, y las temperaturas altas ocurren en los meses de diciembre hasta abril que coincide con la época lluviosa.

4. GEOLOGÍA REGIONAL

La región costera se localiza al Oeste de la cordillera de los Andes.

Un levantamiento tipo horst ha dislocado el basamento y llevado a la superficie rocas detríticas de la Formación Cayo, cuyas rocas forman los cerros de la Cordillera Chongón Colonche, en la cual se encuentra Cerro Azul.

En la Cordillera encontramos en el basamento por la Formación Piñón (antiguo piso oceánico) y luego se presenta la Formación cayo.

La Formación Cayo yace sobre la Formación Piñón en una serie amplia de estratificaciones delgadas a gruesas y conjuntos masivos de areniscas, argillita, conglomerados, tobas y aglomerados volcánicos. Son sedimentos marinos y volcanoclásticos: brechas volcánicas basales, sobreyacidas por brechas y conglomerados de grano fino, areniscas tobáceas y grauwacas.

Se divide en miembros:

El Miembro Calentura, constituido por alternancias de areniscas, lutitas calcáreas y tobas blancas. Su tope lo integran grauwacas blancas. De manera general, se puede definir a Calentura como un flysch que presenta fauna de Amontes e Inoceramus, de edad huroniana superior, que pasa gradualmente a la unidad suprayacente, Cayo s.s. con la aparición de brechas sedimentarias, fragmentos verdes y grauwacas pardo verdosas, relacionadas con la ocurrencia de sills andesíticos contemporáneos.

El Miembro Cayo s.s. mitológicamente se caracteriza por ser flych, integrado por alternancias de brecha sedimentaria, con fragmentos de andesita en su base, areniscas finas y gruesas de color verdoso de espesores variables e intercalaciones de lutitas, constituyendo la sección intermedia; hacia el tope, grauwacas que alternan con lutitas finas algo silisificadas que pasan gradualmente al miembro Guayaquil.

El miembro Guayaquil, definido últimamente como Formación, es de edad Maestrichtiano hasta posiblemente Daniano. Su litología comprende argilitas silisificadas con capas de chert, argulitas tobaseas, areniscas finas en capas delgadas y en general lutitas finas silisificadas con betas de cuarzo. Un espesor de 600m ha sido reportado en la parte superior del cerro Azul en el oeste de Guayaquil.

5.- GEOLOGÍA LOCAL

El área de estudio se encuentra en la vientre sureste del cerro, específicamente en el sitio en el que se ha construido el centro comercial Río Centro.

La columna litológica desde la base hacia la superficie presenta una secuencia sedimentaria de conglomerados, areniscas, limonitas y lutitas en estratos centimétricos hasta métricos afloran en la base del corte de la vía Perimetral, sobre la cual, fases similares de espesor variable constituyen todo el cuerpo litológico del cerro hasta alcanzar la parte superior donde aflora la formación Guayaquil.

Los estratos buzan hacia el sur con una pendiente variable de 12º a 20º, sobre los cuales existe un manto de suelo probablemente consolidado y que se ha acumulado debido a la erosión y depositación de la meteorización de las rocas que afloran en la parte alta del cerro.

Las rocas de la formación Guayaquil sobreyacen a las de la formación Cayo concordantemente. Este material que debido a la meteorización y gravedad permite la formación del coluvio de material detrítico, que se observa en los afloramientos.

6.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Estructuralmente el cerro Azul se caracteriza por presentar un homoclinal con rumbo este-noreste cutos planos de estratificación están inclinados hacia el sur. Fallas oblicuas a la dirección del cerro atraviesan localmente la masa rocosa en sitios cercanos al lugar de deslizamiento.

Cuatro familias de fracturas se presentan y son estas que con la estratificación presenten han debilitado la resistencia original de la roca.

7.- Hidrología

En el cuerpo del talud se han localizado hasta 4 salientes de flujo de agua subterráneo y superficial, que tienen gran incidencia en el deslizamiento. Las aguas lluvias acopiadas en la parte superior del cerro descargan su caudal en dirección ala pendiente opuesta de donde está depositado el material coluvial.

Todas las aguas que drenan desde la parte alta filtran creando verdaderos flujos subterráneas que afloran a diferente altura en la cara del talud.

Los drenajes naturales conducen el agua abajo, pero un porcentaje vuelve a filtrar por las fracturas que existen en la roca que forma el cauce incrementando la supresión hidráulica al pie del talud, originando el fenómeno de reptación existente.

8.- CARACTERIZACIÓN DE LA ROCA

8.1.- Estudio de los suelos

La roca de la formación Guayaquil es silisificada por lo que es muy frágil y tiende a la fracturación, lo que facilita su meteorización y por ende los suelos residuales en la contra-pendiente del Cerro.

La formación Cayo está cubierta de material coluvial, material que forma las laderas de contra-pendiente del cerro, siendo este el que se desliza por reptación.

Los suelos por su granulometría se clasifican en arcillo-limosos, con contenido de humedad alto, ángulo de fricción bajo y alta plasticidad.

Los valores promedios de los diferentes sistemas de discontinuidades podría decirse que son: N-S y E-O para dos de las familias de fractura que más o menos corresponden a los ejes principales de compresión y tensión.

Los buzamientos de las discontinuidades agrupadas en las familias de fracturas varían principalmente entre los 70 y 90. Las diaclasas son generalmente de superficie plana, ligeramente onduladas, con relleno de un precipitado carbonatado o silicificado.

Se puede señalar que el talud está controlado por un solo patrón estructural que es el plano de estratificación de la roca sedimentaria de base y su buzamiento al sur. Los planos de discontinuidades no tienen mayor persistencia, pero influyen en la filtración del agua.

8.2.- Identificación de los modelos de fallas

Para la evaluación de los modelos de fallas, en primer lugar se efectuó la evaluación del fenómeno de inestabilidad de la pendiente en su estado original. El modelo geológico estudiado permitió conocer que la pendiente de Cerro Azul hacia el lado de Río Centro corresponde a un fenómeno de deslizamiento lento reconocido como reptación.

A este fenómeno de reptación por influencia antrópica ha sido alterada su relativa estabilidad, al ser retirado material, lo que favorece la descarga al pié del talud, causando que la velocidad de masa deslizante se incremente y provoque daños en las construcciones civiles del sector.

La revisión de cómo se comportó el deslizamiento en tres eventos y luego del análisis exhaustivo de la información disponible y sobretodo en las observaciones en las evidencias del último deslizamiento, se describe un modo de falla circular en la zona deslizada, por tanto el análisis de estabilidad se lo realiza aplicando este modo de falla, completando las soluciones para las diferentes secciones del talud.

9.- ASPECTO DE INTERES SOBRE EL ÁREA DE INFLUENCIA:

Explotación de canteras

En el sector se encontraba una mina de explotación de material de construcción en la cual se utilizaba la técnica de voladura y para esto no existió ningún control, ni del explosivo ni de la onda expansiva consecuente.

La cantera se ubicaba junto al área afectada por el deslizamiento en dirección sur. Tiene alrededor de 250 a 300n de longitud y una altura de 100m el volumen del material extraído es superior al millón y medio de metros cúbicos, siendo todo este material el que soportaba al material rocoso localizado al norte del cerro.

10-. LA PROBLEMÁTICA

En 1982, en el área se encontraban las instalaciones de las bodegas de plásticos Soria, en el invierno el material experimentó movimiento causando una deformación frontal de la masa que provocó fuerzas de empuje lo suficientes como para deformar el techo de la bodega de materia prima, pero no colapsó debido que estaba cargada a su máxima capacidad.

Luego la construcción de la vía perimetral, conlleva al corte de un tercio inferior del cerro, y en el invierno de ese año se produce el daño del carril derecho de la vía, presentando evidencias de un movimiento rotacional. Aquí la Compañía Agroman como solución para la estabilización construye bermas, sin alcanzar su propósito.

Es en el año 1997 que con las fuertes precipitaciones se producen infiltraciones en la parte superior con afloramientos de líneas de flujos en diferentes puntos de la pendiente.

Las otras líneas de flujo que no afloraban en la pendiente seguían ejerciendo presión en la parte media y al píe del cerro. La línea intermedia de flujo provocó un deslizamiento del material coluvial más superficial, el mismo que cabalga sobre el material coluvial de la base.

El deslizamiento mayor tiene como límite superior la corona de material coluvial que reposa sobre la masa rocosa estratificada y buzando al sur-oeste como límite inferior el corte a pié de colina, como límite sur el tajo de la antigua cantera y como norte un drenaje natural que recoge las aguas de escorrentía superficial y subterráneas aflorantes.

11-. MANEJO DEL PROBLEMA

En la estabilidad de taludes en suelos ha sido una solución efectiva la remoción total de la descarga parcial de la masa comprometida con la inestabilidad. La masa deslizada corresponde a suelo coluvial que reposa sobre las rocas estratificadas permeables (areniscas) e impermeables (lutitas) de la formación cayo. La mas de suelo al pié del talud no es recomendable removerlo, por que produciría liberación de tensiones del talud, aumentando el riesgo potencial del deslizamiento.

Otras opciones, pueden consistir en controlar las infiltraciones de las aguas de escorrentía superficial. Construir en la parte superior de un sistema de drenaje que evite que el agua ingrese en el coluvio con canales revestidos, que además sigan las tasas de drenaje actuales.

12-. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tenemos como principales agentes activadores de los deslizamientos, la presencia de la cantera en el sector por el descontrol de explosiones y sus consecuencias, la construcción de la vía Perimetral y las altas precipitaciones que se presentaron durante el Fenómeno de El Niño que permitió la filtración de gran cantidad de agua que actúa como lubricante en el estrato rocoso facilitando el movimiento.

La elevada saturación del suelo coluvial alteró el ángulo de fricción interna disminuyendo las fuerzas resistentes al movimiento.

Se recomienda el control de las aguas lluvias que caen en las partes altas del cerro, proponiendo la construcción de canales artificiales para el drenaje de aguas.

El mejoramiento de la estabilidad del talud con la construcción de bermas con pendientes de bajo ángulo y drenes verticales al pié del talud.

La construcción de un muro de contención no es la solución al problema, aunque fue planteada hace tres años ya que el fenómeno de reptación es imparable, lo que se pede hacer es controlarlo y no acelerarlo.

Se deben instalar estaciones de monitoreo del talud para vigilar el proceso de la reptación.

Anexo Fotográfico

Deslizamiento Riocentro año 1989

Fracturas de la roca por donde se filtra el agua lluvia

Tipo de material del deslizamiento

Obras geotécnicas construidas al pie del deslizamiento

Construcción del camino de acceso – Chiquilpe

Colocación de pilotes y barreras metálicas

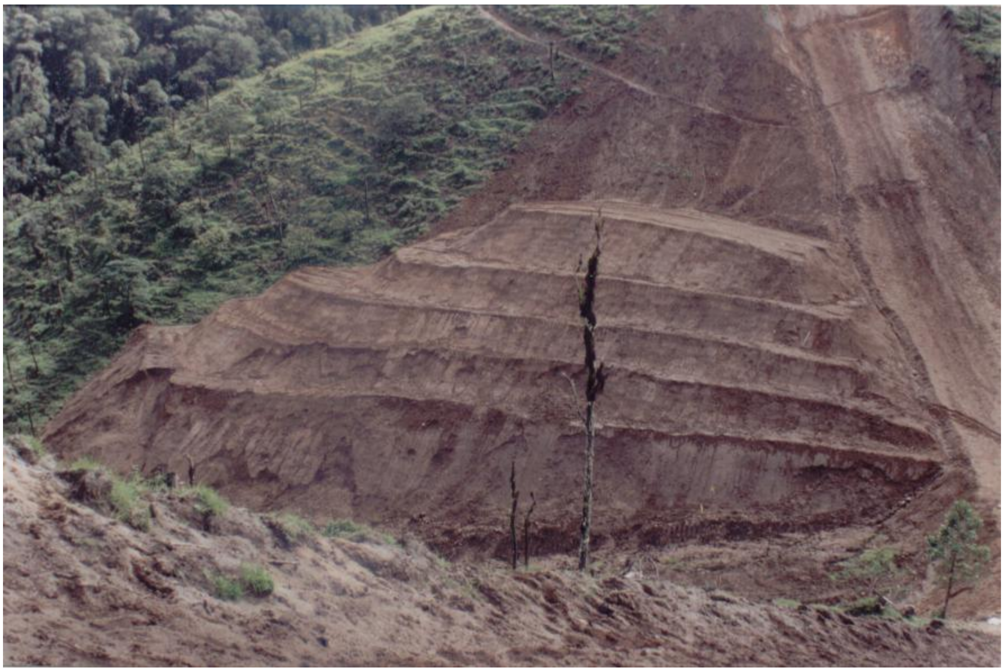
Anclaje y colocación del material de sub-base

Nivelación y acabado del relleno del pavimento

Deslizamiento de suelos en el sector Oriental

Deslizamiento de suelos en el sector de Quijos

Obras de estabilización en los suelos volcánicos



Obras temporales de estabilización de suelos en Chiquilpe

Suelos el flanco occidental de Mindo-Nambillo

Obras geotécnicas para control de erosión en suelos de Esmeraldas

Erosión del perfil litoral en el sector de Esmeraldas y deslizamientos