



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Tesis de Grado previo la obtención del Título de Magíster en :

VIAS TERRESTRES

TEMA:

MODELO DE APLICACIONES TECNOLÓGICAS PARA LA PROTECCIÓN DE TALUDES DESESTABILIZADOS POR EXCESO DE HUMEDAD EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO A FIN DE DISMINUIR LA ACCIDENTALIDAD Y CONGESTIÓN VEHICULAR.

AUTOR: Ing. Marco A Sánchez Villafuerte

DIRECTOR: Ing. Ibán Mariño R.

Ambato – Ecuador

Enero, 2009

DEDICATORIA

A mi Dios Todopoderoso; a mi esposa Lourdes, mis queridas hijas: María Alexandra, Diana Paola y Carolina, que supieron entenderme y apoyaron mi decisión de seguir esta maestría, a mis padres: Marianita y Tomás Livino, a mis hermanos que estuvieron pendientes de este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento profundo a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil, a sus autoridades en la persona del Sr. Ing. Ibán Mariño Coordinador del curso de posgrado de la Maestría en Vías Terrestres y Director de esta Tesis, al Ing. Vinicio Rodas, Secretario de posgrado en la Facultad de Ingeniería Civil, a todo el personal docente, administrativo, que durante el período de esta Maestría colaboraron en su normal desarrollo.

INDICE GENERAL

A.- PAGINAS PRELIMINARES

PORTADA	
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR	
AUTORIA	
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
INDICE GENERAL	III
INDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS	VI
RESUMEN EJECUTIVO	VII

B.- TEXTO

CAPITULO 1 EL PROBLEMA

1.1 Tema	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.2.1 Contextualización	2
1.2.2 Análisis Crítico	3
1.2.3 Prognosis	4
1.2.4 Formulación del Problema	4
1.2.5 Preguntas Directrices	4
1.2.6 Delimitación del Objeto de la Investigación	4
1.3 Justificación	5
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos Específicos	6

CAPITULO 2 : MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes investigativos	8
2.2 Fundamentación Teórica	9
2.2.1 Taludes	9
2.2.2 Tipología y Desarrollo de los Movimientos en los Suelos	11
2.2.2.1 Nomenclatura de los procesos en movimiento	12
2.2.2.2 Influencia del tipo de material	17
2.2.3 Tipos de Movimientos	17
2.2.4 Factores Condicionantes y Desencadenantes	19
2.2.4.1 Factores Naturales	19
2.2.4.1.1 El Agua	20
2.2.4.1.2 Sismicidad y Volcanismo	20
2.2.4.1.3 Actividad Biológica	20
2.2.4.2 Actividad Humana	21
2.2.4.2.1 Excavaciones	21
2.2.4.2.2 Sobrecargas	21
2.2.5 Reconocimientos Generales	21
2.2.6 Investigaciones de Detalle	22

2.2.7	Análisis de Estabilidad de Taludes	25
2.2.7.1	Equilibrio Límite y Factor de Seguridad	26
2.2.7.2	Métodos de Análisis	27
2.2.8	Prevención, Estabilización y Diseño	27
2.2.9	Prevención de Riesgos	29
2.3	Fundamentación Legal	30
2.4	Categorías Fundamentales	30
2.5	Hipótesis	31
2.6	Señalamiento de Variables	31
CAPITULO 3 : METODOLOGÍA		32
3.1	Modalidad Básica de la Investigación	33
3.2	Nivel o Tipo de la Investigación	33
3.3	Población y Muestra	33
3.4	Operacionalización de Variables	34
3.5	Plan de Recolección de Información	35
3.6	Plan de Procesamiento de la Información	36
CAPITULO 4: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		37
4.1	Análisis de los Taludes Desestabilizados	38
4.2	Análisis de Resultados de Investigaciones Geotécnicas Realizadas	41
4.2.1	Características del Sector	41
4.2.2	Estudios Realizados	42
4.2.2.1	Geología	42
4.2.2.1.1	Litología	42
4.2.2.1.2	Geología estructural	43
4.2.2.1.3	Tectónica	43
4.2.2.2	Sondeos y Excavaciones	44
4.2.2.3	Ensayos de Laboratorio	45
4.2.3	Característica Geotécnica del Talud	46
4.2.4	Estabilidad global del Talud	46
4.2.5	Tipología de la Inestabilidad	47
4.2.6	Mecanismo de Estabilización	48
4.3	Verificación de Hipótesis	48
CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		49
5.1	Conclusiones	50
5.1.1	Propuesta	53
5.2	Recomendaciones	54
CAPITULO 6: PROPUESTA		55
6.1	Datos Informativos	56
6.2	Antecedentes de la Propuesta	56
6.3	Justificación	63
6.4	Objetivos	64
6.4.1	Objetivo General	64
6.4.2	Objetivos Específicos	64

6.5	Análisis de la Factibilidad	64
6.6	Fundamentación	65
6.6.1	Propuesta	66
6.6.1.1	Modelo de recubrimiento con muros de mampostería de Piedra	67
6.6.1.2	Modelo de revestimiento en base a hormigón lanzado	75
6.6.1.3	Modelo de revestimiento en base a hidrosiembra	89
6.7	Metodología	96
6.7.1	Diagrama de flujo	96
6.8	Administración	97
6.8.1	Recursos Económicos	97
6.8.2	Recursos Humanos y Técnicos	97
6.8.3	Acciones Administrativas	98
6.9	Previsión de la Evaluación	99
C.- MATERIAL DE REFERENCIA		
	BIBLIOGRAFÍA.	101
	ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Criterios selección de factor de seguridad en el diseño de taludes..	29
Tabla 2.	Rubros a realizar (Muros de mampostería de piedra)	72
Tabla 3	Rubros a realizar (Muros de hormigón lanzado).....	78
Tabla 4	Rubros a realizar (hidrosiembra).....	91

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1.1	Nomenclatura de taludes y laderas.....	10
Figura 1.2	Nomenclatura de un deslizamiento.....	12
Figura 1.3	Procesos de deterioro en macizos rocosos.....	14
Figura 1.4	Deslizamientos en suelos blandos.....	18
Figura 1.5	Deslizamiento de traslación en una vía.....	19

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
MAESTRÍA EN VÍAS TERRESTRES

TEMA: MODELO DE APLICACIONES TECNOLÓGICAS PARA LA PROTECCIÓN DE TALUDES DESESTABILIZADOS POR EXCESO DE HUMEDAD EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO A FIN DE DISMINUIR LA ACCIDENTALIDAD Y CONGESTIÓN VEHICULAR

AUTOR: Ing. Marco A. Sánchez Villafuerte

Fecha: Enero - 2009

RESUMEN EJECUTIVO

En las Provincias de la Serranía Ecuatoriana, dada la topografía de tipo montañoso existente, en la construcción de las vías se realizan cortes y rellenos importantes que están expuestos a condiciones de saturación y movimientos tectónicos y sísmicos que influyen directamente en la estabilidad de los taludes.

En el último invierno la saturación de los cuerpos de los taludes y el inadecuado uso del suelo muy cerca de bordes de quebradas y vías provocaron deslaves de consideración en el Distrito Metropolitano de Quito.

El problema planteado en el Capítulo1, se refiere a la accidentalidad y congestiones vehiculares que se originan por la inadecuada protección y revestimiento de los taludes existentes en los barrios y vías del Distrito Metropolitano de Quito, específicamente en la Vía de Los Conquistadores sector de Guápulo y en la Extensión Norte del Corredor Periférico Oriental (Av Simón Bolívar), donde se provocaron deslaves de consideración en la época invernal, El Objetivo General que se plantea en la investigación es el de elaborar un modelo de aplicaciones tecnológicas para el recubrimiento y protección de estos taludes.

Para la ejecución del trabajo, se han utilizado todos los criterios científicos y experimentales expuestos en la bibliografía escrita y de consulta informática existente en diferentes países sobre esta temática y especialmente aquella que trata de caracterizaciones topográficas, geológicas y geotécnicas que se asemejen a las condiciones de nuestro país y específicamente a la ciudad de Quito.

La modalidad básica de la investigación es de campo, gabinete y documental bibliográfica, el nivel alcanzado es del tipo exploratorio, descriptivo y explicativo. La población general de la investigación la componen los taludes afectados en la temporada invernal en el Distrito Metropolitano de Quito, y la muestra son aquellos afectados en la Vía de los Conquistadores y en la Extensión Norte del Corredor Periférico Oriental.

De acuerdo al análisis e interpretación de resultados constante en el Capítulo 4 tanto de las condiciones topográficas, geológicas y de caracterización geotécnica de los suelos constitutivos de los taludes en los lugares investigados, así como del Análisis de Estabilidad se obtienen los siguientes resultados:

- La topografía característica de los taludes en la ciudad de Quito, corresponde a la del tipo montañoso con pendientes transversales muy fuertes.
- Del análisis de estabilidad de taludes de los sitios materia de la investigación no se presentan indicios de movimientos de masa o globales
- De acuerdo a los estudios de suelos analizados los taludes materia de la investigación están constituidos por suelos que tienen una adecuada cohesión y son del tipo limoso denominados en nuestro medio como cangahuas producto de depósitos volcánicos.
- La causa principal de la desestabilización de los taludes materia de la investigación es la saturación de sus coberturas superficiales por las intensas lluvias causadas en los últimos inviernos.

Determinadas las causas principales de las inestabilidades, en el Capítulo 6 se expone la Propuesta donde se recomienda la aplicación de un Modelo de revestimientos para la protección de los taludes desestabilizados en sus coberturas superficiales por exceso de humedad en el Distrito Metropolitano de Quito en base al revestimiento de los cuerpos de estos taludes que puede ser de acuerdo a la topografía de los sitios a intervenir, revestimientos en pórticos de hormigón, hormigón lanzado, recubrimientos en base a hidrosiembra o soluciones mixtas.

CAPITULO 1
EL PROBLEMA

CAPITULO 1

EL PROBLEMA:

1.1 TEMA

Modelo de aplicaciones tecnológicas para la protección de taludes desestabilizados por exceso de humedad en el Distrito Metropolitano de Quito a fin de disminuir la accidentalidad y congestión vehicular.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

El cambio climático que experimenta el planeta en los actuales momentos por la intensidad de las lluvias que provocan la saturación de la superficie terrestre, esta afectando gravemente la estabilidad de los taludes de corte y relleno en las vías y carreteras del mundo y del Ecuador en particular.

Las zonas montañosas son muy susceptibles a sufrir problemas de deslizamientos de tierra debido a que generalmente, se reúnen cuatro de los elementos más importantes para su ocurrencia tales como son la topografía, sismicidad, meteorización y lluvias intensas. Esta situación ha dado lugar al desarrollo de tecnologías para mitigar el problema, las mismas que han sido investigadas en cada zona de la geografía terrestre, de acuerdo a las condiciones geomorfológicas del terreno y de los suelos encontrados.

En los estudios y la construcción de las carreteras del Ecuador, se establecen como Normas de Diseño las que dispone el Ministerio de obras Publicas y el Manual de Construcción de carreteras MOP- 001-F 2002 respectivamente, en los mismos que se dan las directrices para el diseño y construcción de taludes, de acuerdo a la clase de vía y su sección típica así como a los tipos de suelos encontrados en los corredores donde se diseñan y construyen las carreteras ecuatorianas.

La inadecuada construcción, mantenimiento y tratamiento de los taludes en las vías influye negativamente en el desarrollo del país por la falta de carreteras expeditas que permitan la transportación de bienes y personas.

En las Provincias de la Sierra-Centro el problema que se presenta es más crítico, por cuanto su topografía irregular da lugar a que en la construcción de las vías se realicen cortes y rellenos importantes que están expuestos a condiciones de saturación por las aguas lluvias, drenajes inadecuados de las urbanizaciones localizadas a lo largo de los corredores viales, y movimientos sísmicos que influyen directamente en la estabilidad de los taludes.

En el último invierno la saturación de los cuerpos de los taludes y el inadecuado uso del suelo por parte de moradores especialmente de bajos recursos económicos asentados ilegalmente en bordes de quebradas y vías provocaron deslizamientos y deslaves de consideración en el Distrito Metropolitano de Quito, que causaron la pérdida de bienes y servicios e inclusive de vidas humanas.

1.2.2. Análisis Crítico

Uno de los problemas más graves que se presentan en el funcionamiento de los taludes viales es la combinación de factores como los estudios incompletos generalmente por falta de presupuestos, el uso de maquinaria inapropiada en su construcción, pendientes inadecuadas, falta de construcción de drenajes como cunetas de coronación, inadecuado mantenimiento, el mal uso del suelo sobre los taludes con sembríos sin un regadío apropiado o con asientos poblacionales sin adecuados sistemas de eliminación de aguas servidas, a lo que ahora se adiciona el cambio climático, están afectando su estabilidad.

1.2.3. Prognosis

La falta de protección de los taludes, incrementará el índice de accidentalidad y congestión vehicular en el Distrito Metropolitano de Quito y en las carreteras del país.

1.2.4. Formulación del Problema

¿Cuál será el modelo de aplicación tecnológica más adecuado para proteger los taludes saturados de las carreteras de la Sierra-Centro del Ecuador y en particular del Distrito Metropolitano de Quito, para disminuir la accidentalidad y congestión vehicular?

1.2.5. Preguntas Directrices

¿Porqué se producen frecuentes deslizamientos en las vías del Ecuador y en particular en el Distrito Metropolitano de Quito durante las épocas invernales?

¿Existe la identificación adecuada de los problemas de desestabilización de los taludes en el Distrito Metropolitano de Quito para dar una oportuna atención a las emergencias que se producen sobre todo en las épocas invernales?

¿Cuál será la opción mas acertada de protección de los taludes más acertada en los corredores viales del Distrito Metropolitano de Quito para disminuir la accidentalidad y congestión de tráfico?

1.2.6. Delimitación del Objeto de Investigación

El trabajo presente propone un modelo de aplicación tecnológica para la protección de taludes en base a un análisis de los casos presentados en el último invierno producido en el Distrito Metropolitano de Quito, de modo que se puedan implementar intervenciones oportunas que prevengan y mitiguen las desestabilizaciones de los taludes en las próximas estaciones invernales.

El trabajo investigativo se realizó en la Vía de Los Conquistadores, sector de Guápulo y en la Extensión Norte del Corredor Periférico Oriental del Distrito Metropolitano de Quito (Av. Simón Bolívar) en una longitud aproximada de 6,0 Km

La investigación se desarrolló en el período comprendido entre junio y noviembre de 2008.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La importancia de una adecuada tecnología de recubrimiento y protección de taludes afectados por saturación del suelo, disminuirá el problema de accidentalidad y congestiones de tráfico, así como el prematuro deterioro de las vías.

Resulta de interés recopilar las diferentes tecnologías desarrolladas para poderlas implementar en las vías ecuatorianas y especialmente en el Distrito Metropolitano de Quito. En el Ecuador, el problema se produce por las condiciones de tipo climático, por los sistemas constructivos aplicados, por la falta de mantenimiento en etapa de servicio y por el descuido de las instituciones encargadas de su conservación.

Los modelos utilizados son conocidos a nivel mundial, pero su aplicabilidad tiene mucho que ver con las condiciones topográficas, geológicas y geotécnicas del sitio donde se produjo el deslizamiento, siendo la solución específica para cada caso.

La utilidad del trabajo de esta investigación se podrá ver reflejado en la utilización emergente de soluciones en especial para los habitantes que circulan o viven en el área de influencia de los taludes.

El impacto social será la rápida y oportuna atención a la comunidad por parte de las autoridades seccionales, en el caso del Municipio de Quito a través de la Empresa Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EMMOP-Q

La ejecución de la investigación propuesta es factible de ejecutarse en base a las experiencias en la vida profesional y de la revisión de Manuales, Reglamentos Técnicos y Especificaciones vigentes.

Sobre la base de la consulta, análisis e interpretación de investigaciones existentes a nivel internacional y nacional, será factible desarrollar el modelo de aplicaciones

tecnológicas de protección de taludes que se apliquen en los diferentes casos que se presenten.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Elaborar un modelo de aplicaciones tecnológicas para la protección de taludes desestabilizados en sus coberturas superficiales por exceso de humedad en el Distrito Metropolitano de Quito a fin de disminuir la accidentalidad y congestión vehicular.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar los tipos de desestabilizaciones mas comunes que se producen en las vías urbanas del Distrito Metropolitano de Quito.

- Evaluar la dinámica de los taludes.

- Analizar el tipo de suelo en los corredores viales de Quito.

- Elaborar el Modelo para la protección de taludes.

CAPITULO 2
MARCO TEORICO

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Dada la irregular topografía del Distrito Metropolitano de Quito, especialmente de la ciudad de Quito y parroquias aledañas, las vías se han construido a media ladera, por lo que se han producido cortes de magnitud en las mismas, como por ejemplo en la Vía de los Conquistadores, la Av. Velasco Ibarra (Antigua Vía Oriental), el Corredor Periférico Oriental entre otras.

Estos taludes de corte y relleno en la construcción de estas obras civiles, que si bien es cierto se ejecutaron de acuerdo a las Normas de Diseño vigentes en el país, se han deteriorado a través del tiempo por erosiones de carácter eólico o por la saturación de los cuerpos de los taludes en épocas de invierno, factores negativos que se han incrementado por la construcción de viviendas, urbanizaciones y obras civiles muy cerca de quebradas y taludes de las vías del Distrito Metropolitano de Quito.

Los antecedentes descritos han puesto en alerta a las autoridades seccionales, en este caso específico al Municipio de Quito, el mismo que a través de servicios de consultoría ha contratado investigaciones de estudios de estabilidad y protección de taludes entre los que se destacan los más recientes:

- Estudio geotécnico de estabilidad de taludes críticos en la Av Simón Bolívar entre el Intercambiador de la Autopista General Rumiñahui y la Av. Morán Valverde.

En este trabajo se destaca la Estabilización del talud crítico detrás de la Estación de Transferencia ubicada a la altura del Barrio La Forestal, sector Santa Teresita. En este estudio se concluye que la posible causa del deslizamiento se debió a la saturación de la capa superior del cuerpo próximo a la corona del talud donde se

acumulan sobranes de tierra para la construcción de la vía y la explanada de la Estación de Transferencia, provocándose un deslizamiento de tipo rotacional de un volumen importante de tierras que se desplazó a gran velocidad a través de los 200 m de desnivel entre la Av Simón Bolívar y el Barrio Santa Teresita ubicado en la parte baja de la ladera occidental del talud.

Luego de las investigaciones correspondientes, se determinó que el talud inferior presentaba un factor de seguridad mayor a 1,5 por lo que se concluyó que no existen problemas de inestabilidad potencial. Se propuso el diseño de una pantalla de pilotes pre-excavados anclados para la estabilización del talud superior.

- Estudios de Estabilización del talud cercano al puente Machángara en la Nueva Vía Oriental sector de Guápulo, donde se construyeron muros anclados mediante anclajes activos en base a cables que se anclaron a profundidades importantes en el cuerpo del talud.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.2.1 TALUDES.

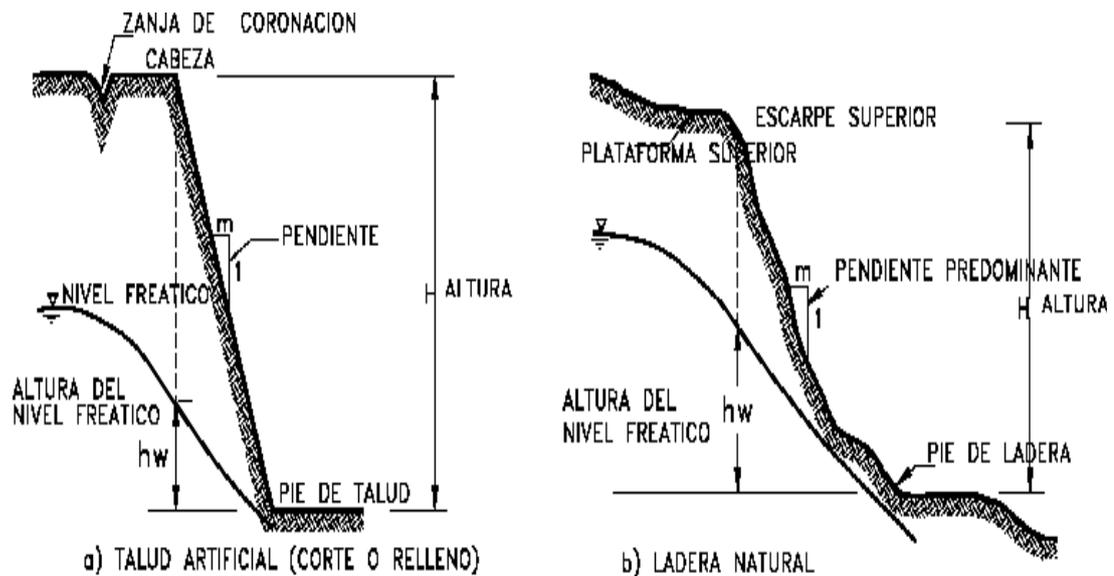
NOMENCLATURA DE UN TALUD O LADERA

Un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente (Figura 1.1)

Las laderas que han permanecido estables por muchos años pueden fallar en forma imprevista debido a cambios topográficos, sismicidad, flujos de agua subterránea, cambios en la resistencia del suelo, meteorización o factores de tipo antrópico o natural que modifiquen su estado natural de estabilidad.

Los taludes se pueden agrupar en tres categorías generales: Los terraplenes, los cortes de laderas naturales y los muros de contención. Además, se pueden presentar combinaciones de los diversos tipos de taludes y laderas.

Figura 1.1 Nomenclatura de taludes y laderas



Fuente: Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales . Jaime Suárez Díaz

En el talud o ladera se definen los siguientes elementos constitutivos:

1. Altura

Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se presenta claramente definida en taludes artificiales pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza no son accidentes topográficos bien marcados.

2. Pie

Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior.

3. Cabeza o escarpe

Se refiere al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior.

4. Altura de nivel freático

Distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua medida debajo de la cabeza.

5. Pendiente

Es la medida de la inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación m/1, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical.

Ejemplo: Pendiente : 45°, 100%, o 1H:1V.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TALUDES.

Los taludes en corte y relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de mantenimiento.

Su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible. El Manual de Diseño del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, recomienda la construcción de taludes de acuerdo a los diferentes tipos de suelos.

2.2.2 TIPOLOGÍA Y DESARROLLO DE LOS MOVIMIENTOS EN LOS SUELOS

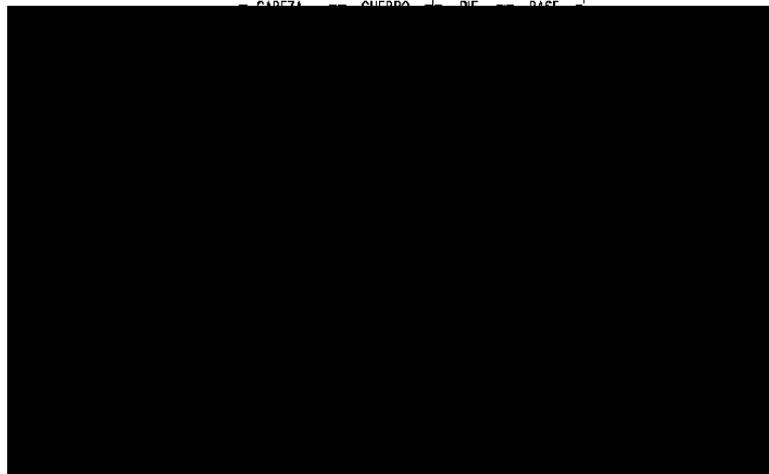
En cualquier parte de la superficie terrestre la gravedad “empuja” continuamente los materiales hacia niveles inferiores.

El término más comúnmente usado para designar los movimientos producidos en los taludes es el de deslizamiento. Dicho término implica movimientos de taludes formados por diferentes clases de materiales roca, suelo, rellenos artificiales o combinaciones de los mismos a través de una superficie de rotura determinada.

2.2.2.1 Nomenclatura de los procesos en movimiento.

Los procesos geotécnicos activos de los taludes y laderas corresponden generalmente, a movimientos hacia abajo y hacia afuera de los materiales que conforman un talud de roca, suelo natural o relleno, o una combinación de ellos. Los movimientos ocurren generalmente, a lo largo de superficies de falla, por caída libre, movimientos de masa, erosión o flujos.

Figura 1.2. Nomenclatura de un deslizamiento.



Fuente: Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales . Jaime Suárez Díaz

En la figura 1.2 se muestra un deslizamiento o movimiento en masa típico, con sus diversas partes.

ETAPAS DE LOS PROCESOS DE FALLA

La clasificación de deslizamientos pretende describir e identificar los cuerpos que están en movimiento relativo. Las clasificaciones existentes son esencialmente geomorfológicas y solamente algunas de ellas introducen consideraciones mecánicas o propiamente geológicas.

Se consideran cuatro etapas diferentes en la clasificación de los movimientos:

- a) Etapa de deterioro o antes de la falla donde el suelo está intacto.

- b) Etapa de falla caracterizada por la formación de una superficie de falla o el movimiento de una masa importante de material.
- c) La etapa post-falla que incluye los movimientos de la masa involucrada en un deslizamiento desde el momento de la falla y hasta el preciso instante en el cual se detiene totalmente.
- d) La etapa de posible reactivación en la cual pueden ocurrir movimientos que pueden considerarse como una nueva falla, e incluye las tres etapas anteriores.

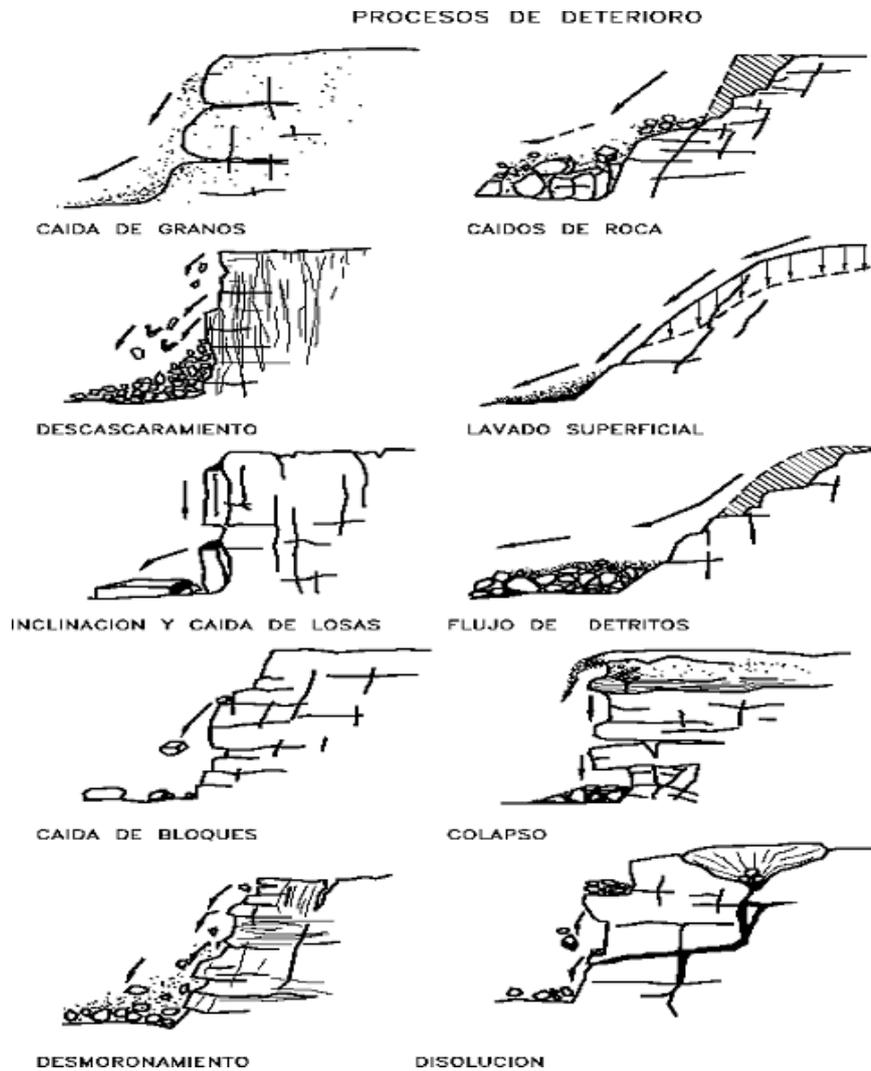
a) Procesos de la etapa de deterioro

El deterioro con el tiempo puede dar lugar a la necesidad de mantenimiento o construcción de obras de estabilización, en etapa de diseño no le damos la adecuada importancia y luego se tendrán que realizar obras costosas de estabilizaciones.

Cuando una ladera se corta para la construcción de una vía o de una obra de infraestructura, ocurre una relajación de los esfuerzos de confinamiento y una exposición al medio ambiente, cambiándose la posición de equilibrio por una de deterioro acelerado. El deterioro comprende la alteración física y química de los materiales y su subsecuente desprendimiento o remoción. Este incluye la alteración mineral, los efectos de relajación y la abrasión. La iniciación y propagación de fracturas es de significancia particular en la destrucción de la superficie que puede conducir a desprendimientos de roca o colapso del talud.

La clasificación de los modos comunes de deterioro fue propuesta por Nicholson y Hencher (1997), en estudios posteriores se amplió con el objeto de incluir la mayoría de los procesos que ocurren previamente a la falla masiva.

Figura 1.3 Procesos de deterioro en macizos rocosos



Fuente: Nicholson y Hencher – 1997

El Proceso de deterioro en macizos rocosos de acuerdo a los autores mencionados sigue la siguiente secuencia:

- Caída de detritos
- Descascaramiento o Exfoliación
- Formación, inclinación y caída de losas de roca
- Caída de bloques
- Desmoronamiento
- Caídos de roca
- Lavado superficial o erosión
- Flujo de detritos

- Colapso
- Disolución
- Expansión y contracción
- Agrietamiento cosísmico
- Agrietamiento por tensión

De los temas enumerados se definen:

- Lavado superficial o erosión

La erosión es el desprendimiento, transporte y depositación de partículas o masas pequeñas de suelo o roca, por acción de las fuerzas generadas por las gotas de lluvia y el movimiento del agua. El flujo puede concentrarse en canales produciendo surcos y cárcavas.

Los procesos de erosión son frecuentes en suelos residuales poco cementados o en suelos aluviales, especialmente, los compuestos por limos y arenas finas, cuando la cobertura vegetal ha sido removida. Se conocen varios tipos de erosión:

a) Erosión Laminar

El proceso de erosión laminar se inicia por el impacto de las gotas de agua lluvia contra la superficie del suelo, complementada por la fuerza de la escorrentía produciendo un lavado de la superficie del terreno como un todo, sin formar canales definidos.

La velocidad de las gotas de lluvia puede alcanzar valores hasta de 10 metros por segundo y su efecto es muy grande sobre las superficies de talud expuestos y sin cobertura vegetal. El proceso es grave cuando la pendiente del talud es pronunciada, como es el caso de los taludes de cortes en obras viales como las que se tratan en estudio presente.

b) Erosión en surcos

Los surcos de erosión se forman por la concentración del flujo del agua en caminos preferenciales, arrastrando las partículas y dejando canales de poca profundidad

generalmente paralelos. El agua de escorrentía fluye sobre la superficie de un talud y a su paso va levantando y arrastrando partículas de suelo, formando surcos.

c) Erosión en Cárcavas

Las cárcavas constituyen el estado más avanzado de erosión y se caracterizan por su profundidad, que facilita el avance lateral y frontal por medio de desprendimientos de masas de material en los taludes de pendiente alta que conforman el perímetro de la cárcava.

d) Erosión interna

El agua al fluir por ductos dentro del suelo produce erosión interna, que da origen a derrumbamientos y colapsos produciendo hundimientos del terreno o formaciones de cárcavas.

e) Erosión por afloramiento de agua

Un caso de erosión puede ocurrir en los sitios de afloramiento de agua, formando pequeñas cavernas y/o taludes negativos, los cuales a su vez pueden producir desprendimientos de masas de suelo.

Es importante para el tema que nos ocupa, lo relacionado con la expansión y contracción de los suelos.

- Expansión y contracción

En los suelos arcillosos se producen cambios de volumen por cambios de humedad asociados con el potencial de succión del material. Estas expansiones y contracciones producen agrietamientos y cambios en la estructura del suelo con pérdida de la resistencia al cortante.

- Agrietamiento debido a sismos

Los eventos sísmicos pueden producir agrietamientos especialmente en los materiales rígidos y frágiles. Los agrietamientos debido a sismos debilitan la masa de talud y generan superficies preferenciales de falla.

- Agrietamiento por tensión

La mayor parte de suelos tienen muy baja o nula resistencia a la tensión y con la aplicación de pequeños esfuerzos especialmente en la cabeza de los taludes y laderas se generan grietas de tensión por las cuales se infiltra el agua que debilitan la estructura de la masa del suelo permitiendo la formación de superficies de falla.

2.2.2.2 Influencia del tipo de material.

La naturaleza del material tiene una estrecha relación con el tipo de inestabilidad que puede producirse, condicionando y pudiendo estimarse de antemano la susceptibilidad de cada material, a que se desarrolle un movimiento determinado. Los terrenos en los que se producen los movimientos se pueden dividir en tres grupos: macizos rocosos, suelos y materiales de relleno.

Los tipos de rotura que se producen en los medios rocosos siguen superficies preexistentes.

El comportamiento de las masas de suelo se asemeja al de un medio continuo y homogéneo. Las superficies de rotura se desarrollan en su interior sin seguir una dirección preexistente.

2.2.3 TIPOS DE MOVIMIENTOS.

La inestabilidad de taludes se puede clasificar en base a distintos criterios.

Los tipos de movimientos principales son:

- Desprendimientos
- Vuelcos
- Reptación
- Deslizamientos: 1) Rotacionales y 2) Traduccionales
- Flujos

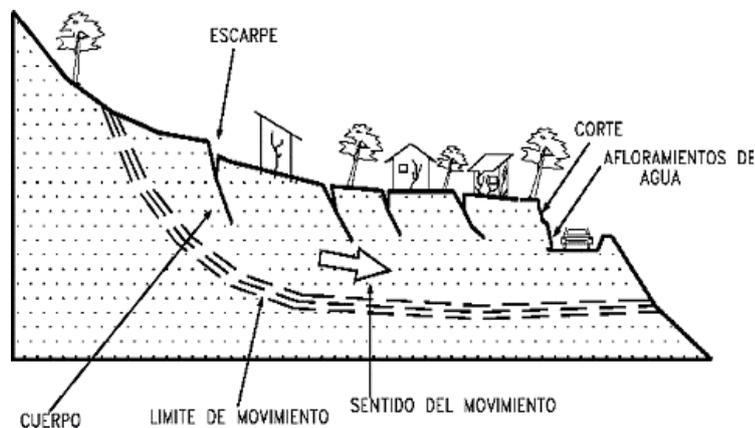
Los movimientos tienden a comportarse como de caída libre cuando la pendiente superficial es de más de 75 grados. En taludes de ángulo menor generalmente, los materiales rebotan y en los taludes de menos de 45 grados los materiales tienden a rodar.

- Deslizamientos.

Son movimientos que se producen al superarse la resistencia al corte del material y tienen lugar a lo largo de una o varias superficies o a través de una franja relativamente estrecha del material. (Figura 1.3) Generalmente las superficies de deslizamiento son visibles o pueden deducirse en forma razonable. El movimiento puede ser progresivo, o sea, que no se inicia simultáneamente a lo largo de toda, la que sería, la superficie de falla.

Los deslizamientos pueden obedecer a procesos naturales o a desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos, deforestación, etc.

Figura 1.4 Deslizamientos en suelos blandos.



Fuente: Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales: (Jaime Suárez Díaz)

1) Deslizamientos Rotacionales.

Tienen lugar a lo largo de una superficie de deslizamiento interna, de forma aproximadamente circular o cóncava. El movimiento tiene una naturaleza más o menos rotacional alrededor de un eje dispuesto en forma paralela al talud.

2) Deslizamientos Traslacionales.

En el deslizamiento de traslación el movimiento de la masa se desplaza hacia fuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo (Figura 1.14). La diferencia importante entre los movimientos de rotación y traslación está principalmente, en la aplicabilidad o no de los diversos sistemas de estabilización.

Sin embargo, un movimiento de rotación trata de autoestabilizarse, mientras uno de traslación puede progresar indefinidamente a lo largo de la ladera hacia abajo.

Figura 1.5 Deslizamiento de traslación en una vía



Fuente: Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Jaime Suárez Díaz

2.2.4 FACTORES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES.-

En el análisis de los movimientos es importante reconocer que factores condicionan la estabilidad de los taludes y aquellos que actúan como desencadenantes.

A continuación se describen algunos de los factores más importantes que influyen en la estabilidad de los taludes.

2.2.4.1 Factores Naturales.

Se trata de agentes que integran la meteorización, siendo los agentes erosivos los que tienen una mayor incidencia como factores desencadenantes, así como los fenómenos de carácter tectónico que influyen en la corteza terrestre.

2.2.4.1.1 El Agua.

Constituye el agente natural de mayor incidencia como factor condicionante y desencadenante en la aparición de inestabilidades.

a) Aguas Subterráneas.

Se consideran como tales, las corrientes y niveles subterráneos y el agua distribuida en el interior de la red de fracturación de un macizo rocoso o de forma intersticial en los suelos, que condicionan la estabilidad de los mismos. La absorción del agua de infiltración produce una continua expansión y contracción de los suelos, en períodos alternantes de lluvia y sequía, que varia las características resistentes de los mismos.

b) Lluvia.

Constituye un factor desencadenante de inestabilidades, contribuyendo a aumentar la acción de diversos factores condicionantes: meteorización, acción de las aguas subterráneas, etc. Cuando el régimen de lluvias es torrencial, el agua caída se canaliza en zonas deprimidas causando acciones similares a las corrientes de agua.

2.2.4.1.2 Sismicidad y Volcanismo.

Son los factores desencadenantes de grandes deslizamientos que pueden ocasionar daños graves. Cuando ocurre un sismo se generan una serie de vibraciones, que se propagan como ondas de diferente frecuencia, la aceleración, vertical y horizontal asociada a esas ondas, origina la fluctuación del estado de esfuerzos en el interior del terreno afectando al equilibrio de los taludes.

2.2.4.1.3 Actividad Biológica.

Tiene especial interés las acciones que ejerce la vegetación en sus aspectos positivos y negativos. La cubierta vegetal, a través de sus raíces ayuda a mantener la estabilidad de los taludes debido a que sirve de unión entre los componentes del suelo. También la vegetación contribuye al drenaje, absorbiendo parte del agua contenida en el terreno y atenúa la degradación superficial del mismo.

En su aspecto negativo, existen raíces capaces de disgregar el terreno u desplazar bloques de magnitud considerable, debido a sus efectos mecánicos en grietas y fisuras, actuando como cuñas.

2.2.4.2 Actividad Humana.

Dos de las actividades más importantes son la Minería y las Obras Civiles, la actividad humana que se deriva, constituye una de las causas con mayor incidencia en los movimientos de los taludes.

2.2.4.2.1 Excavaciones.

Constituyen uno de los factores desencadenantes mas extendidos debido a la necesidad de las mismas en las obras civiles como vialidad, túneles. Producen una variación del estado de equilibrio del terreno, que se traducen en planos de potenciales deslizamientos, desequilibrio de masas, etc

2.2.4.2.2 Sobrecargas.

Es el resultado del incremento de peso debido a diversos tipos de construcciones sobre el terreno natural. También puede producirse por el peso del agua infiltrada en el terreno, como consecuencia de fugas en conducciones de alcantarillado, canales, etc

2.2.5 RECONOCIMIENTOS GENERALES LOCALIZACIÓN DE ZONAS INESTABLES.

La investigación de una ladera, talud o deslizamiento consiste en obtener toda la información sobre las características topográficas, geológicas, geotécnicas y ambientales que permitan realizar un diagnóstico de los problemas de la manera mas exacta posible y proponer un diseño efectivo de solución.

Para la investigación propuesta, es necesario conocer cuáles son los parámetros básicos que afectan la estabilidad.

Entre las técnicas de investigación tenemos: mapas topográficos y geológicos, fotografías aéreas

Reconocimientos Previos de Campo.

Los reconocimientos de campo tienen como finalidad la identificación del tipo y causa del movimiento. Algunos de los rasgos característicos que pueden aparecer asociados con movimientos son:

- Rupturas de pendiente con acumulación de material al pie del talud.
- Bloques caídos a pie de acantilados o escarpes.
- Planos inclinados lisos rocosos con aspecto fresco y bloques deslizados.
- Macizos fracturados y meteorizados con bloques o cuñas caídas y deslizadas.
- Presencia de grietas de tracción.
- Hundimientos con grietas de tracción.
- Reptaciones de material blando.
- Señales de avalanchas o flujos.
- Laderas escalonadas y agrietadas y con escarpes.

Aparte de estos rasgos el efecto sobre construcciones o vegetación pueden dar señales que faciliten su identificación, por ejemplo:

- Árboles, arbustos o postes inclinados a favor de la pendiente
- Vegetación con raíces arrancadas y árboles desenterrados y arrastrados.
- Grietas en construcciones o abombamientos en carreteras.

2.2.6 INVESTIGACIONES DE DETALLE.

La investigación detallada se realiza con mayor profundidad para comprender los fenómenos que influyen en la estabilidad de los taludes.

Entre los métodos de investigación de detalle se tienen:

- Calicatas y pozos
- Sondeos mecánicos
- Métodos geofísicos.
- Ensayos en “sitio”

- Sondeos mecánicos

Se realizan mediante sondas y en general se dividen en dos grupos: rotación y percusión de acuerdo al procedimiento utilizado en la perforación. Los sondeos permiten reconocer el terreno a lo largo de su profundidad, con la posibilidad de extracción de muestras que se analizan en los laboratorios para la determinación de su resistencia.

- Ensayos en “sitio”

Tienen como objetivo estimar las características mecánicas o hidrogeológicas del terreno.

Ensayos en suelos.-

Los ensayos realizados sobre muestras inalteradas, constituyen el medio más eficaz para conocer las distintas propiedades de los mismos y evaluar su comportamiento.

Entre los ensayos que se realizan en suelos tenemos:

a) Identificación.

- Granulometría
- Límites de Atterberg: líquido, plástico, retracción
- Contenido en: carbonatos, sulfatos, materia orgánica
- Peso específico de partículas
- Densidades

b) Composición química y mineralógica.

Proporcionan información sobre las características de plasticidad, expansividad, deformabilidad a nivel cuantitativo y cualitativo.

c) Estado natural.

Se refiere a la densidad y humedad que presenta el suelo in situ.

d) Erosionabilidad.

La erosionabilidad es la facilidad con la cual el suelo se puede desprender y transportar por acción del agua. Este factor afecta la estabilidad de un talud, en cuanto produce cambios topográficos desestabilizantes o genera conductos internos de erosión.

e) Expansibilidad.

Cambio potencial de volumen, usados en suelos que tienen alto contenido de arcillas. Los suelos arcillosos al contacto con el agua expanden su volumen produciéndose movimientos de extensión dentro de la masa del suelo. En suelos de origen volcánico se ha detectado que se puede producir pérdida de resistencia al corte por efecto de la expansibilidad.

f) Deformabilidad.

Este ensayo se realiza con ciclos de carga y descarga, se determina un coeficiente de consolidación.

g) Resistencia al cortante.

La resistencia al corte representa la modelación física del fenómeno de deslizamiento. **Los parámetros de ángulo de fricción y cohesión determinan el factor de seguridad al deslizamiento** de una determinada superficie dentro del terreno.

Los ensayos más frecuentes para la determinación de la resistencia al corte son:

- Ensayo de Compresión Simple.
- Ensayo Triaxial, en el que se determina el ángulo de rozamiento interno y la cohesión.
- Ensayo de corte directo.

Para elegir el tipo de ensayo, se debe tener en cuenta el tipo de terreno a investigar y el tipo de problema a resolver, esto es si se trata de :

- análisis de riesgos de inestabilidad en taludes naturales
- proyecto de nuevos taludes
- corrección de inestabilidades ya producidas.

2.2.7 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES.-

La Estabilidad de un talud en ingeniería se define en términos de un factor de seguridad (FS), obtenido de un análisis matemático de estabilidad. El modelo debe tener en cuenta la mayoría de los factores que afectan la estabilidad. Estos factores incluyen geometría del talud, parámetros geológicos, presencia de grietas de tensión, cargas dinámicas por acción de sismos, flujo de agua, propiedades de los suelos, etc.

Condiciones drenadas o no drenadas.

Las fallas de los taludes pueden ocurrir en condiciones drenadas o no drenadas. Si la inestabilidad es causada por cambios en la carga, tal como la remoción de materiales de la parte baja del talud o aumento de las cargas en la parte superior, en suelos de baja permeabilidad, estos pueden no tener tiempo suficiente para drenar durante el tiempo en el cual ocurre el cambio de carga. En ese caso se dice que las condiciones son no drenadas.

Efecto de los ductos de agua en la corona de los taludes sobre el análisis de estabilidad.

Siempre que sea posible es importante ubicar los ductos de agua lejos de la corona de taludes o laderas donde se requiera su estabilidad. La distancia entre la corona de los taludes y la localización de todo tipo de tuberías y servicios debe ser igual a la altura total del talud.

Grietas de tensión en los análisis de estabilidad

La existencia de grietas de tensión aumenta la tendencia de un suelo a fallar, la longitud de la superficie de falla a lo largo de la cual se genera resistencia es reducida y en forma adicional la grieta puede llenarse con agua, en el caso de lluvias.

La profundidad de las grietas de tensión puede determinarse de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Z_c = 2c / \gamma \tan^2(45 + 1/2 \phi)$$

Donde:

Z_c = Profundidad de la grieta de tensión

c = cohesión

γ = Peso unitario del suelo ; ϕ = Ángulo de fricción

2.2.7.1 EQUILIBRIO LIMITE Y FACTOR DE SEGURIDAD

El análisis de los movimientos de los taludes o laderas se ha realizado durante años utilizando las técnicas del equilibrio límite. El sistema de equilibrio límite supone que en el caso de una falla, las fuerzas actuantes y resistentes son iguales a lo largo de la superficie de falla equivalentes a un factor de seguridad de 1.0 El análisis se realiza sobre la totalidad de la superficie de falla o dividiendo la masa deslizada en tajadas o dovelas.

Entre los métodos de análisis de estabilidad de taludes tenemos: Ordinario o de Fellenius, Bishop simplificado, Bambú, Sueco modificado, Lowe y Karafiath, Spencer, Morgensten y Price, Sarma, Elementos finitos, Espiral logarítmica.

El Factor de Seguridad se emplea para conocer cual es el factor de amenaza de que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña.

Fellenius (1927) presentó el factor de seguridad como la relación entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla:

$$F.S. = \text{Resistencia al corte} / \text{Esfuerzo al cortante}$$

En superficies circulares donde existe un centro de giro y momentos resistentes y actuantes:

$$F.S. = \text{Momento resistente} / \text{Momento actuante}$$

2.2.7.2 MÉTODOS DE ANÁLISIS.

Entre los métodos de análisis de estabilidad tenemos:

- Método de tablas o número de estabilidad
- Método del talud infinito
- Método del bloque deslizante
- Método ordinario o de Fellenius
- Método de Bishop
- Método de Jambú
- Métodos numéricos y aplicaciones en computadores.

- Métodos numéricos y aplicaciones del computador

Actualmente se conocen programas comerciales de software para computador, tales como SLOPE/W, STABLE y TALREN, los cuales permiten de una forma rápida y sencilla obtener los factores de seguridad de taludes o laderas con cierto grado de complejidad y por cualesquiera de los métodos de análisis.

2.2.8 PREVENCIÓN, ESTABILIZACIÓN Y DISEÑO.

El objetivo principal de un estudio de estabilidad de taludes o laderas es el de establecer medidas de prevención y control para reducir los niveles de amenaza y riesgo.

Métodos de **prevención** de deslizamientos:

- Disuasión con medidas coercitivas
- Planeación del uso de la tierra
- Códigos técnicos
- Aviso y alarmas

Métodos de **elusión** de deslizamientos:

- Variantes al proyecto
- Modificación de la sub rasante
- Puentes o viaductos sobre os deslizamientos

Métodos de **Control** de masa en movimiento. Se construyen abajo del deslizamiento una vez que se ha iniciado, entre los que se anotan:

- Bermas
- Trincheras
- Estructuras de retención
- Cubiertas de protección

Métodos de estabilización:

- Conformación del talud o ladera: Remoción de materiales en la cabeza del talud, abatimiento de pendiente, terraceo de superficie
- Recubrimiento de la superficie
- Control de agua superficial y subterránea
- Estructuras de contención: Berma de roca en la base del deslizamiento, muros de contención y en tierra armada, pilotes, anclajes y pernos, pantallas ancladas.
- Mejoramiento del suelo

Recubrimiento de la Superficie.-

Mediante el recubrimiento de la superficie, se trata de impedir la infiltración o la ocurrencia de fenómenos superficiales de erosión, o refuerzan el suelo más sub-superficial. El recubrimiento puede consistir en elementos impermeabilizantes como el concreto lanzado o elementos que refuercen la estructura superficial del suelo como la hidrosiembra.

Entre los métodos más usuales para el tratamiento de la superficie de taludes expuestos tenemos:

- recubrimiento propiamente dicho de la superficie
- conformación de la superficie

- sellado de grietas superficiales
- sellado de juntas y discontinuidades
- cobertura vegetal, árboles, arbustos y pastos

Escoger el Factor de Seguridad

Una decisión de mucha importancia es la de escoger el factor de seguridad para las obras de ingeniería a proyectarse, en el caso de taludes se recomiendan los siguientes factores de seguridad mínimos, que constan en la tabla 1

Tabla 1. Criterios para seleccionar un factor de seguridad para diseño de taludes.

Caso	Factor de Seguridad
Si puede ocurrir la pérdida de vidas humanas al fallar el talud	1.7
Si la falla puede producir la pérdida de más del 30% de la inversión de la obra específica o pérdidas consideradas importantes.	1.5
Si se pueden producir pérdidas económicas no muy importantes.	1.3
Si la falla del talud no causa daños.	1.2

Fuente: Deslizamiento y estabilidad de taludes Jaime Suárez Díaz

2.2.9 PREVENCIÓN DE RIESGOS

Los riesgos debidos a deslizamientos de tierra se pueden reducir utilizando cuatro estrategias así (Kockelman 1986):

- a. Restricciones al desarrollo en áreas susceptibles a deslizamientos.
- b. Códigos para excavaciones, explanaciones, paisajismo y construcción.
- c. Medidas físicas tales como drenaje, modificación de la geometría y estructuras para prevenir o controlar los deslizamientos o los fenómenos que los pueden producir.
- d. Desarrollo de sistemas de aviso o alarma.

Para la ejecución de un eficiente programa de reducción de amenaza de deslizamientos, se requiere la participación de profesionales de diferentes disciplinas como geólogos, ingenieros, planificadores, propietarios de la tierra, constructores, organizaciones financieras y de seguros y entidades del Estado. El programa requiere

dos elementos: la Base Técnica y el Estado y Comunidad que haga conciencia del problema.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

En el país el Diseño y Construcción de las obras viales se rigen por las Normas de Diseño y Especificaciones de Construcción del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, entidad rectora del Diseño, Construcción y Mantenimiento de carreteras en el Ecuador que acoge diversos manuales de diseño como:

- NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS
- NORMAS AASHTO
- NORMAS ASTM
- NORMAS ACI
- MANUAL DE ESPECIFICACIONES GENERALES MOP-001-F-2002
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

Desarrollo del País	Nivel de Vida
Diseño Vial	Economía del país
Geotecnia y diseño Estructural	Costo Humano
Protección de taludes desestabilizados	Eliminar accidentalidad

2.5 HIPÓTESIS

El Modelo de aplicaciones Tecnológicas para la protección de taludes que pueden ser desestabilizados por exceso de humedad en el Distrito Metropolitano de Quito será la mejor opción para disminuir la accidentalidad y congestión vehicular?

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

Variable Independiente:

Modelo de aplicaciones tecnológicas para la protección de taludes que pueden ser desestabilizados por exceso de humedad en el Distrito Metropolitano de Quito.

Variables Dependientes:

- Disminución de Accidentalidad

- Disminución de Congestión Vehicular

CAPITULO 3

METODOLOGIA

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

Los tipos de investigación aplicados serán:

- De Campo: Observación de taludes desestabilizados en sus coberturas superficiales por exceso de humedad
- De Gabinete (Oficina): Análisis de datos e investigación
- Documental – Bibliográfica: consultas en bibliotecas convencionales y virtuales, en organismos gubernamentales y seccionales y en Consultoras Especializadas.

3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Los niveles de Investigación en el proyecto serán los siguientes:

- Exploratorio, Descriptivo y Explicativo.

3.3 POBLACION Y MUESTRA

- Población.- Taludes afectados por la temporada invernal del primer semestre del 2008 en la ciudad de Quito.
- Muestra.- Los taludes afectados en la Vía De Los Conquistadores del Barrio de Guápulo y de la Extensión Norte del Corredor Periférico Oriental (Av Simón Bolívar).

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente: Modelo de aplicaciones tecnológicas para la protección de taludes que pueden ser desestabilizados por exceso de humedad en el Distrito Metropolitano de Quito.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIA	INDICADORES	INDICE	HERRAMIENTAS
Modelo de Aplicaciones tecnológicas para la protección de taludes que pueden ser desestabilizados por exceso de humedad en el Distrito Metropolitano de Quito.	Taludes	Morfología	Ha.	Ficha de campo
		Altura	m	Ficha de campo
		Gradientes	Relación m horiz./ m vertical	Lista de chequeo
	Geotecnia	Perforaciones	1 cada/desliz.	Ensayos
		Fricción	Grados	Ensayos
		Peso unitario	t/m ³	Ensayos
		Coef. empuje	ka (adimensional)	Ensayos
	Geología	Geología regional	# fallas macro	Ficha histórica
		Geología local	# fallas localizadas	Ficha histórica
	Drenajes	Cunetas	Long. /Km	Fichas de campo
		Áreas de aporte	Ha.	Ficha de campo
		Permeabilidad del suelo	cm/seg	Ficha de campo
Topografía	Levantamientos	Ha	Ficha de campo	
	Perfiles transversales.	Cada /5m	Lista de chequeo	
	Replanteo	m/talud	Lista de chequeo	

Fuente Autor

Variable Dependiente: Disminución de la Accidentalidad y Congestión Vehicular

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADORES	INDICE	HERRAMIENTAS
Disminución de la Accidentalidad y Congestión Vehicular	Accidentalidad	Accidentes / deslizamiento	# accidentes	Fichas históricas
		Víctimas / accidente	# víctimas	Fichas históricas
	Congestión vehicular	Tráfico		TPDA
Demora en tiempos de viaje		en de	Min / Km	Fichas históricas
Costos de operación vehículos		de	\$ / Km	Fichas históricas

Fuente Autor

3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La información básica para la investigación se realizó por medio de visitas de campo a los sitios afectados en la Vía De Los Conquistadores del sector del Barrio de Guápulo y Extensión Norte del Corredor Periférico Oriental (Av Simón Bolívar) afectados por el invierno del primer semestre del año 2008 en el Distrito Metropolitano de Quito, siguiendo las recomendaciones del Marco Teórico sustento de la presente investigación.

3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para procesar la información se procedió de la siguiente manera:

- Observación y toma de datos del sector del Barrio Guápulo
- Observación y toma de datos de sitios sensibles de la Extensión Norte del Corredor Periférico Oriental (Av. Simón Bolívar)
- Análisis y comprobación en campo y oficina de topografía y parámetros geotécnicos facilitados por la EMMOP-Q en los sitios indicados del Corredor Periférico Oriental.
- Propuesta del Modelo de Aplicaciones Tecnológicas para la protección de taludes motivo de la presente Investigación.

CAPITULO 4

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

CAPITULO 4

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS TALUDES DESESTABILIZADOS.-

De la observación a los taludes y laderas afectados en el último invierno del año 2008 en el Distrito Metropolitano de Quito y específicamente en la Vía De Los Conquistadores (Barrio de Guápulo) y en ciertos sectores del Corredor Periférico Oriental (Av Simón Bolívar), se puede concluir que los mismos se caracterizan por tener una topografía muy abrupta, con pendientes transversales muy fuertes, y geológicamente se clasifican como suelos de origen volcánico compuestos por finos comúnmente conocidos como “cangahuas” y que en la mayoría de los casos están intercalados por capas de arenas finas y lapilli o piedra pómez, básicamente son piroclastos de origen volcánico.

La conclusión descrita se sustenta por varios estudios realizados en la zona de influencia de la investigación. El realizado por ASTEC- F ROMO – LEÓN& GODOY para el Estudio de Alternativas de la Vía de Acceso al Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito, indica en el Anexo 18.1 que los estratos de cangahuas (limos arenosos de plasticidad media a baja) han sido estudiados en Quito en los siguientes proyectos:

“Peligrosidad de Terrenos Inestables en Quito”, CODIGEM-DHA/UNDRO, Quito, 1993.

“Métodos Geológicos y Geotécnicos de Ingeniería en el Registro y Documentación de Deslizamientos en un Área Macrodslizada al NE de Quito”, Universidad de Hannover-EPN, Quito, 1996.

De las publicaciones de investigaciones realizadas en Quito, se ha extractado las siguientes características geotécnicas de las cangahuas:

- Son suelos loésicos por su correspondencia en origen y comportamiento mecánico con los suelos de esa denominación.
- Permeabilidad vertical superior a la horizontal
- Son suelos colapsibles
- Valores físico-mecánicos:

Densidad:	entre 1,25 a 1,70 T/m ³	valor medio 1,40 T/m ³
Cohesión media:	6 a 12 T/m ²	valor medio 10 T/m ²
Ángulo de fricción entre:	21° a 42 °	valor medio 25°

Adicionalmente la investigación realizada por el Departamento de Ingeniería y Ambiental de la Universidad de Los Andes, Bogotá, trata de los suelos producto de erupciones volcánicas desde su Formación, Estratigrafía, Propiedades Físico – Químicas, Propiedades Índices, Propiedades Mecánicas, Resistencia Cortante Drenada, Colapso y sus Aplicaciones en Ingeniería.

Parte importante de las conclusiones de este Documento Técnico es el análisis del “agrietamiento” que sufren las cangahuas debido a los repetidos ciclos de secado y humedecimiento, proceso que en nuestro país y en particular en la zona de estudio se produce muy a menudo. Este proceso es en esencia una de las causas mas importantes del deterioro y consiguiente desestabilización de los taludes constituidos por este tipo de suelos volcánicos.

Durante períodos de escasa precipitación y elevada temperatura, se presenta alta evaporación del agua en los poros del suelo produciendo su desecación, la evaporación produce contracción e incremento de las fuerzas de succión en suelos finos (limos y arcillas), para los estados de saturación completa o parcial, respectivamente. La desecación da como resultado en ocasiones la formación de grietas que pueden ser una consecuencia de los esfuerzos de tensión producidos por la desecación. Grietas en la superficie del suelo conforman zonas susceptibles a

problemas de erosión e inestabilidad, frecuentemente observados en taludes con poca cobertura vegetal, expuestos continuamente a procesos de desecación.

Fotografía No. 1 Talud expuesto a proceso de desecación sector Guápulo



Fuente: Autor:

Por otra parte, durante los períodos húmedos, caracterizados por lluvias permanentes e intensas, el agua infiltrada reduce los efectos capilares y ocasiona cambios volumétricos que pueden llevar al hinchamiento o colapso de la estructura del suelo.

Las grietas preexistentes en el suelo, generadas por desecación, tienden a cerrarse en estos períodos debido al avance del humedecimiento del suelo. Las grietas cerradas conforman zonas débiles, susceptibles de abrirse con gran facilidad en períodos secos.

Fotografía No.2 Talud colapsado en bloques sector Guápulo



Fuente: Autor

4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS REALIZADAS.

4.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR

El área del proyecto se encuentra indicada en el Anexo N° 1. delimitada por las siguientes coordenadas:

Longitud Este: 784325-784450

Latitud Sur: 9984025-9984100

El sector de corte se encuentra en el flanco norte de la quebrada de Zámbriza, cuya pendiente natural es del orden del 47 % (25°); al construirse la vía en corte cerrado, la morfología cambió radicalmente creándose del orden del 200 % que corresponde a

63° de inclinación en una zona compleja por sus características geológicas y materiales constituyentes, que se describen a continuación.

El lugar se encuentra dentro de un clima ecuatorial, meso térmico semi-húmedo, clima más frecuente en la zona andina, con precipitaciones anuales comprendidas entre los 1 000 mm. y los 2 000 mm., con temperaturas medias que se sitúan entre 10 y 20° C y con la humedad relativa entre el 65 % y el 85%.

El área por su topografía, geología, ausencia de vegetación y condiciones ambientales presenta una susceptibilidad al deterioro por reducción de la cohesión, lavado y remoción.

La eliminación de la cobertura vegetal durante la construcción de la carretera, expuso la superficie del talud a los efectos del medio ambiente, provocando su erosión.

4.2.2 ESTUDIOS REALIZADOS:

Con el propósito de analizar el sector y recomendar mecanismos de estabilización y protección se realizaron los siguientes estudios: levantamiento topográfico, estudio geológico, un sondeo mecánico a rotación, toma de muestras alteradas e inalteradas, análisis de los suelos recuperados. Esta información ha sido procesada y analizada para conocer las características de la zona, establecer la tipología de inestabilidad, buscar la causa y plantear el mecanismo de protección y estabilización.

4.2.2.1 GEOLOGÍA:

4.2.2.1.1 Litología

El área del estudio se encuentra dentro de una zona con rocas Vulcano – sedimentarias pleistoceno – holocénicas, en la base constituidas por los piroclastos de la formación Volcánicos del Machángara. Sobre los piroclastos de manera discordante yacen los sedimentos de arenas, tobas aglomeráticas, limos, arcillas y pómez de la formación Chiche. La potencia de estas capas sedimentarias es variable

desde 10 cm. hasta 1m alcanzando la formación el espesor total de unos 18 m.; recubriendo a las anteriores se encuentran las capas de ceniza, lapilli y tobas de la formación Cangagua con espesores del orden de los 20 m, sobre la cual se desarrolla el suelo limo-arenoso de color café claro.

Según las observaciones evidenciadas en sitio, se tiene una erosión en surcos y cárcavas, que en su mayoría se caracteriza por los desprendimientos y transporte, movimiento de los flujos de detritos, de las partículas por la acción constante de las fuerzas de gravedad ayudados por las fuerzas generadas por el viento y movimiento de agua durante las lluvias.

4.4.2.1.2 Geología estructural

Durante el mapeo geológico realizado, se determinó que en el área de afectación las rocas aflorantes se encuentran muy estratificadas y dislocadas por la presencia de fallas locales. En particular en el sector se determinó la estratificación predominante: N 55° E con un ángulo de buzamiento de 25° y la estratificación S 39° E con un ángulo de buzamiento de 20 °. Dentro de la formación Chiche se detectaron una serie de fallas con las siguientes orientaciones:

RUMBO, °	BUZAMIENTO, °
296	80-85 NE
358	85-87 SO
285	38 NE
50	25 NO
335	20 NE

4.4.2.1.3 Tectónica.

En la zona del estudio la sismicidad y el volcanismo juegan un papel muy importante. El volcanismo es latente por la presencia de varios volcanes como el Guagua Pichincha, el Cotopaxi, el Reventador entre los principales. Se presume que el mayor riesgo representa la caída de cenizas.

Desde el punto de vista de la actividad sísmica la zona se encuentra dentro del perímetro con intensidades máximas de VIII según la escala de Mercalli-Modificada, lo que confirma que es una zona sísmica activa. (EPN)

El área del estudio según el Mapa Sismo-Tectónico del Ecuador se encuentra dentro de la zona sísmica denominada Zona de la Depresión Interandina, que se caracteriza por eventos de una apreciable energía con magnitud potencial máxima de 6.4 y fallas activas recientes del tipo distensivo.

Para cálculos de estabilidad de taludes es importante saber los parámetros, que describen los movimientos vibratorios del suelo dados por los valores de aceleración máxima horizontal y vertical. Estos valores según el Código Ecuatoriano de la Construcción para esta zona corresponden a 0,30g para la aceleración horizontal y 0,15 – 0,2g para la vertical.

Los resultados se tienen en el plano geológico, que consta en el Anexo N° 2.

4.2.2.2 SONDEOS Y EXCAVACIONES:

Como parte de los trabajos de campo se realizó un sondeo mecánico a rotación percusión, designado como SPZ (Penetración Estandar Zámbara) de profundidad 30 metros. Durante las labores de perforación, se realizaron ensayos de penetración estándar y se recuperaron las muestras en el tubo partido. No se detectó la presencia del nivel freático.

En forma adicional en varios sitios del talud se tomaron muestras inalteradas en bloque y alteradas, para la determinación de las características físicas y mecánicas de los suelos. La ubicación del sondeo y de las excavaciones, se presentan en el plano topográfico del Anexo N° 3 y los registros del sondeo se presentan en el Anexo N° 4.

Fotografía No. 3 Perforación SPZ en el cuerpo del talud en el camino sobre la Av. Simón Bolívar, sector Zámbriza.



Fuente: EMMOP-Q

Nota: La simbología SPZ, se ha tomado como referencia a Penetración Estandar Zámbriza.

4.2.2.3. ENSAYOS DE LABORATORIO:

Las muestras de suelos recuperados durante las perforaciones y excavaciones, fueron seleccionadas para la ejecución de ensayos de laboratorio que permita su clasificación en el sistema SUCS, y la medición de la resistencia al corte, cuyos resultados constan en el Anexo N° 5.

NORMAS UTILIZADAS

Los trabajos de campo y laboratorio fueron realizados con base a los procedimientos establecidos por la ASTM, mediante la aplicación de las siguientes normas:

Ensayo de penetración estándar	Norma ASTM D 1586-84
Contenido de agua	Norma ASTM D 2216
Granulometría	Norma ASTM C 136 y D 422

Límite líquido y plástico	Norma ASTM D 4318
Corte Directo	Norma ASTM D 3080-72
Triaxial UU.	Norma ASTM D 2850-70

4.2.3 CARACTERÍSTICA GEOTÉCNICA DEL TALUD:

La descripción geotécnica se realiza en base a las observaciones en el sitio, a los resultados del sondeo, a las excavaciones y resultados de los ensayos en las muestras obtenidas.

El talud está conformado por tres capas, una inferior de limo de color blanco y consistencia muy dura a la que denominamos capa I (inferior), una segunda capa intermedia de estratos de arenas fina y pómez, suelta al estar sin confinamiento, denominada capa II (media) y una tercera capa superior de limo plástico y consistencia muy dura, a la que denominamos capa III (superior). De estas capas la inestabilidad debido a erosión se presenta en la capa intermedia, que tiene estratos de arena.

De los datos de los ensayos obtenidos, se les puede asignar los siguientes parámetros geotécnicos:

Capa I (inferior): $\gamma = 1.75 \text{ Ton/ m}^3$. $C = 6.50 \text{ Ton/m}^2$. $\Phi = 40.29^\circ$.

Capa II (intermedia) : $\gamma = 1.60 \text{ Ton/ m}^3$. $C = 0 \text{ Ton/m}^2$. $\Phi = 32^\circ\text{-}37^\circ$.

Capa III (superior): $\gamma = 1.70 \text{ Ton/ m}^3$. $C = 4.00 \text{ Ton/m}^2$. $\Phi = 39.35^\circ$.

4.2.4 ESTABILIDAD GLOBAL DEL TALUD

Los métodos de cálculo para estabilidad establecen un mecanismo cinemático de falla, sacado de la experiencia, en base a lo cual se analizan las fuerzas tendientes a producir el movimiento como fuerzas de gravedad, filtración de agua, cargas adicionales, etc (fuerzas motoras), las cuales se comparan por algún procedimiento con las fuerzas que son capaces de desarrollarse y que tienden a que el movimiento

de falla no se produzca como son la resistencia del terreno, raíces y otras (fuerzas resistentes).

Para el caso presente, se ha realizado el análisis de estabilidad tomándose en consideración el método recomendado para taludes irregulares en suelos no uniformes. Método de la fajas (dovelas), en el cual se analiza la superficie irregular del terreno representada en los perfiles transversales indicados en la topografía del terreno y además el método da la posibilidad de que la superficie de deslizamiento pase a través de varios materiales con diferentes valores de cohesión (c) y de ángulo de fricción interna (ϕ), todos estos parámetros se han sacado de mas investigaciones de campo y laboratorio.

Par el análisis de Estabilidad se utilizó el programa computacional Geo Slope, que requiere de los siguientes datos.

- perfiles transversales del talud en nuestro caso se tomaron los 2 perfiles mas críticos
- Datos de cohesión (c) y de ángulo de fricción (ϕ)
- Cota de ubicación de ubicación del nivel freático en caso de existir
- Valores de sobrecarga se existir

En nuestro caso el chequeo se realiza sin nivel freático y sin sobrecargas adicionales por no existir en el proyecto.

Luego de procesados los resultados, se desprende que el talud no presenta inestabilidad global de movimientos de masa. Los resultados indicados en Anexo 7.

4.2.5 TIPOLOGIA DE LA INESTABILIDAD:

El talud en su totalidad **no presenta indicios de movimiento de masa**, lo que se observa son rasgos agudos de erosión en los sedimentos de la formación Chiche debido a la constitución y características de los materiales, a la fuerte pendiente transversal, a la falta de vegetación y a las lluvias que han incidido en la superficie. Los agentes medio ambientales actuando en estos materiales y en una superficie

inclinada han sido la causa principal para el deterioro del talud, en el cual se observan desprendimientos de la superficie, surcos de erosión, acumulación de materiales sueltos que generan inseguridad y ponen en peligro el sector.

4.2.6 MECANISMO DE ESTABILIZACION:

Se ha identificado en las observaciones de campo a la erosión hídrica y eólica como las causantes de la inestabilidad de las coberturas sub-superficiales de los taludes, lo cual ocurre por las siguientes causas:

- Características erosionables de los materiales.
- Elevada pendiente transversal.
- Falta de vegetación para que refuerce los materiales con sus raíces.
- Acción de las corrientes superficiales que en época de lluvia se desplazan por la superficie y producen surcos y cárcavas.
- Intensidad del viento que impacta en la cara del talud.

El mecanismo a implementar para contrarrestar la erosión consiste en mejorar la cohesión de los materiales y hacerlos menos erosionables, para lo cual deberían ligarse o cementarse; restituir la cobertura vegetal para reforzarlos mediante el crecimiento de las raíces o proteger la superficie del terreno para evitar una acción directa del agua.

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.

En el caso del presente trabajo, la hipótesis planteada de que el Modelo de Aplicaciones Tecnológicas para la Protección de taludes desestabilizados en su cobertura superficial por exceso de lluvias en el Distrito Metropolitano de Quito disminuirá la Accidentalidad y la Congestión Vehicular, es comprobable, ya que los taludes protegidos en las vías materia de estudio en este trabajo evitarán y/o disminuirán las molestias planteadas en las variables dependientes de Accidentalidad y Congestión vehicular.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El problema del presente trabajo queda planteado en su real magnitud a través de los archivos fotográficos presentados tanto del sector de Guápulo así como de la Extensión Norte del Corredor Periférico Oriental (Av. Simón Bolívar) del Distrito Metropolitano de Quito, y que constan como antecedentes de la Propuesta en el Capítulo 6.

De lo observado se puede anotar que en el caso de no existir una intervención oportuna con soluciones y recomendaciones técnicas adecuadas de protección, los taludes desestabilizados en sus coberturas superficiales por acción de las lluvias en el Distrito Metropolitano de Quito, pueden provocar grandes deslizamientos que tendrán un impacto social de gran magnitud como el desalojo total del sector afectado en Guápulo, la pérdida de bienes materiales y de la capacidad de servicio parcial o total de la Vía De Los Conquistadores que es una arteria vial estratégica de alivio en las grandes congestiones vehiculares que se dan en la ciudad.

En el caso de las laderas del sector de Guápulo, las construcciones realizadas en las laderas, sin los permisos y requisitos de normativas para este tipo de proyectos producen cargas inadecuadas y al ser edificaciones clandestinas, en su mayor parte no disponen de instalaciones hidrosanitarias adecuadas sino de rudimentarios retretes y fosas sépticas que provocan la saturación de sus suelos de sustento y que a pesar de tratarse de suelos tipo “cangahuas” materiales geotécnicamente aceptables, producen infiltraciones importantes sobre todo en épocas de invierno que pueden lubricar fisuras pre-existentes en este tipo de suelos y provocar la desestabilización de masas importantes de tierra en bloques que es la forma típica de colapso y deslizamiento de las “cangahuas”

En el caso del Corredor Periférico Oriental (Av. Simón Bolívar) al realizarse la construcción de la vía se produjeron cortes importantes del orden de 30 m de altura como es el caso del sector de Zábiza observado en las exposiciones fotográficas, estos taludes quedaron expuestos a la acción de las lluvias copiosas que se dan en las épocas de invierno en el Distrito Metropolitano de Quito las mismas que se alternan con tramos de día soleados que elevan la temperatura en forma considerable y dan lugar a procesos de humedecimiento y desecación con el consiguiente deterioro de las coberturas superficiales y de los cuerpos de estos taludes. La escorrentía superficial provocada por las lluvias erosionan sus capas superiores primero en forma de láminas y luego en forma de surcos y cárcavas que luego producirán el desmoronamiento en bloques de las cangahuas por cuanto al saturarse aumentan su propio peso y se provocan los deslizamientos al perderse la cohesión del material, pues hay que anotar que la cohesión en un material no es permanente, sino que varía con la humedad. Uno de estos deslizamientos de consideración se produjo en el Corredor Periférico Oriental frente a la Universidad Internacional el 31 de Marzo de 2008, el mismo que bloqueó los seis carriles de la vía provocando una interrupción de tráfico y congestión vehiculares de 10 horas de duración.

De los Estudios de Suelos y Análisis de Estabilidad ejecutados se desprende que no existen movimientos en masa , sino mas bien el deterioro y la inestabilidad en las coberturas superficiales de los taludes, por sus fuertes pendientes transversales, ausencia de vegetación y la acción del agua de las lluvias de las épocas de invierno así como la acción de los vientos sobre las caras expuestas de los taludes.

Por lo expuesto, se propone en el Capítulo 6 de la Propuesta un Modelo de Aplicaciones Tecnológicas para la protección de los taludes desestabilizados por exceso de humedad en sus coberturas superficiales por las intensas lluvias de invierno así como por la acción eólica que provoca la erosión de los mismos en el Distrito Metropolitano de Quito.

El Modelo Propuesto de protección se basa en experiencias personales realizadas por parte del suscrito en proyectos de la EMMOP-Q a través de varios años de haber tratado distintos tipos de inestabilidades en la difícil topografía de la ciudad de Quito,

en los resultados del Estudio de Suelos realizado en la zona de Zámbriza en el que se concluye que estos taludes están conformados por suelos de buenas características geológicas y geotécnicas como son las “cangahuas” que son suelos volcánicos que tienen cohesión y ángulo de fricción interna y en el análisis de Estabilidad realizado y de cuyos resultados se desprende que no se presentan indicios de movimientos en masa como se indica en el Estudio de Estabilidad realizado mediante el programa computacional Geo slope, cuyos resultados se indican en el Anexo 7, sino que mas bien requieren de una adecuada protección mediante recubrimientos y obras complementarias como cunetas de coronación, cunetas viales inferiores que eviten la saturación de sus coberturas superficiales . De no ejecutarse este tipo de obras que tienen a este nivel un costo bajo, se pueden producir mas tarde grandes deslizamientos de las coberturas superficiales de los taludes o su colapso total provocando la acumulación de materiales sueltos en las vías con las consiguientes interrupciones de tránsito y las grandes congestiones vehiculares y cuyas soluciones de estabilización serán muy costosas.

5.1.1 PROPUESTA.

En la investigación se trata de recomendar el Modelo Adecuado de Aplicaciones Tecnológicas que puedan implementarse con seguridad en el Distrito Metropolitano de Quito y en nuestra Serranía Ecuatoriana para la protección de taludes que se identifiquen con claridad que están formados por suelos de tipo volcánico llamados “cangahuas” que tienen un comportamiento geotécnico similar para las condiciones topográficas, meteorológicas y climáticas de nuestro país.

Los principales parámetros de tipo geológico, geotécnico, de topografía, hidrología que se han tomado en cuenta para la elaboración de este trabajo se indican en el siguiente cuadro:

TOPOGRAFÍA:

Tipo de terreno: Montañoso con pendientes transversales fuertes a muy fuertes

GEOLOGÍA:

Geología regional : Presenta grandes fallas geológicas

Geología local: Presenta fallas locales muy cercanas

Tectónica: Con influencia de volcanes muy cercanos

GEOTENCIA:

Suelos: Limo arenosos o arena limosos de tipo volcánico conocidos como “cangahuas”

DRENAJES:

Cunetas: de coronación en los taludes y cunetas viales

Drenaje: hidrosanitario en las urbanizaciones

OCUPACIÓN Y USO DEL SUELO:

Urbanizaciones

Terrenos de cultivos

5.2 RECOMENDACIONES.

La aplicabilidad del trabajo realizado dará resultados positivos, siempre y cuando las autoridades competentes en el Sistema de Gestión Administrativa de la ciudad en las diferentes actividades como vialidad, ocupación y uso del suelo, así como los usuarios que directamente serán beneficiados tengan la actitud y conciencia necesaria para cumplir con las Normas y Reglamentos que rigen la construcción de obras viales, condominios habitacionales, residencias particulares y obras civiles en general.

La implementación constructiva del Modelo recomendado se basa en la identificación geológica geotécnica donde se ejecutarán estas obras de prevención y/o protección de los taludes, pues hay que convenir en que **si el sitio de la intervención es identificado como una zona geológica de alto riesgo**, ninguna obra debe ejecutarse ya que puede acarrear situaciones críticas que pongan en peligro vidas humanas y los recursos económicos invertidos.

En toda obra civil que se construya y mas del tipo que nos ocupa, se necesita un continuo monitoreo y consecuente mantenimiento rutinario y periódico de verificación de condiciones de funcionamiento adecuado de drenajes, cunetas de coronación, cunetas viales, instalaciones hidrosanitarias, ocupación adecuada de uso del suelo, condiciones muy críticas en nuestro tema de análisis.

Leyes y Reglamentos que se implementen, modifiquen o mejoren por parte de las Autoridades en este caso Municipales tienen mucho que ver en el desarrollo equilibrado de las ciudades, así mismo el cumplimiento y respeto por parte de los usuarios tanto de nuestras vías así como de los espacios y terrenos escogidos para el emplazamiento de residencias y urbanizaciones, etc

Los costos que representan este tipo de obras, así como su mantenimiento son pagados en parte en los impuestos de los usuarios que se cobran por mejoras implementadas en los diferentes barrios del Distrito Metropolitano de Quito por parte del Municipio.

CAPITULO 6

PROPUESTA

CAPÍTULO 6

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS.-

La zona de investigación para la consecución del presente trabajo, es el Distrito Metropolitano de Quito, específicamente en la Vía De Los Conquistadores en la zona de la parroquia Urbana de Guápulo, en donde por su particular topografía se presentan algunos casos de inestabilidad de taludes luego del invierno y otros ejemplos típicos que se produjeron en las recientemente construidas extensiones norte y sur del Corredor Periférico Oriental (Av. Simón Bolívar)

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.-

Por la irregular topografía del Distrito Metropolitano de Quito, especialmente de la ciudad de Quito y parroquias aledañas, las vías se han construido a media ladera, por lo que se han producido cortes de magnitud, como por ejemplo en la Vía de los Conquistadores, la Av. Velasco Ibarra (Antigua Vía Oriental), el Corredor Periférico Oriental entre otras.

Las zonas estudiadas, indican la necesidad prioritaria de identificar y definir un modelo de rápida aplicación que ayude en la toma de decisiones emergentes. A continuación se exponen casos puntales que se tomaron en cuenta para el análisis e interpretación de resultados:

Vía de Los Conquistadores, Sector de Guápulo

Fotografía 4.- Viviendas construidas al borde de los taludes producen cargas adicionales.



Fuente: Autor

Fotografía 5. En la zona baja del talud que da a la Vía de Los Conquistadores se puede observar la destrucción de las viviendas. La escorrentía superficial producida por las lluvias, produjo el arrastre de los materiales sueltos producto de las excavaciones para la construcción de las edificaciones hacia la parte baja del talud causando daños a las propiedades existentes.



Fuente: Autor

Fotografía 6. Vivienda ubicada en la calle Rafael León Larrea N24-500. Casa de madera en completo estado de destrucción.



Fuente: Autor

Fotografía 7. Fuertes pendientes en los taludes donde se ubican las viviendas



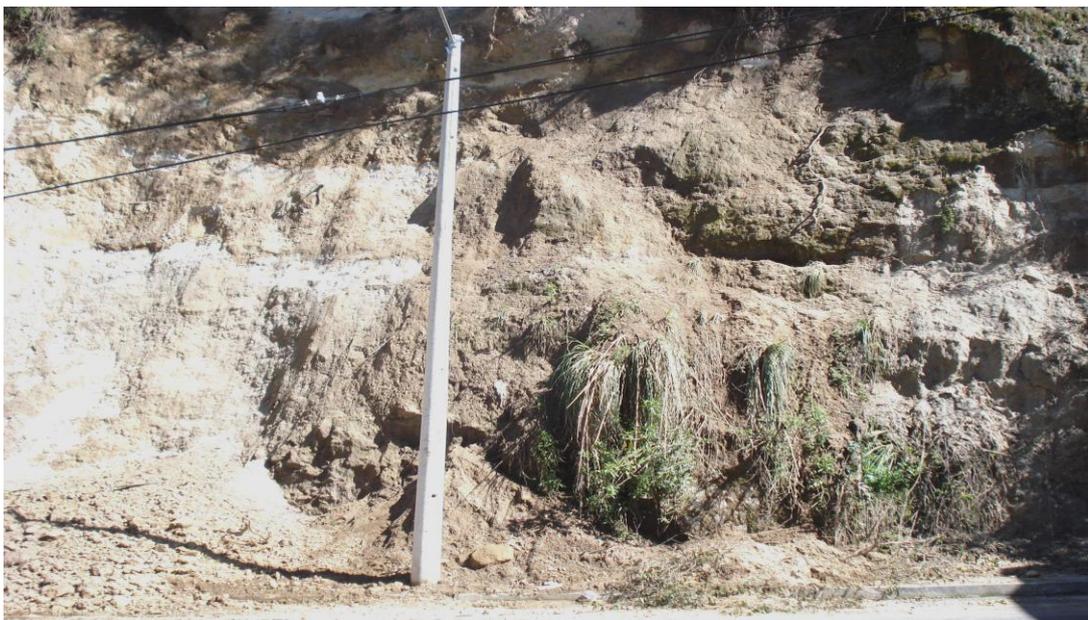
Fuente. Autor

Fotografía 8.- Inadecuado desfogue de las aguas lluvias directamente a los cuerpos del talud.



Fuente. Autor

Fotografía 9.- Pasaje Dávila Cajas (lado oriental Av. González Suárez), talud oriental. Coberturas vegetales deslizadas por la saturación de la capa vegetal



Fuente: Autor

Fotografía 10.- Camino de Orellana (a la altura del pasaje Iberia).
No existe cuneta de coronación en el borde superior del talud y presencia de árboles inadecuados.



Fuente. Autor

Fotografía 11.- Vía De Los Conquistadores, vivienda en riesgo al borde del talud.



Fuente: Autor

Fotografía 12.- Quebrada lado sur oriental de la plazoleta de Guápulo. Existen varias propiedades construidas al borde de la quebrada, con descargas hidrosanitarias hacia los taludes.



Fuente: Autor

Tramo 2 de la Extensión Norte del Corredor Periférico Oriental (Av. Simón Bolívar)

Fotografía 13.- Derrumbe afectando el tramo sur del corredor periférico Oriental sector Universidad Internacional, presencia de humedad y desprendimiento del suelo en bloques.



Fuente: Autor

Fotografía 14.- Talud Oriental Extensión Norte Corredor Periférico Oriental
Se observa el corte cerrado a continuación del puente Zámbriza, sector donde se realizó el Estudio de Suelos.



Fuente: Autor

En la actualidad, las diversas dependencias del Municipio de Quito, así como la Defensa Civil, están interesadas en mitigar los efectos causados por la fuerte temporada invernal que trajo como consecuencia la destrucción de bienes materiales como viviendas, la afectación a las vías de circulación como la Vía de Los Conquistadores y el Corredor Periférico Oriental (Av Simón Bolívar) que son indispensables para la movilidad hacia los grandes sectores de la comunidad y que por los deslizamientos y deslaves provocados por la inestabilidad de sus taludes dieron lugar a grandes congestiones de tráfico, asociadas con accidentes, pérdidas de tiempos de viaje, estrés de los usuarios, gastos de mantenimiento, etc, situación que se agravó por el hundimiento del relleno sobre el embaulamiento del Intercambiador El Trébol que coincidió precisamente en esos días.

6.3 JUSTIFICACIÓN.-

La importancia de una adecuada tecnología de protección de taludes afectados por saturación, disminuirá el problema de accidentalidad, congestión de tráfico y el deterioro de las vías en el Distrito Metropolitano de Quito.

En las zonas estudiadas, se evidencia la necesidad prioritaria de identificar y definir un modelo de rápida aplicación que ayude en la toma de decisiones emergentes. Resulta de interés recopilar las diferentes tecnologías desarrolladas en otros países para implementarlas en las ciudades y vías ecuatorianas.

En el Ecuador los problemas se producen debido a aspectos de tipo climático, a los sistemas constructivos aplicados, al mantenimiento de nuestras vías en etapa de servicio y a la falta de programación y control de las instituciones encargadas de su conservación.

Los modelos utilizados para el efecto que se persigue son conocidos a nivel mundial pero su aplicabilidad tiene mucho que ver con las condiciones topográficas, geológicas y geotécnicas del sitio donde se produjo el deslizamiento, siendo cada solución específica para cada caso.

La utilidad del trabajo de esta investigación se podrá ver reflejado en la utilización emergente de soluciones en especial para los habitantes que circulan o viven alrededor de estos taludes.

La ejecución de la investigación propuesta es factible de ejecutarse en base a las experiencias en la vida profesional y de la revisión de los Manuales, Reglamentos Técnicos y Especificaciones vigentes.

6.4 OBJETIVOS.-

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el Modelo de Aplicaciones Tecnológicas para la protección de los taludes expuestos a saturaciones excesivas en el Distrito Metropolitano de Quito y en el Corredor Periférico Oriental (Av. Simón Bolívar) para disminuir la accidentalidad y congestión vehicular.

6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar los tipos de desestabilizaciones más comunes que se producen en las vías urbanas del Distrito Metropolitano de Quito.
- Evaluar la dinámica de los taludes.
- Analizar el tipo de suelo en los corredores viales de Quito.
- Desarrollar el modelo de protección de taludes que se ajuste a las condiciones topográficas, geológicas y geotécnicas y de uso del suelo en vías del Distrito Metropolitano de Quito, para disminuir la accidentalidad y congestión vehicular.

6.5 ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD.

La aplicación de esta propuesta es demostrable en base a las siguientes consideraciones:

CONSIDERACIONES DE TIPO TÉCNICO.-

- En este aspecto, por las observaciones realizadas y corroboradas en varios sitios puntuales mediante ensayos geotécnicos ejecutados, se concluye que en un alto porcentaje, los suelos que conforman los taludes en el Distrito Metropolitano de Quito, así como la mayoría de sectores de la Sierra Centro del Ecuador tienen una

caracterización geotécnica muy semejante con suelos de origen volcánico llamados “cangahuas”, lo que permite recomendar la aplicabilidad de este Modelo de Protecciones.

- La factibilidad constructiva y de bajo costo en comparación a obras de estabilización caras que habría que ejecutar en caso de producirse desestabilizaciones de gran magnitud.

CONSIDERACIONES DE TIPO EJECUTIVO ADMINISTRATIVO.-

Para la aplicabilidad oportuna del Modelo de esta investigación hace falta una política definida por parte de las autoridades y usuarios involucrados en la normatividad, planificación y control de las ciudades, como las autoridades seccionales, Municipios, etc.

6.6 FUNDAMENTACIÓN.-

En una obra civil en general, los taludes en corte y relleno son parte fundamental de los proyectos mas aún en vías de alto tráfico o zonas de densa población como el caso de la presente investigación, donde su buena apariencia y seguridad son esenciales puesto que cualquier inestabilidad influye directamente sobre los usuarios y afecta en alto grado los costos de mantenimiento en el caso de las vías.

En nuestro país, en especial en la Sierra Ecuatoriana y en forma particular en la ciudad de Quito, dadas las condiciones topográficas existentes que corresponden a terrenos de montaña, el diseño de taludes de bajas pendiente no es una práctica común, mas bien se han realizado cortes de magnitud que encarecen su construcción por las obras adicionales que se requieren como estructuras de contención y prevención importantes y que además afectan física y ambientalmente grandes extensiones de terreno.

Las zonas investigadas, se las puede clasificar como terrenos de tipo montañoso, los perfiles topográficos empleados en la investigación así lo confirman.

Los suelos encontrados son del tipo volcánico geológicamente conocidos como loess o “cangahuas”, proclives a erosionar con facilidad por las intensas precipitaciones que se dan en el Distrito metropolitano de Quito en épocas de invierno y por la acción eólica en épocas secas.

6.6.1 PROPUESTA.-

En la Propuesta de la investigación, mediante una Caracterización Geológica responsable, **se desechan de plano que existan movimientos en masa del suelo** donde se vayan a realizar las intervenciones, en el caso presente comprobada con los resultados del Estudio de Estabilidad constante en el Anexo 3.

Partiendo de estos criterios, la propuesta se basa en las observaciones de campo, los trabajos de topografía que indican perfiles del suelo del tipo montañoso difícil, la comprobación del tipo de materiales mediante estudios geotécnicos del tipo de suelos encontrados, la conclusión final de que éstos corresponden a depósitos de cenizas volcánicas y el Estudio de Estabilidad que da como resultado un factor de seguridad adecuado en el sector analizado.

Bajo estas premisas, los modelos de recubrimientos para la protección de los taludes que se recomiendan son los siguientes:

- 1.- En alturas de hasta 15 m con perfiles $> 45^\circ$ y $< 75^\circ$ de inclinación, recubrimientos en base a pórticos de mampostería de piedra, por las siguientes consideraciones:
 - Se adaptan con facilidad a la conformación del talud
 - Por su facilidad constructiva, se cimentan directamente sobre el suelo de fundación.
 - Por la experiencia obtenida mediante esta técnica en muchos casos en el Distrito Metropolitano de Quito.
 - Por su bajo costo

2.- En alturas mayores a 15 m de difícil morfología, pendientes mayores a 75°, se recomienda revestimientos en base a hormigón lanzado, por las siguientes consideraciones:

- En alturas considerables, ya no es posible utilizar con seguridad andamios y cerchas para la construcción de recubrimientos de mampostería.
- Constructivamente la colocación del hormigón lanzado se realiza desde la parte más alta del talud hacia abajo con la utilización de los implementos necesarios para la seguridad de los trabajadores.
- Las mallas de carero flexible se acodan con mayor facilidad a la forma del talud
- Por la experiencia extraída de trabajos en el Distrito Metropolitano de Quito, donde han trabajado en forma adecuada con la construcción complementaria de drenajes.
- Su costo y tiempo de construcción.

3.- En taludes de inclinaciones menores, es recomendable la utilización de métodos de hidrosiembra, por las siguientes consideraciones:

- Las plantas y recubrimientos vegetales a aplicarse tienen mejor posibilidad de prender en un suelo de pendientes moderadas.
- Los materiales fertilizantes como nutrientes y abonos serán asimilados con mayor facilidad puesto que adicionalmente tendrán mejor retención de humedad.
- Mejoran el entorno y ambientalmente son los más recomendables.

6.6.1.1 MODELO DE RECUBRIMIENTO CON MUROS DE MAMPOSTERÍA DE PIEDRA

Para la aplicación de este modelo de recubrimiento, se recomienda que el talud tenga como máximo un ángulo de inclinación de 75 °

Se propone un entramado de vigas y columnas de una separación de 5 m entre columnas y de 3,50 m entre vigas. Esta distribución puede variar según convenga en sitio de acuerdo al espacio disponible a recubrir y a las dificultades del trabajo.

El recubrimiento propuesto sigue la inclinación del talud, mientras mas se incline el peinado previo que debe darse talud, mayor es el aplastamiento de la estructura aporticada con mampostería de piedra sobre la tierra, lo que favorece su estabilidad.

Este tipo de recubrimiento puede tener una variante adicional si las alturas que se manejan lo ameritan. Esta variante es la colocación de anclajes en cada cruce de vigas columnas, estos anclajes serán de varillas corrugadas de mínimo 20 mm de diámetro, que irán hincadas en el cuerpo del talud, ayudando a la estabilidad global de la estructura del pórtico y por otra parte a absorber empujes localizados de magnitudes pequeñas que se puedan dar ocasionalmente.

Para el diseño de este tipo de estructuras procedemos de la siguiente manera:

Determinación de su geometría:

Para el presente caso se propone el recubrimiento de un tramo de 40 m de longitud de una altura de 10,50 m

El pórtico de hormigón armado esta conformado de vigas de 0,40 m x 0,30 m y columnas de 0,30 mx0,40 m, arriostradas entre sí.

El entramado entre vigas y columnas es de 5 m entre columnas y de 3,50 m entre vigas, esta distribución puede variar según las condiciones del sitio.

Datos del cálculo:

- Coeficiente de rozamiento hormigón-suelo	μ	= 0.306
- Altura del muro h	h	= 10.50 m
- Ancho cooperante	a	= 5.00 m
- Peso unitario del muro	g m	= 2.20 t/m ³
- Espesor del muro	em	= 0.40 m
- Ángulo de fricción interna del suelo	ϕ	= 40°

(tomado del Estudio de suelos, capa I)

- Ángulo de reposo del suelo $\theta = (45 + 40/2)$ $\theta = 65^\circ$

(En el sitio, el ángulo de inclinación del talud es de 63° favorable)

- Esfuerzo admisible del suelo $\sigma_{\text{suelo}} = 25 \text{ t/m}^2$

Diseño:

Peso del vano $W_{\text{vano}} = h \times a \times e_m \times g_m$

$W_{\text{vano}} = 10.50 \text{ m} \times 5.00 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 2.20 \text{ t/m}^2$

$W_{\text{vano}} = 46.20 \text{ t (46200 kg)}$

Fuerza normal.-

$F_n = \sin(\theta \pi/180) W_{\text{vano}}$

$F_n = \sin(63 \pi/180) 46200$

$F_n = 886.565 \text{ kg}$

Fuerza tangencial.-

$F_t = \cos(\theta \pi/180) W_{\text{vano}}$

$F_t = \cos(63 \pi/180) 46200$

$F_t = 46191.50 \text{ kg}$

Fuerza de rozamiento.-

$F_{\text{roz}} = F_t \times \mu$

$F_{\text{roz}} = 46191.50 \times 0.306$

$F_{\text{roz}} = 32056.90 \text{ kg}$

Carga de diseño.-

$P_{\text{diseño}} = F_n - F_{\text{roz}}$

$P_{\text{diseño}} = 46191.50 - 32056.90$

$P_{\text{diseño}} = 32056.90 \text{ kg}$

Dato del Esfuerzo del suelo en el sitio:

$$\sigma \text{ suelo} = 25 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Área de fundación} \quad A = P_{\text{diseño}} / \sigma \text{ suelo}$$

$$A = 32.06 \text{ t} / 25 \text{ t/m}^2$$

$$A = 1.20 \times 1.20 \text{ (m)}$$

$$A = 32.06 \text{ t} / 25 \text{ t/m}^2$$

Se puede considerar que el 40% de la Carga de diseño es absorbida por la cadena en contacto con el suelo y donde se proyecta todo el peso de la mampostería de piedra, mientras el 60% restante toma la cimentación de la columna.

Con estas consideraciones se tiene una zapata de 1,20 m x 1,20 m con un espesor de 0.30 m

Los valores calculados para estas condiciones son mínimos, por lo que se concluye que en términos generales el pequeño empuje que puede provocarse en condiciones normales, se contrarresta con la componente del peso propio del recubrimiento.

En el caso presente se toman en cuenta 2 factores:

- 1.- Reducir parte de la cuña de deslizamiento dejando cierto grado de inclinación al talud
- 2.- Revestido el talud queda protegido de las infiltración de aguas lluvias y con la colocación de drenes se anularía cualquier efecto de saturación interna.

De acuerdo al análisis estructural las armaduras de las vigas y columnas son mínimas, como se puede observar en el Anexo de detalles respectivo. La estructura del pórtico no está libre en el sentido longitudinal, puesto que se apoya sobre el suelo formando un marco rígido, en el sentido transversal la carga de sismo es menor que el peso normal del talud, lo cual hace que la estructura del muro sea estable.

Metodología y Proceso de trabajo.

En primer término, es conveniente realizar una programación de las actividades necesarias para evitar acciones no previstas como desestabilización del talud por presencia de agua, utilización de equipo no adecuado y por otra parte prevenir riesgos de accidentes para los trabajadores, peatones, equipos y otros que se utilicen dentro del proceso constructivo, es necesario también coordinar con las entidades encargadas de la movilidad tanto peatonal como vehicular por eventuales desvíos o suspensiones temporales de tráfico.

Como secuencia de construcción para el revestimiento de taludes mediante pórticos de mampostería de piedra puede recomendarse la siguiente:

1. Limpieza manual del terreno a fin de retirar toda la capa vegetal.
2. Nivelación y desbanque a mano de los materiales inestables.
3. Revisión detallada y readecuación de las instalaciones eléctricas, telefónicas, hidro-sanitarias y otras que se encuentren dentro del área de trabajo.
4. Conformación del talud (peinado) tomando en cuenta su topografía, geometría a adoptarse, y los bordes superior e inferior del proyecto a fin conseguir el mejor paisaje del entorno.
5. Excavación manual para cimentaciones, columnas y vigas, de acuerdo a la geometría y niveles indicados en planos.
6. Armado, encofrado y fundición de cimentaciones, columnas y vigas.
7. Construcción de drenes
8. Colocación de mampostería de piedra y revocado
9. Construcción de remates superiores en los que se incluyen bajantes de agua lluvia para evitar filtraciones en el nivel superior del talud.
10. Construcción de remates inferiores para el drenaje adecuado hacia instalaciones de las entidades encargadas del suministro, distribución y mantenimiento de agua potable y alcantarillado como la EMAAP.
11. Limpieza general y desalojo de escombros, que se debe ejecutar constantemente durante la construcción de la obra.

Listado de rubros a realizar

Tabla 2

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD
1	Limpieza manual del terreno (retiro de la capa vegetal a mano)	m ²
2	Desbanque y nivelación a mano (de materiales inestables)	m ³
3	Conformación del talud-peinado	m ²
4	Desalojo volqueta tierra/escombros 5km	m ³
5	Excavación a mano de estructuras menores	m ³
6	Hormigón simple f'c=180 Kg/cm2 (replantillos)	m ³
7	Encofrado y desencofrado de elementos estructurales	m ²
8	Hormigón simple f'c=210 Kg/cm2 (estructura)	m ³
9	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg
10	Revestimiento de mampostería de piedra (incluye cimientos)	m ²
11	Tubo PVC d=7,5 cm (drenaje en mampostería de piedra)	m
12	Readecuación de instalaciones eléctricas, telefónicas, hidrosanitarias y otras (5%)	global

Fuente. Autor

Especificaciones generales

Los rubros de la Tabla 1 deberán ser ejecutados siguiendo el Manual de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, del Ministerio de Obras Públicas: MOP 001-F-2002

Insertar plano

Insertar plano

6.6.1.2 MODELO DE REVESTIMIENTO EN BASE A HORMIGÓN LANZADO.

- **Hormigón Lanzado en pendientes bajas.-**

Para alturas de taludes > a 20 m, se propone realizar los recubrimientos en base a hormigón lanzado, sobre una malla de acero N° 100 x 100 x 3 mm., flexible que se acomode en lo posible a la configuración natural del terreno y con anclajes de longitudes de 0.50 m a 1.00 m, colocados a 0.90 m. uno de otro, hincados a golpe.-

- **Hormigón Lanzado en pendientes altas.-**

La variante principal en esta modalidad es que adicionalmente al anclaje de la malla, se deben colocar anclajes pasivos que dependiendo del tipo de suelo donde se realice el anclaje pueden tener de entre 2 m en la misma cangahua o de 3 m a 4 m de profundidad en terrenos menos competentes mediante varillas de un diámetro mínimo de 20 mm en los 2 sentidos, el trabajo que realizarán estos anclajes será exclusivamente a cortante, para evitar el deslizamiento de la malla con el hormigón lanzado, no están diseñados para resistir los deslizamientos del suelo. Las perforaciones de los anclajes deben ser inyectadas con una lechada de cemento, en una proporción de cemento - agua entre 1.5 y 2.0 y con un agente expansor que evite la retracción y confine los estratos perforados. El espesor del concreto proyectado será del orden de los 6 cm.

Drenaje

Este tipo de revestimientos no son calculados para resistir presiones que resultan considerables cuando se producen infiltraciones en los cuerpos los taludes, por lo que el drenaje es un tema muy importante a ejecutar.

Se colocarán tubos filtrantes de 7.5 cm. de diámetro de PVC, atravesando la capa de revestimiento y penetrando en el suelo, con un radio de acción de 2.00 metros por tubo.

Cálculo de anclajes

El cálculo de los anclajes como ejemplo demostrativo se analiza para un área cooperante de 5 x 5 m.

Parámetros a considerar:

- Ángulo de fricción interna ϕ arena = 32 °
- Espesor del hormigón lanzado e = 0.06 m
- Ángulo de inclinación talud = 61°
- Peso unitario del concreto $\gamma_c = 2.40 \text{ t/m}^3$

Cálculos :

- Peso concreto incluido la malla Pcon.

$$P_{con.} = 5 \times 5 \times 0.06 \times 2,35 = 3,525 \text{ t}$$

$$P_{con.} = 3.525,00 \text{ Kg.}$$

- Fuerza tangencial de deslizamiento

$$F_t = \cos (\theta \pi/180) P_{con.}$$

$$F_t = \cos (61 \pi/180) 3525,00$$

$$F_t = 3524,4 \text{ kg}$$

- Fuerza normal

$$F_t = \sin (\theta \pi/180) P_{con.}$$

$$F_t = \sin (61 \pi/180) 3525,00$$

$$F_t = 65,50 \text{ kg}$$

Con estos datos se puede modelar un elemento tipo frame en el software de estructuras SAP 2000 por ejemplo, para el caso presente se toma un elemento tipo frame de 3,0 m, que se lo subdivide en 6 miembros de 0,50 m cada uno en hormigón de 7,5 m de diámetro y un tendón de 2 cm de diámetro en acero, se colocan resortes que simulen la capacidad de deformación del suelo, con un coeficiente de balasto de alrededor de 2 kg/cm²/cm correspondiente a una arena semicompacta , (dato del estudio de suelos) . Del extremo inicial, se coloca una carga perpendicular hacia

debajo de 3,524 t que simula el peso total del concreto lanzado sin considerar rozamiento.

Por otro lado tampoco se considera la unión del hormigón proyectado con el suelo que tiene la capacidad de adherirse al talud, en conclusión este anclaje pasivo está dando potencialmente una seguridad adicional.

Con los antecedentes anotados, se obtienen los siguientes resultados:

Corte máximo	= 1.04 t	$V_{\text{calculado}} = 2.562 \times 10^4 \text{ N}$
Momento máximo	= 0.49 t-m	$M_r = 0.25 \text{ t-m}$

En conclusión se determina que el tensor está en capacidad de resistir el 100 % del corte, pero solo el 50% de momento, para lograr aumentar esta capacidad se crea un dado de hormigón en la unión de la malla, el tensor y el hormigón proyectado, que debe ser cuidadosamente construido en obra.

Metodología y proceso de trabajo

Es necesario que se programen las actividades necesarias para evitar acciones no previstas como desestabilización del talud por presencia de agua, utilización de equipo no adecuado, y otros; por otra parte prevenir riesgos de accidentes para los trabajadores, peatones, equipos y otros que se utilicen dentro del proceso constructivo; además se debe coordinar con las respectivas entidades competentes para planificar la circulación por eventuales desvíos o suspensiones temporales de tráfico.

Las principales actividades a ejecutarse son las siguientes:

1. Limpieza manual del terreno a fin de retirar toda la capa vegetal.
2. Nivelación y desbanque a mano de los materiales inestables.
3. Revisión detallada y readecuación de las instalaciones eléctricas, telefónicas, hidro-sanitarias y otras que se encuentren dentro del área de trabajo o que afecten a éste.
4. Conformación del talud (peinado) tomando en cuenta su topografía, geometría a adoptarse, y los bordes superior e inferior del proyecto, tendiente a conseguir el mejor paisaje de entorno.

5. Construcción de anclajes.
6. Construcción de drenes.
7. Colocación de chicotes de sujeción.
8. Colocación de malla electrosoldada.
9. Ejecución de hormigón lanzado.
10. Construcción de remates superiores en los que se incluyen bajantes de agua lluvia para evitar filtraciones en el nivel superior del talud.
11. Construcción de remates inferiores para el drenaje adecuado hacia instalaciones de las entidades encargadas del suministro, distribución y mantenimiento de agua potable y alcantarillado como la EMAAP.
12. Limpieza general y desalojo de escombros. Este trabajo se debe ejecutar constantemente durante la construcción de la obra.

Todas estas actividades (excepto la primera) pueden ejecutarse en forma parcial o total, dependiendo de la programación de obra y los riesgos que estos presentan, de acuerdo a los siguientes rubros:

Detalle de rubros a ejecutarse

Tabla 3

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD
1	Limpieza manual del terreno (retiro de la capa vegetal a mano)	m ²
2	Desbanque y nivelación a mano (de materiales inestables)	m ³
3	Conformación del talud-peinado	m ²
4	Desalojo volqueta tierra/escombros 5km	m ³
5	Movilización y desmovilización de equipos para hormigón lanzado	global
6	Malla electrosoldada 150 x 150 x 3 mm	m ²
7	Chicotes de sujeción d = 10 mm l = 0,6 m	u
8	Anclaje con perforación d = 7,5 cm, L = 2,5 m, varilla d = 20 mm (incluye lechada, placa, andamios y accesorios)	u
9	Tubo perforado de PVC d=50 mm (drenaje en hormigón lanzado incluye geotextil)	m
10	Hormigón lanzado de cemento f'c=210 Kg/cm ² e = 0,06 m inferior)	m ²
11	Readecuación de instalaciones eléctricas, telefónicas, hidrosanitarias y otras (5%)	global

Fuente: Autor

Especificaciones generales

Los rubros 1,2,3,4 de la Tabla 2 deberán ser ejecutados siguiendo el Manual de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, del Ministerio de Obras Públicas: MOP 001-F-2002

Especificaciones especiales

Rubro 8 : Anclaje con perforación $d=7,5\text{cm}$ $l=2,5\text{m}$; varilla $d=20\text{mm}$ (incluye lechada, placa, andamios y accesorios)

Alcance de los trabajos

Esta sección comprende la ejecución de las perforaciones para el anclaje, colocación de acero en barras de 20mm de diámetro, platina metálica de 160 x 160 x 5 mm de espesor, tuercas para sujeción e inyección de lechadas de cemento.

Metodología

A continuación se indica el proceso de ejecución de los anclajes en general, pudiendo el contratista variar la secuencia presentada con la aprobación del fiscalizador.

- **Perforaciones para anclajes**

Se puede utilizar una máquina con perforación horizontal tipo montainers, la misma que realiza una penetración de por lo menos 2.5 m. para cada anclaje, el contratista utilizará todo el equipo adicional como varillaje, brocas, andamios y otros para la buena ejecución de la perforación dentro del costo establecido en el contrato. El diámetro establecido para este trabajo es de 7.5 cm.

Otra alternativa de construcción es la perforación utilizando martillos neumáticos, barrenos y un compresor, como equipo adicional se deben emplear andamios modulares metálicos o grúas telescópicas. En este caso se puede realizar la perforación con un diámetro menor (mínimo 5 cm), garantizando que la inyección de la lechada de cemento cubra toda la varilla de anclaje.

- **Varilla de anclaje**

Se utilizará una varilla roscada en los dos extremos cuya resistencia a la fluencia será de 4200 Kg/cm². En un extremo se colocará una tuerca que servirá para evitar el contacto con la tierra y aumentar la adherencia de la varilla con la lechada. La varilla se introducirá en la perforación para anclajes una vez que esté completamente limpia y con la holgura adecuada. El otro extremo de la varilla, el perno, la placa y la malla deben quedar embebidos dentro del hormigón lanzado, para lo cual se debe tomar las precauciones del caso. Luego se ejecuta la inyección de lechada de cemento y mortero (arena-cemento), utilizando una tubería de PVC de 3/8” , que irá llenándose secuencialmente desde el interior.

- **Varillas de sujeción consta en el rubro Chicotes de Sujeción.**

- **Malla electrosoldada**

Será de 150 x 150 x 3 mm y su resistencia a la fluencia de 4200 Kg/cm² de 2,40 x 6,25 m y se colocará una vez que la lechada de cemento haya adquirido la resistencia especificada de 210 kg/cm² , y habiendo implantado los chicotes de sujeción. La malla deberá estar centrada entre las varillas de anclaje con los respectivos traslapes, de por lo menos 20 cm a cada lado.

La malla se sujetará a las varillas de sujeción mediante la utilización de alambres u otro método aprobado por el fiscalizador y a las varillas de anclaje por medio de tuercas y placa metálica. El costo de la colocación de la malla será cuantificado en el rubro respectivo.

Equipo

El equipo mínimo que se utilizará en ejecución de este rubro será el siguiente:

- Si se emplea máquina perforadora:
 - Máquina perforadora tipo montainer
 - Varillas y brocas de perforación
 - Andamios modulares metálicos

- Si se emplea martillos neumáticos:
 - Compresor
 - Martillo neumático
 - Barrenos
 - Andamios modulares metálicos o grúa telescópica
 - Bomba de inyección de cemento y mortero
 - Llave de torque

Materiales

- Varilla de anclaje

Será de acero en barra corrugado de una resistencia a la fluencia de 4200 Kg/cm² , de un diámetro de 20 mm y de una longitud de por lo menos 2.50 m. Previo a su utilización, se sacará rosca en los dos extremos en una longitud tal que permita se introduzca la tuerca respectiva y que quede afianzada a la varilla.

- Placa metálica

Será de 160 x 160 x 5 mm, de acero ASTM A-36.

Debe estar libre de herrumbres, aceites, pintura y otros materiales que afecten a la unión con el hormigón.

- Tuerca de acero

Será de alta resistencia. De un diámetro interior de 15 mm.

Control de Calidad

El fiscalizador podrá solicitar al contratista, cualquier ensayo de materiales que creyere de mala calidad referente a este rubro, a costo del constructor.

Medición y Forma de Pago

El anclaje con perforación a pagarse, será medido en metros lineales, efectuados correctamente a entera satisfacción del fiscalizador, y siguiendo lo indicado en los respectivos planos y en las especificaciones descritas.

El pago se efectuará de acuerdo a los precios unitarios por metro lineal estipulados en el Contrato. Estos precios incluirán el costo de: perforación, acero en barras, placa metálica, tuerca, inyección de cemento y otros no considerados y que se utilicen para la ejecución de este rubro.

Rubro 7 : Chicotes de sujeción $d = 10\text{mm}$ $lm = 0,6\text{m}$

Alcance de los trabajos

Esta sección comprende el hincamiento de chicotes para la sujeción de la malla electrosoldada, a fin de afianzarla durante el proceso de lanzamiento del hormigón y estará comprendida por varillas de 10 mm de diámetro de una longitud media de 60 cm, separadas, cada 60 cm en los dos sentidos.

Metodología

A continuación se indica el proceso de ejecución de los chicotes de anclaje en general, pudiendo el contratista variarlo de acuerdo a su secuencia presentada y aprobada por el fiscalizador

- **Perforaciones para anclajes**

Se puede utilizar, taladros manuales, a fin de obtener la perforación y facilitar la introducción de la varilla, y para su empotramiento con el talud, se utilizará una lechada de cemento.

- **Hincado de chicotes**

Otro método es el hincado de chicotes en el talud mediante martillos manuales.

La varilla debe tener un doblado tipo L, cortada en forma diagonal para agudizar la punta y a 90° en el otro extremo para facilitar en anclaje a la malla electrosoldada, o cualquier otra forma que el contratista creyere eficiente, la misma que debe ser aprobado por el fiscalizador.

Equipo

El equipo mínimo que se utilizará en ejecución de este rubro será el siguiente:

- Equipo manual
- Andamios

Materiales

- Chicotes de anclaje

Será de acero en barra corrugado de una resistencia a la fluencia de 4200 Kg/cm² , de un diámetro de 10 mm y de una longitud de por lo menos 0.60 m.

Control de Calidad

El fiscalizador podrá solicitar al contratista, cualquier ensayo de materiales que creyere de mala calidad referente a este rubro, a costo del constructor.

Medición y Forma de Pago

Los chicotes de sujeción estarán medidos en kilogramos, efectuados correctamente a entera satisfacción del fiscalizador, y siguiendo lo indicado en los respectivos planos y en las presentes especificaciones.

El pago se efectuará de acuerdo a los precios unitarios por kilogramo estipulados en el Contrato. Estos precios incluirán el costo de: suministro y doblado de acero en barras, perforación o hincamiento de la varilla y amarrado contra la malla electrosoldada

Rubro 9 : Tubo perforado de PVC d = 50 mm (drenaje en hormigón lanzado incluye geotextil)

Este rubro se ejecutará de acuerdo a lo indicado en los planos y a las especificaciones generales MOP 001-F-2002, ampliándose en lo siguiente:

El tubo se perforará mediante una sierra en la parte superior a fin facilitar la entrada de agua, será colocado una parte dentro del hormigón lanzado y la otra dentro del talud. Será recubierto con un geotextil para drenaje para evitar la salida de material

fino, desde el talud. Se sellará provisionalmente el un extremo a fin de evitar la entrada del hormigón lanzado, una vez que el hormigón tenga la resistencia adecuada se dejará que el agua fluya del interior al exterior.

Rubro 10 : Hormigón lanzado $f'c=210$ kg/cm² (e = 0,06 m incluye andamios, equipos y accesorios)

Alcance de los trabajos

Esta sección cubre el suministro y aplicación de hormigón lanzado, de una resistencia del hormigón a la compresión de $f'c=210$ kg/cm², mediante equipo neumático, que incluye andamios, equipos y accesorios.

Metodología

El hormigón estará constituido por una mezcla de cemento Portland, agregado fino (gravilla), agua y aditivos la misma que será lanzada a presión sobre la superficie del talud, en un espesor de 6 cm. Durante el proceso de lanzamiento del hormigón, se debe evitar el escurrimiento, el desprendimiento o el rebote excesivo.

El hormigón lanzado podrá ser aplicado tanto por mezcla en seco como por mezcla en húmedo. El contratista previamente, deberá obtener la aprobación de la Fiscalización del método, del equipo y de la dosificación que se propone utilizar; será ejecutado en el área indicada en los planos, y contendrá los respectivos anclajes, chicotes de sujeción, drenes y malla electrosoldada, que serán detallados y cuantificados en rubros independientes.

Equipo

El equipo mínimo que se utilizará en la elaboración y lanzamiento del hormigón será:

- Concretera o mixer de 4 m³ de capacidad.
- Compresor de 800 pies cúbicos por minuto.
- Bomba de hormigón lanzado de alta producción.
- Andamios metálicos
- Accesorios en general

Materiales

- **Material pétreo.-**

Es muy importante que el material pétreo sea de excelente calidad y su combinación debe ser tal, que de cómo resultado una mezcla homogénea, bien graduada y de alta duración. Los ensayos para la dosificación serán de responsabilidad del constructor y aprobado por la fiscalización. Los agregados serán una combinación de arena natural, polvo de piedra y gravilla, las mismas que deben cumplir con las normas de control de calidad del INEN.

- **Cemento.-**

El cemento a utilizar será Portland tipo I, que satisfaga la norma INEN C.150 o equivalente.

- **Agua.-**

El agua servirá tanto para el lavado de los agregados como para la preparación de las mezclas y curado del hormigón, deberá ser libre de toda sustancia inorgánica que interfiera el proceso normal de hidratación del cemento. No se utilizará agua que contenga sustancias nocivas, aceites, ácidos, sales, álcalis, materia orgánica, etc.

- **Aditivos.-**

Los aditivos a utilizarse servirán como acelerantes del fraguado del hormigón. Su dosificación estará de acuerdo con lo indicado por el fabricante; disolviendo en el agua, o añadiendo a la boquilla del lanzamiento un dispositivo apropiado de dosificación del aditivo, que permita mantener una alimentación uniforme así como el ajuste inmediato de la dosificación, según las necesidades del trabajo.

Cuando el lanzado se efectúe por vía húmeda y si las condiciones del trabajo requieran que se acelere el tiempo inicial de fraguado a 3 minutos, el tiempo final de fraguado a 12 minutos y la resistencia a las 8 horas a 40 kg/cm², la dosificación del aditivo se hará en la boquilla de salida. En este caso, el aditivo se encontrará en suspensión en el aire a presión que se conecta a la boquilla de salida.

Control de Calidad

Los ensayos previos de la dosificación propuesta, por el Contratista deberán realizarse con una anticipación mínima de 7 días a la aplicación del hormigón lanzado. Se obtendrá los testigos necesarios para efectuar ensayos de compresión que determinen la calidad del hormigón lanzado.

Dosificación

La resistencia mínima será de 210 kg/cm² a los 28 días. El contenido de cemento de la mezcla será de por lo menos 350 kg/m³. La relación agua-cemento será entre 0.45 y 0.55.

El mezclado de los materiales se realizará mecánicamente por el tiempo mínimo de 1 y ½ minutos, en forma completa y uniforme y en las cantidades necesarias para mantener un abastecimiento continuo. Cuando se emplee el método de lanzado de mezclas secas, el contenido de humedad de los agregados antes de la revoltura será del 3 al 6%.

Colocación

- Limpieza

Antes de la colocación del hormigón lanzado, las superficies deberán ser cuidadosamente conformadas, se retirará de ellas, todo material suelto, fragmentos extraños y material orgánico. No se colocará el hormigón lanzado sobre superficies secas, estas deberán estar húmedas. Con las mallas de refuerzo, se tendrá los mismos cuidados de limpieza antes indicados.

- Dosificación del agua

Cuando se utilice el proceso de mezcla seca para el hormigón lanzado, la dosificación del agua en la boquilla del equipo de lanzado deberá ser tal, que la mezcla proyectada sea trabajable y produzca el mínimo rebote posible, evitándose posteriores escurrimientos o desprendimientos debidos a exceso de agua.

La presión del agua en la boquilla de salida de las mangueras de lanzado, deberá ser por lo menos 1 kg/cm² mayor que la presión del aire comprimido empleado en el

sistema de lanzado y deberá mantenerse constante, uniforme y adecuada, para garantizar el eficiente mezclado del agua con el cemento y los agregados.

Aplicación del Hormigón Lanzado

El hormigón lanzado se aplicará de modo continuo. La distancia de aplicación dependerá del método a utilizarse pero será alrededor de 0.8 m., perpendicularmente a la superficie. Todo el material de rebote será desechado.

Cuando el colocado se suspenda, se conformará juntas de construcción verticales u horizontales achaflanadas, de por lo menos 30 cm. de ancho, las cuales deberán ser limpiadas, antes de aplicar la nueva capa adyacente. No se permitirá la construcción de juntas cuadradas.

Curado

El hormigón lanzado deberá ser protegido de la pérdida de agua durante el tiempo mínimo de 7 días después de colocado. Si la humedad relativa del aire en la superficie del hormigón lanzado, fuere de 90% durante el tiempo mínimo especificado, no se requerirá de métodos especiales de curado.

Medición y Forma de Pago

El hormigón lanzado a pagarse será medido en metros cuadrados efectivamente colocados siguiendo los detalles de diseño indicados en los planos. El pago se efectuará de acuerdo a los precios unitarios por metro cuadrado estipulados en el Contrato y a entera satisfacción del fiscalizador.

Estos precios incluirán el costo de todos los materiales: cemento, agregados, agua, aditivos, equipos, herramientas y mano de obra, necesarios para realizar la preparación, mezcla y colocación del hormigón, así como también para controlar el agua superficial, el suministro y la aplicación de los compuestos químicos para el curado y la provisión de agua de curado.

Insertar plano 141

Lámina 1/1

6.6.1.3 MODELO DE REVESTIMIENTO EN BASE A HIDROSIEMBRA.-

Hidrosiembra.-

Se considera como una de las herramientas más eficaces para controlar y prevenir la erosión y la sedimentación en terraplenes, cortes de caminos, basurales, botaderos y otras intervenciones que se generan producto de la construcción y desarrollo de diferentes obras civiles. Este sistema consiste en la proyección de una mezcla homogénea de agua, semilla, mulch, adherentes y fertilizante mediante un equipo de alto caudal. Es una técnica de siembra a distancia, ultra rápida que permite proyectar vía aspersión, una solución completa sobre el terreno desnudo, sea este plano o inclinado

Christian Hepner, de la empresa Forestman, explica que la hidrosiembra se puede realizar en una o dos etapas. Si el trabajo se realiza en dos etapas, primero se lanzan las semillas y a continuación se cubre la mezcla con el mulch, que corresponde a cualquier material de origen vegetal que cumpla las funciones de cubrir y proteger. Si se hace en un solo paso, semillas y mulch se lanzan en una sola mezcla.

El mulch puede estar conformado por elementos orgánicos como fibras de celulosa, trigo, restos vegetales o incluso papel y tiene la capacidad de absorber 10 veces su peso en agua. Sus funciones son proteger las semillas del impacto de las gotas de lluvia o del riego, y de la acción de las aves y otros depredadores. Asimismo, reduce la velocidad de evaporación, manteniendo más tiempo la humedad necesaria para la germinación y por su composición aporta materia orgánica, prolongando el período vegetativo y de siembra.

Otros elementos que conforman la preparación son el agua, que actúa como portador y acelerador del proceso de germinación de la semilla; las semillas que pueden utilizarse en la misma proporción que en otros métodos de siembra; fertilizantes, para estimular el crecimiento de las raíces y el adherente, producto soluble y biodegradable que forma una película homogénea, elástica y permeable sobre el terreno y que ayuda a mantener la tierra, las semillas y el mulch previniendo así que la lluvia o la inclinación del terreno los arrastren. Una de las ventajas que aporta la

presencia de adherentes es que inmediatamente después de la siembra puede llover, sin embargo la mezcla permanecerá en el lugar donde fue aplicada, por lo tanto no existe el riesgo de perder toda la inversión. La hidrosiembra puede, naturalmente, ser efectuada en cualquier época siempre y cuando el riego esté asegurado. Esto último implica un gasto que no todos consideran a la hora de elaborar el proyecto y que podría resultar inabordable. Lo mismo ocurre con la mantención de la vegetación instalada. Además, luego de la hidrosiembra, al cabo de un año o dos, será necesario aplicar fertilizante, y tal vez podar o resembrar.

Christian Hepner agrega que la fracción vegetal de la mezcla esta compuesta por semillas de especies herbáceas y leñosas. Las herbáceas se aplican para la estabilidad de corto plazo mientras que las leñosas fijan y anclan el suelo en el mediano y largo plazo.

El proceso de hidrosiembra puede ser complementado con la instalación de biomantas de tipo temporal o permanente, que sirven como retentores de la hidrosiembra. Estas biomantas dan una protección inmediata contra el efecto de agentes erosivos, procesos de desplazamientos en taludes de corte y rellenos, etc

Fotografía 15.- En la foto se aprecia la aplicación de hidrosiembra sobre un talud desde un dispositivo móvil autónomo, el cual transporta los equipos y el personal necesarios.



Fuente: Detalles de Hidrosiembra Sodding S.A

Detalle de rubros

Tabla 4

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD
1	Limpieza manual del terreno (retiro de la capa vegetal a mano)	m ²
2	Desbanque y nivelación a mano (de materiales inestables)	m ³
3	Conformación del talud-peinado	m ²
4	Desalojo volqueta tierra/escombros 5km	m ³
5	Movilización y desmovilización de equipos para hidrosiembra	global
6	Colocación de Geomanta o esterilla	m ²
7	Hidrosiembra	m ²

Fuente: Autor

Los rubros 1 2,3,4 de la Tabla 3 deberán ser ejecutados siguiendo el Manual de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, del Ministerio de Obras Públicas: MOP 001-F-2002

Especificaciones Técnicas Especiales

Rubro 7 : Hidrosiembra

Metodología y proceso de trabajo

Este trabajo consistirá en la proyección de las semillas de plántulas a aplicarse con abonos y fertilizantes, mediante una solución acuosa que se impulsará mediante una bomba montada en un camión o cisterna hacia la pared de los taludes. Este equipo llamado hidrosebradora, debe estar equipado para con la proyección de las semillas mediante bombeo se pueda llegar hasta las alturas deseadas

Previa la ejecución de la hidrosiembra, se requiere realizar :

- Regularización del terreno

La superficie del talud debe quedar lo más regular posible, para que las biomantas puedan adherirse totalmente a la superficie del talud si se determina el uso de las mismas. La regularización puede hacerse manual o mecánicamente, con el objetivo de eliminar surcos erosivos, o el relleno de los espacios vacíos y el anclaje de los sedimentos sueltos. Las concavidades del terreno y las negatividades de los taludes deben retirarse, para evitar la formación de nuevos focos erosivos y desmoronamientos.

- Preparación del suelo

Después de la regularización de la superficie del talud y después de la construcción del sistema de drenaje, se inicia la preparación del suelo, que consiste en efectuar microcuevas, o sea, cuevas pequeñas próximas entre ellas y con profundidad suficiente, de manera que se retengan todos los insumos que van a aplicarse, como fertilizantes, correctivos, mulch, adhesivos y semillas. Estos insumos pueden aplicarse manualmente o por vía acuosa (Hidrosiembra). La cantidad de los insumos que va a aplicarse debe establecerse previamente por el técnico responsable del proyecto.

Materiales

- Agua: actúa como portador y acelera el proceso de germinación de la semilla, la dosis de agua utilizada está entre 2 – 5 litros por m²
- Semillas: puede utilizarse semilla de césped, flores silvestres, forraje
- Mulch: Debe estar compuesto de fibras de celulosa, madera o por la mezcla de los dos, debe ser biodegradable.
- Fertilizantes: Debe utilizarse fertilizantes con alto contenido de fósforo, para estimular el crecimiento de las raíces.
- Deben ser del tipo biodegradable y soluble que formen una película homogénea y permeable sobre el terreno.
- Aditivos: Se deben utilizar bioestimulantes como cal(para regular el PH).

Equipo - hidrosembradora

- Motor de 6 a 12 hp
- Bomba centrífuga
- Estanque móvil de 500 a 1500 lts.
- Agitador hidráulico
- Mangueras reforzadas
- Pitón de salida con válvula de cierre manual con alcance de hasta 30 m.
- Caudal: 100 a 150 lts por minuto.

Control de calidad, referencias normativas, aprobaciones

- Durante la ejecución.

Se tendrá especial cuidado que el talud este en adecuadas condiciones de humedad para que las semillas se impregnen en las paredes de los taludes puesto que la solución acuosa contiene aditivos retenedores y estabilizadores.

- Posterior a la ejecución.

Se colocará la Geomanta tal como se describe en el respectivo rubro, y finalmente se volverá a proyectar las semillas a las paredes del talud, la Geomanta se encargará de retener en su estructura esta solución.

Ejecución y complementación

Es importante que este trabajo se realice en la época invernal de esta forma se ayudará a la germinación de la semilla.

Medición y pago

La medición y pago será por m², en el que estarán incluidos todo el equipo, materiales y mano de obra utilizada.

Rubro 6 : Geomanta o Esterilla

Metodología y proceso de trabajo

Este rubro se realizará inmediatamente luego de la colocación de la Hidrosiembra, para su protección y asentamiento de la vegetación. Consiste en una Esterilla o Geomanta de Fibra de Coco entretejida tridimensionalmente, de duración permanente.

El proceso de colocación de la Geomanta consiste en anclarla en la parte superior del talud construyendo una zanja de 15 cm. de profundidad x 15 cm. de ancho y asegurarla con grapas o clavos de varilla corrugada a 30 cm. una de la otra en el fondo de la zanja, aproximadamente se deja 30 cm. de la manta extendida más allá de la parte del talud arriba de la zanja. Se rellena y se compacta la zanja después de engrapar, se dobla hacia atrás por encima de la manta la parte de 30 cm. que se dejó

y debe ser asegurada con una hilera de grapas o clavos aproximadamente a 30 cm. una de la otra a través del ancho de la manta.

Luego desenrollamos la manta hacia abajo horizontalmente a través del talud, se fija con seguridad las mantas a la superficie del suelo con grapas o clavos de varilla corrugada. Seguidamente grapamos los bordes de mantas paralelas con un traslape de 5 a 12.5 cm. dependiendo del tipo de manta.

Finalmente colocamos las mantas consecutivas empalmadas hacia abajo del talud, extremo sobre extremo con un traslape aproximado de 7.5 cm, se engrapa a través del área traslapada a aproximadamente 30 cm de distancia a todo el ancho de la manta.

Materiales

- Geomanta o Esterilla tres redes estables tipo UV (C350)
- clavos

Equipo

- Andamios
- Cabos
- Arneses
- Herramienta menor.

Control de calidad, referencias normativas, aprobaciones

- Durante la ejecución.

Se tendrá especial cuidado en la colocación de la geomanta en los traslapes y se debe evitar que se desprenda el suelo del talud que ya está con las semillas del kikuyo.

- Posterior a la ejecución.

Se proyectará nuevamente las semillas mediante la hidrosebradora, esperando que este tratamiento permita el asentamiento de la vegetación.

Ejecución y complementación

La colocación de la Geomanta permite formar una cámara donde se retiene la humedad tanto de las aguas lluvias como del ambiente ayudando así a la germinación de las semillas que en su etapa inicial requieren de una adecuada humedad.

Medición y pago

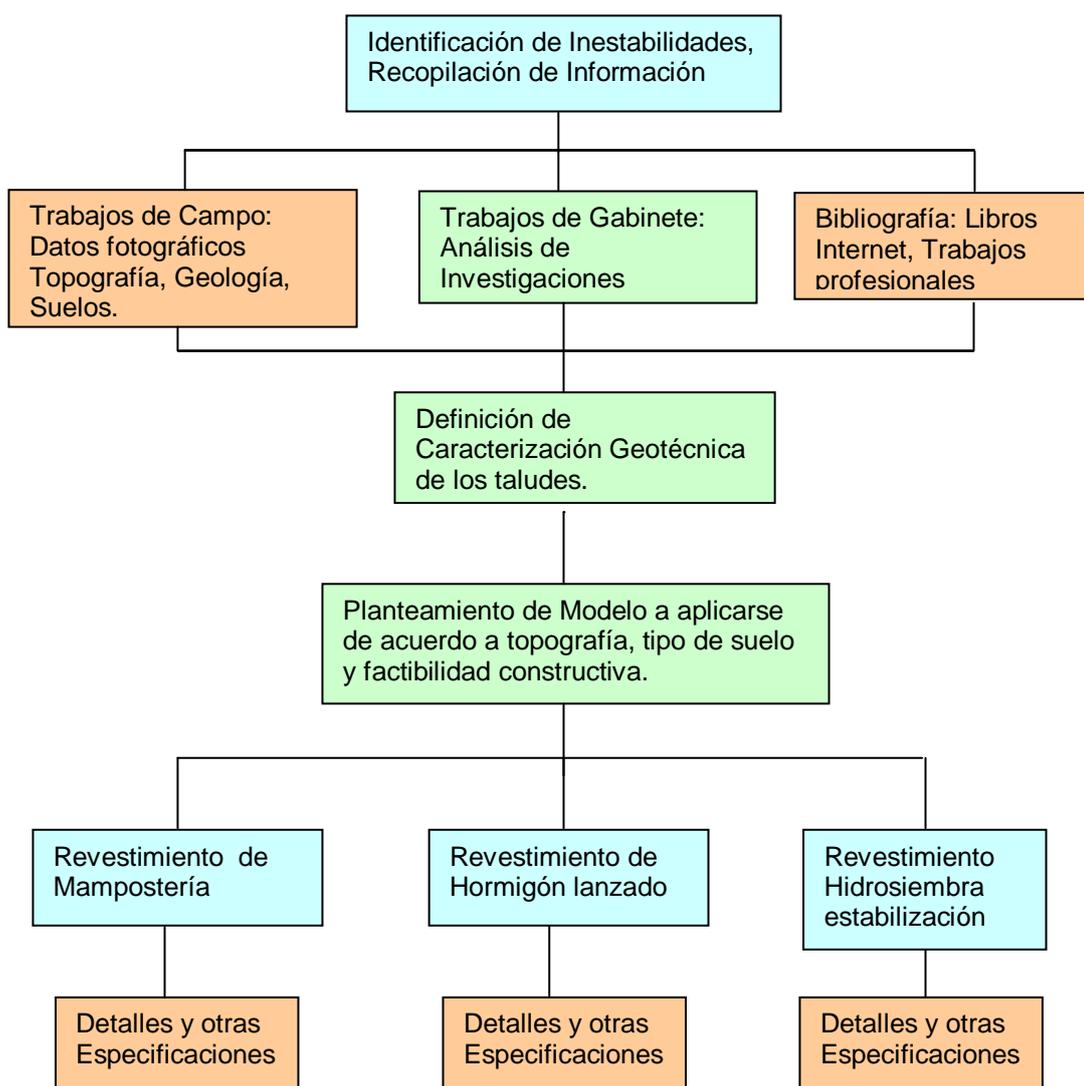
La medición y pago será por m², en el que estarán incluidos todo el equipo, materiales y mano de obra utilizados.

6.7 METODOLOGÍA

6.7.1 DIAGRAMA DE FLUJO.

En el Diagrama de Flujo que se presenta a continuación, se presenta la secuencia seguida para la resolución de la hipótesis:

METODOLOGÍA MODELO OPERATIVO



6.8 ADMINISTRACIÓN.-

Para la administración adecuada de la propuesta de implementación del Modelo de Aplicaciones tecnológicas de los recubrimientos de los taludes en el Distrito Metropolitano de Quito se requieren de recursos económicos, humanos, técnicos y de reglamentaciones por parte de los organismos encargados de la planificación y administración municipales.

6.8.1. RECURSOS ECONÓMICOS.-

Es necesario como se anotó en el párrafo anterior, que los gobiernos seccionales consideren en los presupuestos anuales de ejecución y planificación de obras, una asignación importante para el diseño, construcción, monitoreo y mantenimiento de los taludes en el Distrito Metropolitano de Quito, toda vez que la inestabilidad de los mismos sobre todo durante y luego de las épocas invernales, provocan accidentes de tráfico a veces con lamentables pérdidas de vidas humanas, congestiones vehiculares importantes que provocan altos costos de operación y mantenimiento de vehículos, pérdidas en tiempos de viaje y stress a los usuarios.

6.8.2 RECURSOS HUMANOS Y TÉCNICOS.-

En tratándose de un tema que requiere de conocimientos adecuados para su manejo, es importante que las instituciones seccionales cuenten con un mínimo equipo técnico para la supervisión de este tipo de trabajos ya sea que se desarrollen por Administración Directa o por Contrato.

Un mínimo equipo técnico sería el siguiente:

- Un Ingeniero vial para supervisión y/o ejecución de proyectos viales con un diseño adecuado de taludes en cortes y rellenos viales.

- Un Ingeniero Geotécnico, para la identificación y supervisión de los tipos de suelos constitutivos de los cuerpos de los taludes.

- Un Ingeniero estructural que asesore y resuelva temas de inestabilidades que requieran de diseños de contenciones u otras obras apropiadas para el efecto.
- Un topógrafo con suficiente experiencia para la extracción de datos de campo como perfiles transversales, cotas y abscisas necesarios tanto para el diseño de los proyectos así como para su fiscalización en la construcción de los mismos.
- Como apoyo se requiere mínimo de un chofer para la conducción de vehículos para el desplazamiento de los técnicos y personal de apoyo.
- En cuanto a equipo y materiales, se requiere de equipos de topografía de precisión, equipos de computación, materiales de oficina, de ser necesario equipos de monitoreo especializado para casos identificados y que ameriten su implementación, vehículos.

6.8.3 ACCIONES ADMINISTRATIVAS.-

Para que se lleve una adecuada gestión es indispensable que en los departamentos de Gestión Administrativa en estrecha colaboración con el área Técnica, se establezcan los trabajos específicos que deben realizarse en las diferentes actividades que se requieran desarrollar como son:

- 1.- La construcción de las obras
- 2.- La fiscalización
- 3.- Monitoreo
- 4.- Mantenimiento

Los riesgos debidos a deslizamientos de tierra se pueden reducir utilizando cuatro estrategias así (Kockelman 1986):

- a.- Restricciones al desarrollo en áreas susceptibles a deslizamientos.
- b.- Códigos para excavaciones, explanaciones, paisajismo y construcción.

c.- Medidas físicas tales como drenaje, modificación de la geometría y estructuras para prevenir o controlar los deslizamientos o los fenómenos que los pueden producir.

d.- Desarrollo de sistemas de aviso o alarma.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.-

Para que la propuesta de esta investigación tenga una adecuada aplicación y funcionamiento a través del tiempo e conveniente que exista una evaluación periódica de prevención y monitoreo de las obras construidas en taludes ya intervenidos y por intervenir, esto conllevará a la intervención oportuna de las obras que sean requeridas por la comunidad.

Paralelamente es necesario que las autoridades prevean la revisión y/o modificación de las reglamentaciones municipales en cuanto a usos del suelo, revisión de especificaciones técnicas, aplicación de nuevas metodologías de recubrimientos y estabilizaciones, para lo cual es imprescindible la capacitación permanente de técnicos y personal encargado de las obras.

Los métodos de mitigación o prevención de amenaza pueden reducir en forma importante la ocurrencia de deslizamientos.

La prevención permite el manejo de áreas relativamente grandes, teniendo en cuenta que los procesos naturales pueden ocurrir en diversos sectores dentro de un área de susceptibilidad similar, en forma repetitiva o múltiple. La mejor estrategia para la reducción de amenaza de deslizamiento, generalmente, envuelve una mezcla de varias técnicas o sistemas en donde se requiere la cooperación de geólogos, ingenieros, planeadores, propietarios de la tierra, constructores, organizaciones financieras y de seguros y entidades del Estado.

Para el diseño de un programa adecuado de prevención se requiere, de acuerdo al U.S. Geological Survey (1982), tener en cuenta los siguientes elementos:

- a.- Una base técnica completa de las amenazas y riesgos.
- b.-Un grupo técnico capaz de interpretar y manejar la información existente.
- c.- Entidades del Estado conocedoras y conscientes de los problemas.
- d.- Una comunidad que comprenda el valor y los beneficios de estos programas.

BIBLIOGRAFÍA

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES. (2003). Normas de Diseño Geométrico. Quito, Ecuador.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES. (2002). Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002.

GORDON, Keller. y Sherar, James (2004). Ingeniería de Caminos Rurales. Instituto Mexicano del Transporte IMT. México D.F. México.

GRUPO TÉCNICO – CONVENIO 587 DE 2003 (2003). Manual para la inspección de Obras de Estabilización. Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Transporte, Instituto Nacional de Vías. Bogotá D.C. Colombia.

MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO. DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN. (1998). Plan de Ordenamiento Territorial Quito 2020. Imprenta Nacional. Quito, Ecuador.

Pilot, G. (1970). Estabilidad de Taludes en Carretera. Segunda Edición. Grenole

JIMENEZ SALAS, José y otros (1991). Geotecnia y Cimentaciones, Propiedades del suelo y las rocas. Tomos I y II. Editorial Rueda. Madrid, España.

JUAREZ BADILLO, Eulalio, Rico Rodríguez, Alonso,(1980). Mecánica de Suelos. Edición Tercera, Tomos I y III. Editorial Limusa. México

C.D.M.B. (1995). “Normas técnicas para control de erosión”. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.

SUAREZ DÍAZ, Jaime (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales . Reimpresión abril 2002. Editorial Universidad Industrial de Santander.

INSTITUTO GEOMINERO DE ESPAÑA, Manual de Estabilidad de taludes (1981), Reimpresión (1991), Editorial Gráficas Monterreina.

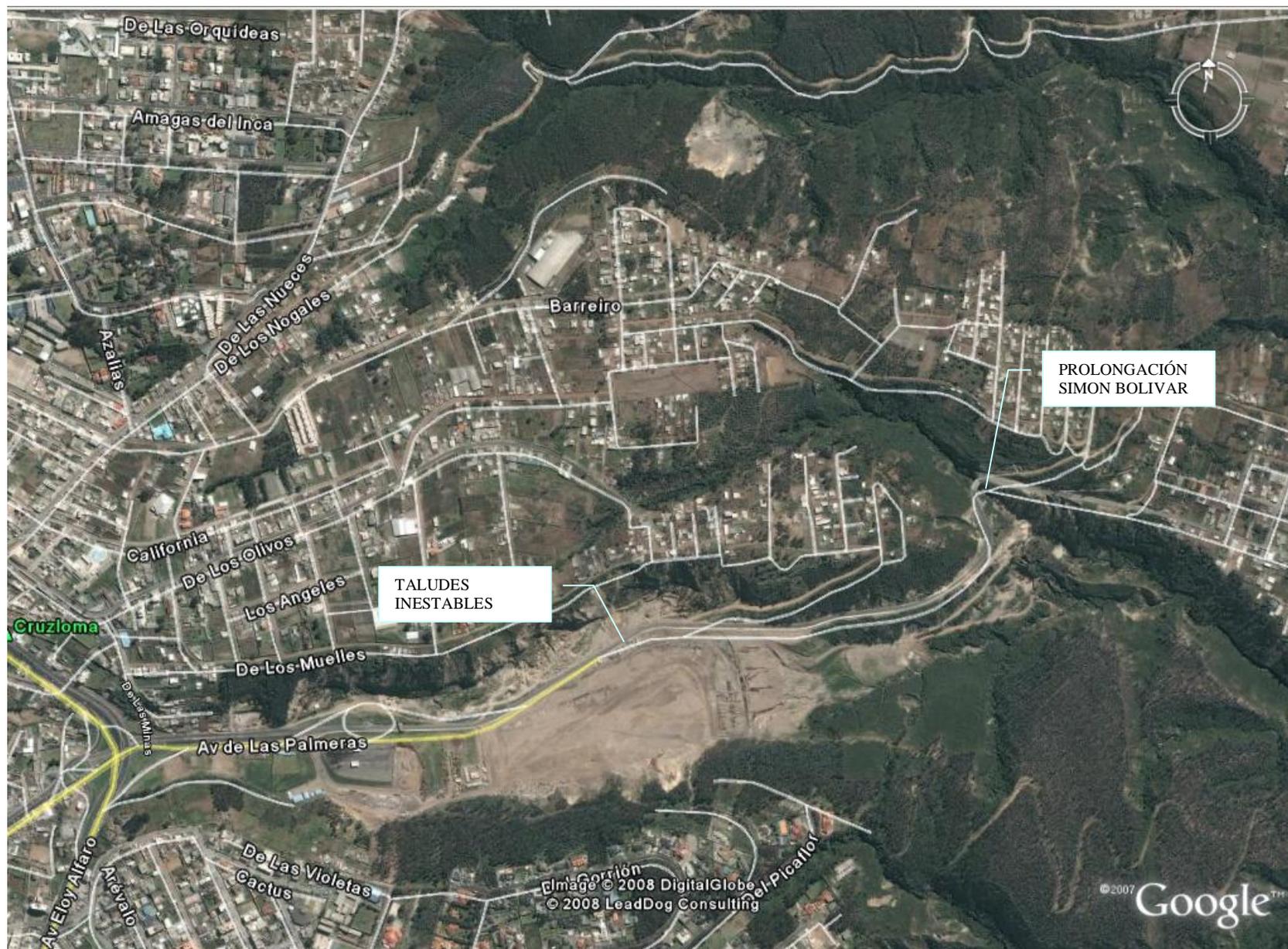
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS DEL PERÚ, Guía Ambiental para la estabilidad de taludes. (1997), Lima , Perú.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO, Facultad de CS, Exactas y Agrimensura, Geología y Geotecnia estabilidad de taludes. (2003), Rosario, Argentina.

ANEXOS.

ANEXO 1

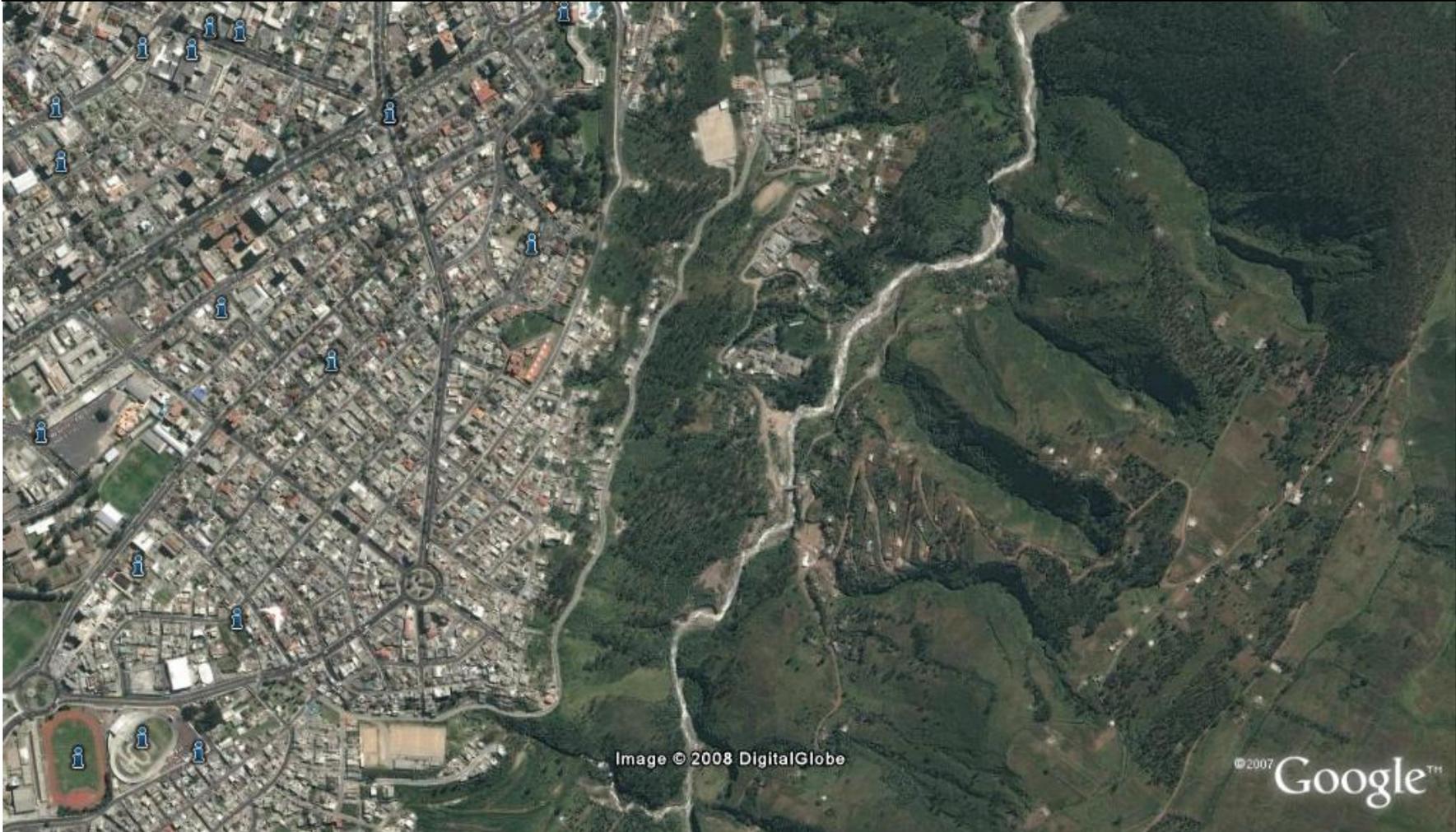
UBICACIÓN DEL PROYECTO



VISTA PANORAMICA DE LA ZONA DE ESTUDIO II (AUTOPISTA SIMON BOLIVAR NOR ORIENTE DE QUITO)



VISTA PANORAMICA DE LA ZONA DE ESTUDIO (NOR ORIENTE DE QUITO)



ANEXO 2

GEOLOGÍA

ANEXO 3

TOPOGRAFÍA

ANEXO 4

REGISTROS DEL SONDEO MECÁNICO

ANEXO 5

ENSAYOS DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: TALUD AV. SIMON BOLIVAR

FECHA: Jun-08

SECTOR:	KM. 1+680 - KM. 1+800	MUESTRA :	A2	ENSAYADO:	M.Mero
ABSCISA:	PERFORACION SPZ	PROFUNDIDAD:	2.00-2.50 m.	CALCULADO:	C.Ortega

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		4,53	3	97	
3/8"		5,99	4	96	
N°4		6,90	4	96	
< N°4					
N°8					
N°10		8,45	5	95	
N°40		47,40	29	71	
N°50					
N°100					
N°200		141,43	86	14	
< N°200			14		
TOTAL					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	42,45	39,32	8,00	9,99	
	----	42,30	39,03	8,92	10,86	10,43

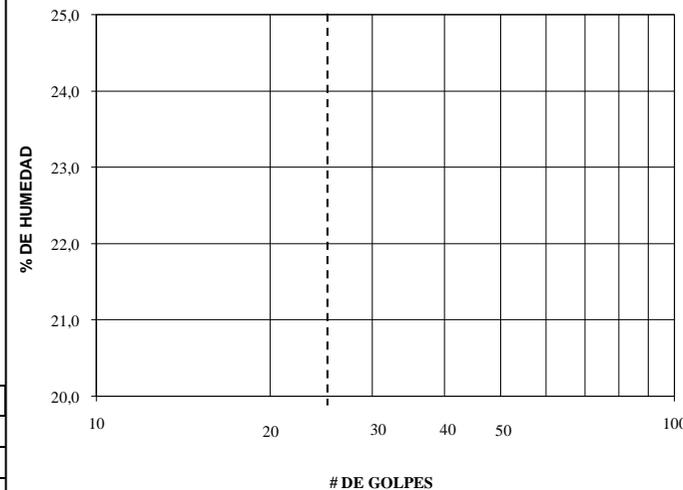
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
			NP			

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
			NP			

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



CUARTEO(PESO)

P. HUM.	181,20	P. SECO	164,09 grms
		DESPUES	141,43 grms

GRAVA 4 %
 ARENA 82 %
 FINOS 14 %

		HUMEDAD NATURAL:	10,43 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	0,00 %
SUCS	SM	INDICE PLASTICO:	0,00
AASTHO	A-2-4	INDICE DE GRUPO:	0,0

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: TALUD AV. SIMON BOLIVAR

FECHA: Jun-08

SECTOR:	KM. 1+680 - KM. 1+800	MUESTRA :	A4	ENSAYADO:	M.Mero
ABSCISA:	PERFORACION SPZ	PROFUNDIDAD:	4.00-4.50 m.	CALCULADO:	C.Ortega

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1 ½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4		3,00	2	98	
< N°4					
N°8					
N°10		9,48	5	95	
N°40		67,46	37	63	
N°50					
N°100					
N°200		152,96	84	16	
< N°200			16		
TOTAL					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	42,29	37,96	8,57	14,73	
	----	42,26	37,89	8,39	14,81	14,77

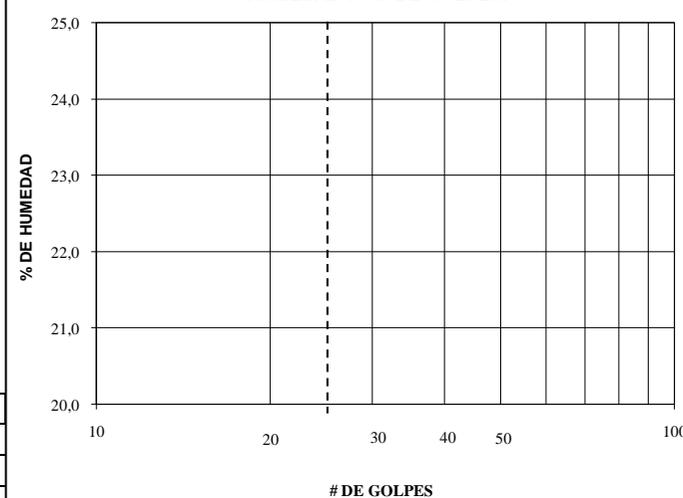
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
			NP			

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
			NP			

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



CUARTEO(PESO)

P. HUM.	209,22	P. SECO	182,29 grms
		DESPUES	152,96 grms

GRAVA	2 %
ARENA	82 %
FINOS	16 %

		HUMEDAD NATURAL:	14,77 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	0,00 %
SUCS	SM	INDICE PLASTICO:	0,00
AASTHO	A-2-4	INDICE DE GRUPO:	0,0

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: TALUD AV. SIMON BOLIVAR

FECHA: Jun-08

SECTOR:	KM. 1+680 - KM. 1+800	MUESTRA :	A6	ENSAYADO:	M.Mero
ABSCISA:	PERFORACION SPZ	PROFUNDIDAD:	6.00-6.50 m.	CALCULADO:	C.Ortega

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1 ½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4		0,97	1	99	
< N°4					
N°8					
N°10		2,97	3	97	
N°40		16,12	15	85	
N°50					
N°100					
N°200		62,44	57	43	
< N°200			43		
TOTAL					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	26,57	22,72	7,73	25,68	
	----	26,28	22,38	8,04	27,20	26,44

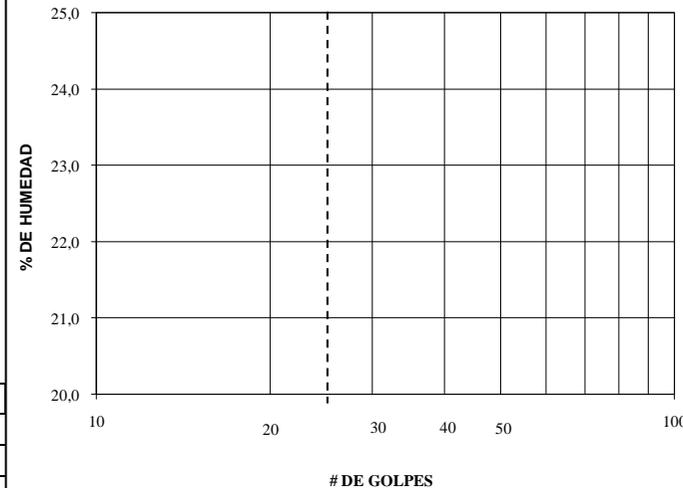
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
			NP			

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
			NP			

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



CUARTEO(PESO)

P. HUM.	137,55	P. SECO	108,79 grms
		DESPUES	62,44 grms

GRAVA 1 %
 ARENA 57 %
 FINOS 43 %

		HUMEDAD NATURAL:	26,44 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	0,00 %
SUCS	SM	INDICE PLASTICO:	0,00
AASTHO	A-4	INDICE DE GRUPO:	1,5

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: TALUD AV. SIMON BOLIVAR

FECHA: Jun-08

SECTOR:	KM. 1+680 - KM. 1+800	MUESTRA :	A8	ENSAYADO:	M.Mero
ABSCISA:	PERFORACION SPZ	PROFUNDIDAD:	8.00-8.50 m.	CALCULADO:	C.Ortega

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		0,61	1	99	
N°4		0,89	1	99	
< N°4					
N°8					
N°10		1,83	3	97	
N°40		16,08	22	78	
N°50					
N°100					
N°200		46,77	64	36	
< N°200			36		
TOTAL					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	29,05	25,20	8,84	23,53	
	----	29,00	25,12	8,65	23,56	23,55

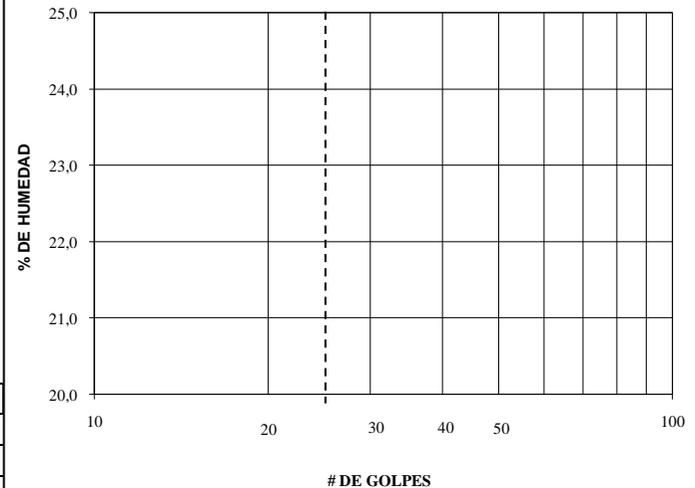
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
			NP			

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
			NP			

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



CUARTEO(PESO)

P. HUM.	90,40	P. SECO	73,17 grms
		DESPUES	46,77 grms

GRAVA	1 %
ARENA	63 %
FINOS	36 %

		HUMEDAD NATURAL:	23,55 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	0,00 %
SUCS	SM	INDICE PLASTICO:	0,00
AASTHO	A-4	INDICE DE GRUPO:	0,2

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: TALUD AV. SIMON BOLIVAR

FECHA: Jun-08

SECTOR:	KM. 1+680 - KM. 1+800	MUESTRA :	A10	ENSAYADO:	M.Mero
ABSCISA:	PERFORACION SPZ	PROFUNDIDAD:	10.00-10.50 m.	CALCULADO:	C.Ortega

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4		0,45	0	100	
< N°4					
N°8					
N°10		2,30	2	98	
N°40		25,60	26	74	
N°50					
N°100					
N°200		68,79	69	31	
< N°200			31		
TOTAL					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	21,12	18,88	8,29	21,15	
	----	21,23	18,92	8,65	22,49	21,82

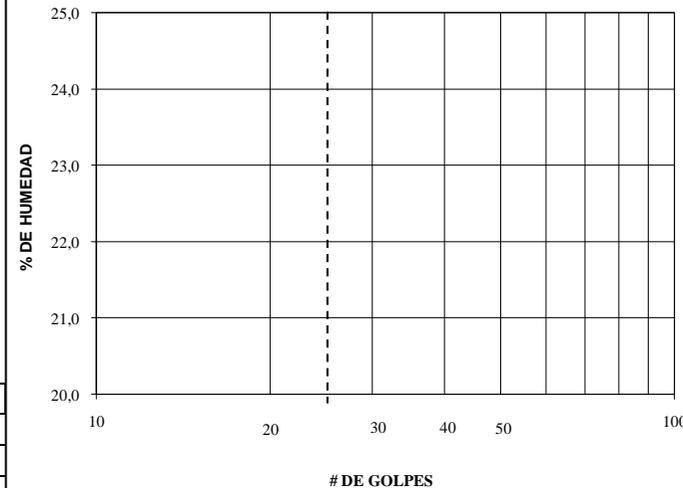
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
			NP			

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
			NP			

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



CUARTEO (PESO)

P. HUM.	121,19	P. SECO	99,48 grms
		DESPUES	68,79 grms

GRAVA 0 %
 ARENA 69 %
 FINOS 31 %

		HUMEDAD NATURAL:	21,82 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	0,00 %
SUCS	SM	INDICE PLASTICO:	0,00
AASTHO	A-2-4	INDICE DE GRUPO:	0,0

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: TALUD AV. SIMON BOLIVAR

FECHA: Jun-08

SECTOR:	KM. 1+680 - KM. 1+800	MUESTRA :	A12	ENSAYADO:	M.Mero
ABSCISA:	PERFORACION SPZ	PROFUNDIDAD:	12.00-12.50 m.	CALCULADO:	C.Ortega

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1 ½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
⅜"		-	-	100	
N°4		0,52	0	100	
< N°4					
N°8					
N°10		2,62	2	98	
N°40		31,02	22	78	
N°50					
N°100					
N°200		115,05	83	17	
< N°200			17		
TOTAL					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	29,48	25,00	8,66	27,42	
	----	29,65	25,23	8,53	26,47	26,94

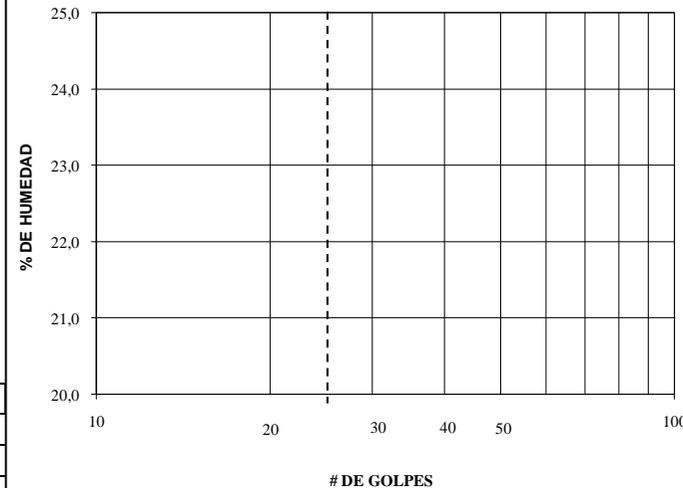
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
			NP			

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
			NP			

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



CUARTEO(PESO)

P. HUM.	175,80	P. SECO	138,49 grms
		DESPUES	115,05 grms

GRAVA	0 %
ARENA	83 %
FINOS	17 %

		HUMEDAD NATURAL:	26,94 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	0,00 %
SUCS	SM	INDICE PLASTICO:	0,00
AASTHO	A-2-4	INDICE DE GRUPO:	0,0

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: TALUD AV. SIMON BOLIVAR

FECHA: Jun-08

SECTOR:	KM. 1+680 - KM. 1+800	MUESTRA :	A13	ENSAYADO:	M.Mero
ABSCISA:	PERFORACION SPZ	PROFUNDIDAD:	13.00-13.50 m.	CALCULADO:	C.Ortega

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4		0,21	0	100	
< N°4					
N°8					
N°10		3,08	2	98	
N°40		30,59	20	80	
N°50					
N°100					
N°200		117,47	76	24	
< N°200			24		
TOTAL					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	31,15	26,97	8,27	22,35	
	----	31,48	27,19	7,90	22,24	22,30

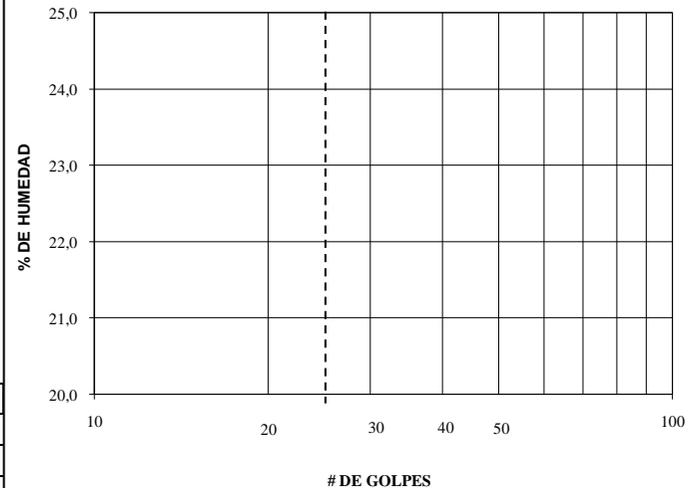
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
			NP			

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
			NP			

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



	CUARTEO(PESO)		
P. HUM.	187,91	P. SECO	153,65 grms
		DESPUES	117,47 grms

GRAVA	0 %
ARENA	76 %
FINOS	24 %

		HUMEDAD NATURAL:	22,30 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	0,00 %
SUCS	SM	INDICE PLASTICO:	0,00
AASTHO	A-2-4	INDICE DE GRUPO:	0,0

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: TALUD AV. SIMON BOLIVAR

FECHA: Jun-08

SECTOR:	KM. 1+680 - KM. 1+800	MUESTRA :	A15	ENSAYADO:	M.Mero
ABSCISA:	PERFORACION SPZ	PROFUNDIDAD:	15.00-15.50 m.	CALCULADO:	C.Ortega

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1 ½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
⅜"		-	-	100	
N°4		0,50	1	99	
< N°4					
N°8					
N°10		4,53	6	94	
N°40		21,39	28	72	
N°50					
N°100					
N°200		33,59	45	55	
< N°200			55		
TOTAL					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	29,81	21,42	7,88	61,96	
	----	30,59	21,85	7,88	62,56	62,26

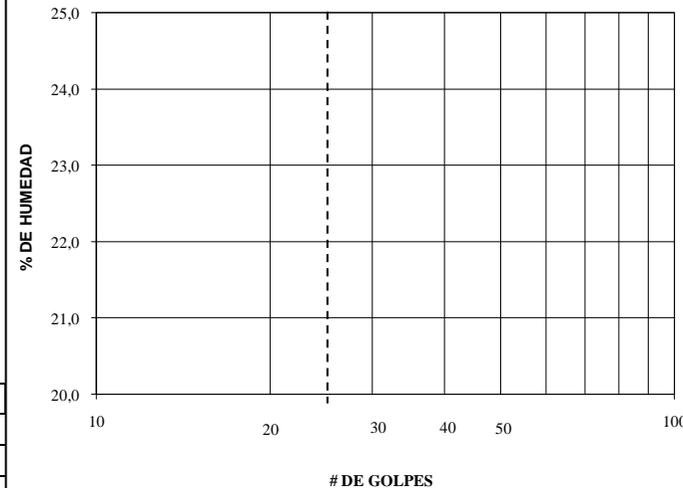
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
			NP			

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
			NP			

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



CUARTEO (PESO)

P. HUM.	121,94	P. SECO	75,15 grms
		DESPUES	33,59 grms

GRAVA 1 %
 ARENA 44 %
 FINOS 55 %

		HUMEDAD NATURAL:	62,26 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	0,00 %
SUCS	ML	INDICE PLASTICO:	0,00
AASTHO	A-4	INDICE DE GRUPO:	4,1

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: TALUD AV. SIMON BOLIVAR

FECHA: Jun-08

SECTOR:	KM. 1+680 - KM. 1+800	MUESTRA :	A16	ENSAYADO:	M.Mero
ABSCISA:	PERFORACION SPZ	PROFUNDIDAD:	16.00-16.50 m.	CALCULADO:	C.Ortega

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1 ½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
⅜"		-	-	100	
N°4		0,38	1	99	
< N°4					
N°8					
N°10		4,04	7	93	
N°40		23,22	39	61	
N°50					
N°100					
N°200		36,08	60	40	
< N°200			40		
TOTAL					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	21,08	16,03	8,30	65,33	
	----	21,55	16,39	8,48	65,23	65,28

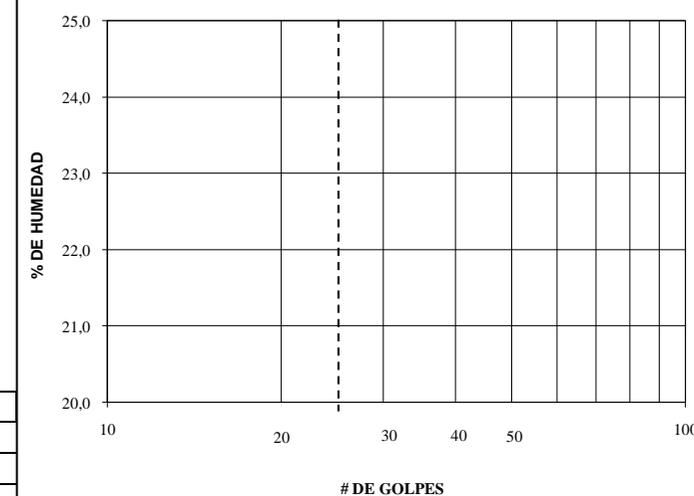
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
			NP			

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
			NP			

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



CUARTEO(PESO)

P. HUM.	99,07	P. SECO	59,94 grms
		DESPUES	36,08 grms

GRAVA 1 %
 ARENA 60 %
 FINOS 40 %

		HUMEDAD NATURAL:	65,28 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	0,00 %
SUCS	SM	INDICE PLASTICO:	0,00
AASTHO	A-4	INDICE DE GRUPO:	1,0

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: TALUD AV. SIMON BOLIVAR.

FECHA: Jun-08

SECTOR:	KM. 1+680 - KM. 1+800	MUESTRA :	A18	ENSAYADO:	M.Mero
ABSCISA:	PERFORACION SPZ	PROFUNDIDAD:	18.00-18.50 m.	CALCULADO:	C.Ortega

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4		0,28	0	100	
< N°4					
N°8					
N°10		1,87	3	97	
N°40		9,25	13	87	
N°50					
N°100					
N°200		24,78	34	66	
< N°200			66		
TOTAL					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	25,81	20,58	9,00	45,16	
	----	25,14	19,87	8,43	46,07	45,62

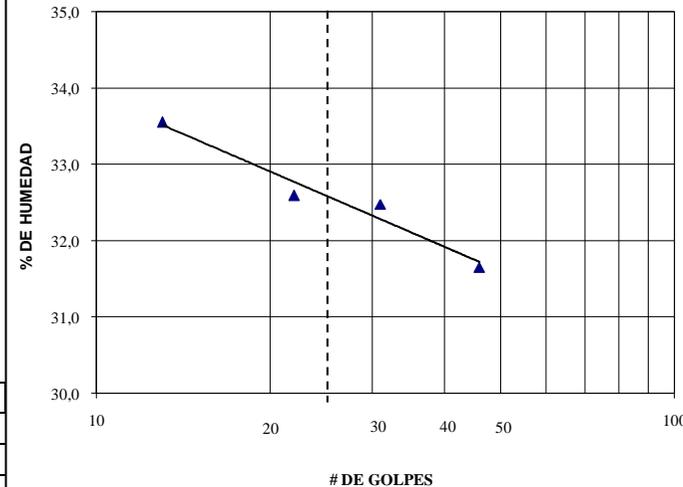
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

	13	22,08	18,56	8,07	33,56	
	22	22,92	19,38	8,52	32,60	
	31	23,29	19,61	8,28	32,48	
	46	23,51	19,93	8,62	31,65	
						32,59

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

	----	17,85	15,65	8,38	30,26	
	----	17,18	14,97	7,78	30,74	
	----	17,82	15,68	8,58	30,14	30,38

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



CUARTEO (PESO)

P. HUM.	106,46	P. SECO	73,11 grms
		DESPUES	24,78 grms

GRAVA 0 %
 ARENA 34 %
 FINOS 66 %

		HUMEDAD NATURAL:	45,62 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	32,59 %
SUCS	ML	INDICE PLASTICO:	2,21
AASTHO	A-4	INDICE DE GRUPO:	6,2

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: TALUD AV. SIMON BOLIVAR.

FECHA: Jun-08

SECTOR:	KM. 1+680 - KM. 1+800	MUESTRA :	A20	ENSAYADO:	M.Mero
ABSCISA:	PERFORACION SPZ	PROFUNDIDAD:	20.00-20.50 m.	CALCULADO:	C.Ortega

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4		-	-	100	
< N°4					
N°8					
N°10		1,23	1	99	
N°40		18,40	18	82	
N°50					
N°100					
N°200		49,43	49	51	
< N°200			51		
TOTAL					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	20,80	17,94	8,67	30,85	
	----	20,71	17,80	8,50	31,29	31,07

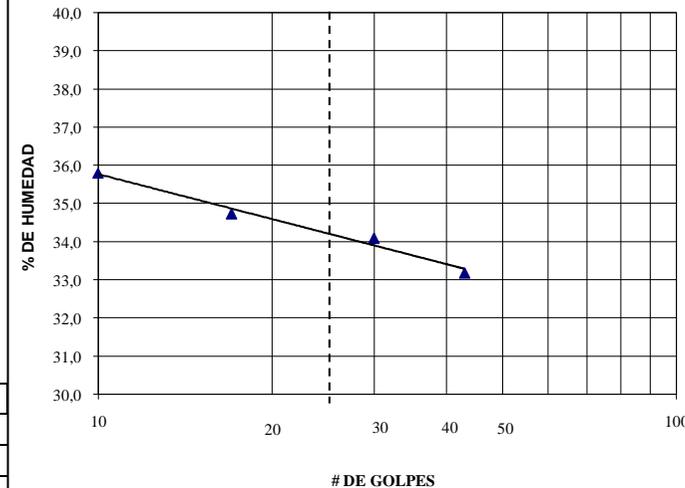
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

	10	20,31	17,12	8,21	35,80	
	17	20,78	17,48	7,98	34,74	
	30	20,56	17,40	8,13	34,09	
	43	20,73	17,70	8,57	33,19	
						34,21

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

	----	12,72	11,66	8,22	30,81	
	----	12,71	11,83	8,96	30,66	
	----	12,94	11,87	8,40	30,84	30,77

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



CUARTEO (PESO)

P. HUM.	131,50	P. SECO	100,33 grms
		DESPUES	49,43 grms

GRAVA	0 %
ARENA	49 %
FINOS	51 %

		HUMEDAD NATURAL:	31,07 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	34,21 %
SUCS	ML	INDICE PLASTICO:	3,44
AASTHO	A-4	INDICE DE GRUPO:	3,1

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: TALUD AV. SIMON BOLIVAR.

FECHA: Jun-08

SECTOR:	KM. 1+680 - KM. 1+800	MUESTRA :	A21	ENSAYADO:	M.Mero
ABSCISA:	PERFORACION SPZ	PROFUNDIDAD:	21.00-21.50 m.	CALCULADO:	C.Ortega

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4		0,20	0	100	
< N°4					
N°8					
N°10		1,30	2	98	
N°40		8,52	11	89	
N°50					
N°100					
N°200		26,36	35	65	
< N°200			65		
TOTAL					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	20,10	17,09	8,29	34,20	
	----	20,15	17,21	8,58	34,07	34,14

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

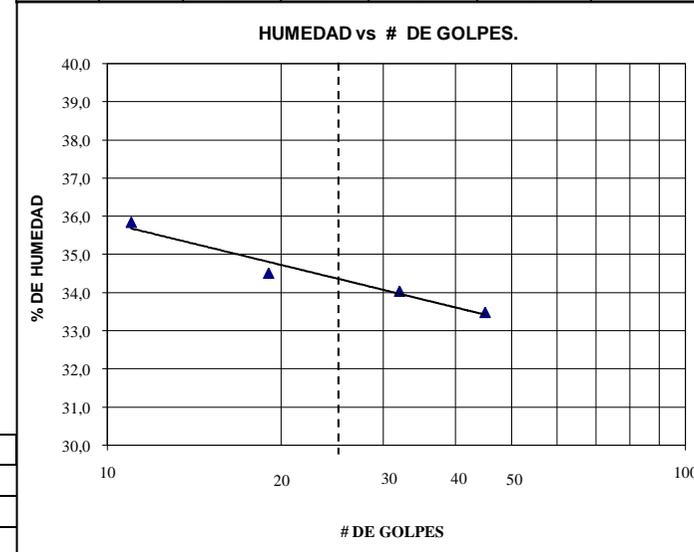
	11	23,54	19,54	8,38	35,84	
	19	23,52	19,61	8,28	34,51	
	32	23,68	19,83	8,52	34,04	
	45	23,78	20,00	8,71	33,48	
						34,36

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

	----	13,87	12,65	8,40	28,71	
	----	12,56	11,59	8,17	28,36	
	----	13,75	12,69	9,03	28,96	28,68

	CUARTEO(PESO)	
P. HUM.	100,15	P. SECO 74,66 grms
		DESPUES 26,36 grms
GRAVA	0 %	
ARENA	35 %	
FINOS	65 %	

		HUMEDAD NATURAL:	34,14 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	34,36 %
SUCS	ML	INDICE PLASTICO:	5,69
AASTHO	A-4	INDICE DE GRUPO:	5,9



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: TALUD AV. SIMON BOLIVAR.

FECHA: Jun-08

SECTOR:	KM. 1+680 - KM. 1+800	MUESTRA :	A22	ENSAYADO:	M.Mero
ABSCISA:	PERFORACION SPZ	PROFUNDIDAD:	22.00-22.50 m.	CALCULADO:	C.Ortega

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4		-	-	100	
< N°4					
N°8					
N°10		4,64	4	96	
N°40		25,81	20	80	
N°50					
N°100					
N°200		57,29	45	55	
< N°200			55		
TOTAL					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	27,03	22,80	8,51	29,60	
	----	27,09	22,51	7,85	31,24	30,42

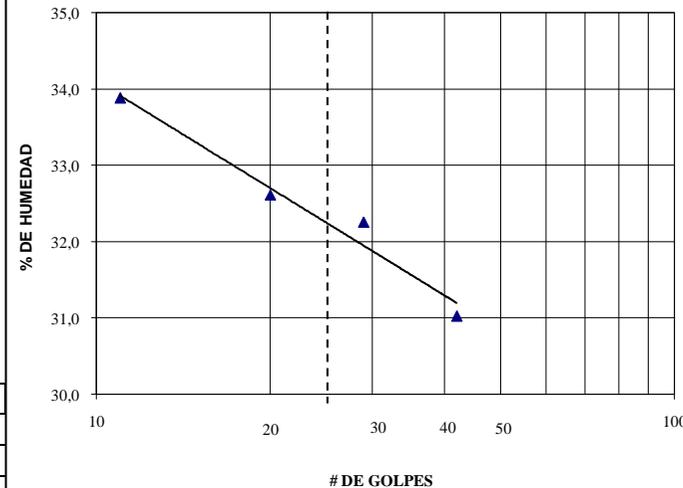
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

	11	23,90	20,00	8,49	33,88	
	20	23,11	19,63	8,96	32,61	
	29	23,13	19,44	8,00	32,26	
	42	23,31	19,91	8,95	31,02	
						32,25

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

	----	17,22	15,22	8,58	30,12	
	----	18,93	16,40	8,20	30,85	
	----	19,89	17,25	8,47	30,07	30,35

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



CUARTEO (PESO)

P. HUM.	165,60	P. SECO	126,97 grms
		DESPUES	57,29 grms

GRAVA	0 %
ARENA	45 %
FINOS	55 %

		HUMEDAD NATURAL:	30,42 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	32,25 %
SUCS	ML	INDICE PLASTICO:	1,91
AASTHO	A-4	INDICE DE GRUPO:	4,0

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: TALUD AV. SIMON BOLIVAR.

FECHA: Jun-08

SECTOR:	KM. 1+680 - KM. 1+800	MUESTRA :	A24	ENSAYADO:	M.Mero
ABSCISA:	PERFORACION SPZ	PROFUNDIDAD:	24.00-24.50 m.	CALCULADO:	C.Ortega

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
N°4		-	-	100	
< N°4					
N°8					
N°10		0,41	0	100	
N°40		5,22	6	94	
N°50					
N°100					
N°200		37,25	42	58	
< N°200			58		
TOTAL					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	25,15	21,28	8,30	29,82	
	----	25,24	21,29	8,20	30,18	30,00

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

	12	26,50	21,25	8,14	40,05	
	22	26,65	21,58	8,26	38,06	
	30	26,30	21,44	8,51	37,59	
	45	26,33	21,63	8,71	36,38	
						37,96

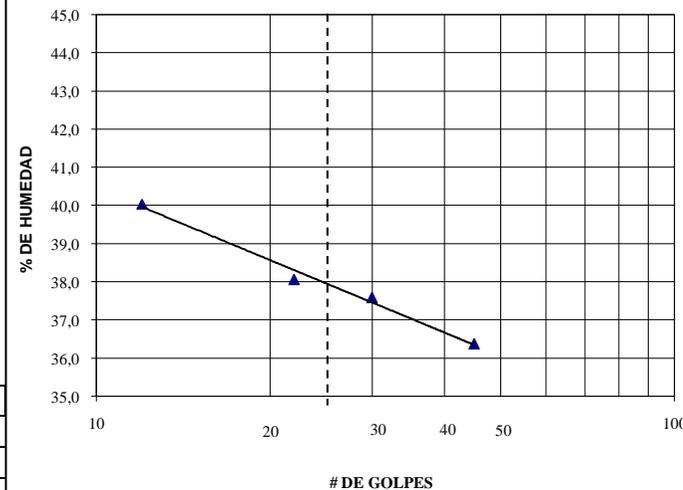
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

	----	19,88	17,20	8,40	30,45	
	----	18,40	16,03	8,30	30,66	
	----	18,21	15,86	8,20	30,68	30,60

	CUARTEO(PESO)	
P. HUM.	116,09	P. SECO 89,30 grms
		DESPUES 37,25 grms
GRAVA	0 %	
ARENA	42 %	
FINOS	58 %	

		HUMEDAD NATURAL:	30,00 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	37,96 %
SUCS	ML	INDICE PLASTICO:	7,36
AASTHO	A-4	INDICE DE GRUPO:	4,7

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: TALUD AV. SIMON BOLIVAR.

FECHA: Jun-08

SECTOR:	KM. 1+680 - KM. 1+800	MUESTRA :	A25	ENSAYADO:	M.Mero
ABSCISA:	PERFORACION SPZ	PROFUNDIDAD:	29.00-29.50 m.	CALCULADO:	C.Ortega

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1 ½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
⅜"		-	-	100	
N°4		-	-	100	
< N°4					
N°8					
N°10		1,02	1	99	
N°40		16,97	19	81	
N°50					
N°100					
N°200		45,35	52	48	
< N°200			48		
TOTAL					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
	----	24,25	20,66	8,30	29,05	
	----	25,44	21,61	8,40	28,99	29,02

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

	10	24,64	20,03	8,45	39,81	
	20	24,54	20,03	8,07	37,71	
	27	24,45	20,15	8,48	36,85	
	43	24,70	20,35	8,30	36,10	
						37,28

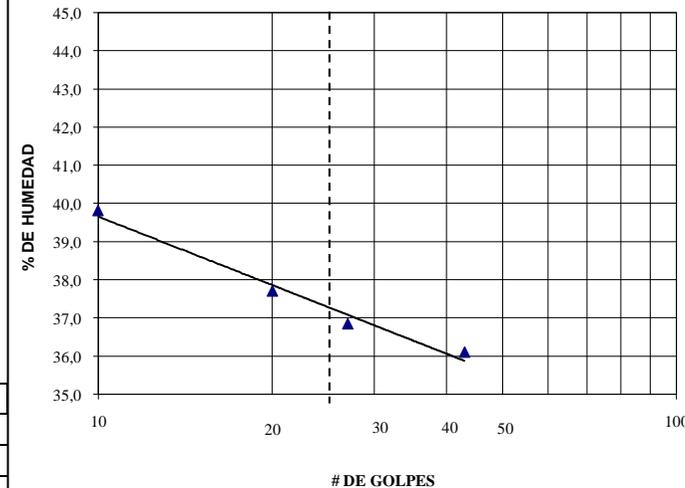
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

	----	17,28	15,17	8,39	31,12	
	----	17,38	15,30	8,66	31,33	
	----	17,89	15,60	8,30	31,37	31,27

	CUARTEO(PESO)	
P. HUM.	112,79	P. SECO 87,42 grms
		DESPUES 45,35 grms
GRAVA	0 %	
ARENA	52 %	
FINOS	48 %	

		HUMEDAD NATURAL:	29,02 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	37,28 %
SUCS	SM	INDICE PLASTICO:	6,01
AASTHO	A-4	INDICE DE GRUPO:	2,6

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



ANEXO 6

ENSAYOS DE CORTE DIRECTO Y TRIAXIAL

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO: Zámbriza (Terraza hacia abajo)
 LOCALIZ.: Ref. poste hacia la via 2,40 m
 PROFUND.: 5,00
 FECHA: Jun-08 Muestra # 1

PROBETA No. 2

DATOS DE LA MUESTRA:

Lado: 5.08 cm
 Altura: 2.13 cm
 Area: 25.81 cm²
 Volumen: 75.61 cm³
 Peso: 64.80 gr.
 Densidad: 0.86 gr/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Peso Hum. : 35,88
 Peso Seco: 30,71
 Peso Cáp.: 9,6
 W (%) 24,29

DATOS DE LA PRUEBA:

CARGA AXIAL (Kg) 38,7 NORMAL: 1,5

Lectura Corte	Lectura Axial	Anillo Carga	Deform. Tang. (%)	Deform. Axial (%)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)	
0.001 "	0.001 "	0.0001 "				
	0	400	75	0,00	47,7	0,43
	10	401	106	0,50	47,82	0,61
	20	402	130	1,00	47,94	0,75
	30	403	150	1,50	48,06	0,86
	40	403	165	2,0	48,06	0,95
	50	403	177	2,50	48,06	1,02
	60	403	188	3,00	48,06	1,08
	70	403	195	3,50	48,06	1,12
	80	402	200	4,00	47,94	1,15
	90	402	203	4,50	47,94	1,16
	100	402	206	5,00	47,94	1,18
	110	401	208	5,50	47,82	1,19
	120	401	208	6,00	47,82	1,19
	130	401	206	6,50	47,82	1,18

VALORES: ESF. CORT. MAX.: (Kg/cm²) = 1,19
 ESF. CORT. RESID.: (Kg/cm²) = 1,18

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO: Zámbriza (Terraza hacia abajo)
 LOCALIZ.: Ref. poste hacia la via 2,40 m
 PROFUND.: 5,00
 FECHA: Jun-08 Muestra # 1

PROBETA No. 2

DATOS DE LA MUESTRA:

Lado: 5.08 cm
 Altura: 2.13 cm
 Area: 25.81 cm²
 Volumen: 75.61 cm³
 Peso: 68.16 gr.
 Densidad: 0.90gr/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Peso Hum. : 35,88
 Peso Seco: 30,71
 Peso Cáp.: 9,6
 W (%) 24,29

DATOS DE LA PRUEBA:

CARGA AXIAL (Kg) 25,8 NORMAL: 1

Lectura Corte 0.001 "	Lectura Axial 0.001 "	Anillo Carga 0.0001 "	Deform. Tang. (%)	Deform. Axial (%)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)	
	0	300	55	0,00	35,77	0,32
	10	301	80	0,50	35,89	0,46
	20	302	104	1,00	36,01	0,6
	30	302	122	1,50	36,01	0,7
	40	302	133	2,0	36,01	0,76
	50	302	141	2,50	36,01	0,81
	60	302	145	3,00	36,01	0,83
	70	302	149	3,50	36,01	0,85
	80	302	150	4,00	36,01	0,86
	90	302	151	4,50	36,01	0,87
	100	302	152	5,00	36,01	0,87
	110	301	152	5,50	35,89	0,87
	120	301	150	6,00	35,89	0,86

VALORES: ESF. CORT. MAX.: (Kg/cm²) = 0,87
 ESF. CORT. RESID.: (Kg/cm²) = 0,86

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO: Zámbriza (Terraza hacia abajo)

LOCALIZ.: Ref. poste hacia la via 2,40 m

PROFUND.: 5,00

FECHA: Jun-08 Muestra # 1

PROBETA No. 1

DATOS DE LA MUESTRA:

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Lado:	5.08 cm	Peso Hum. :	35,88
Altura:	2.13 cm	Peso Seco:	30,71
Area:	25.81 cm ²	Peso Cáp.:	9,6
Volunen:	54.97 cm ³	W (%):	24,29
Peso:	124.90 gr.		
Densidad:	2.27gr/cm ³		

DATOS DE LA PRUEBA:

CARGA AXIAL (Kg) 12,9 NORMAL: 0,5

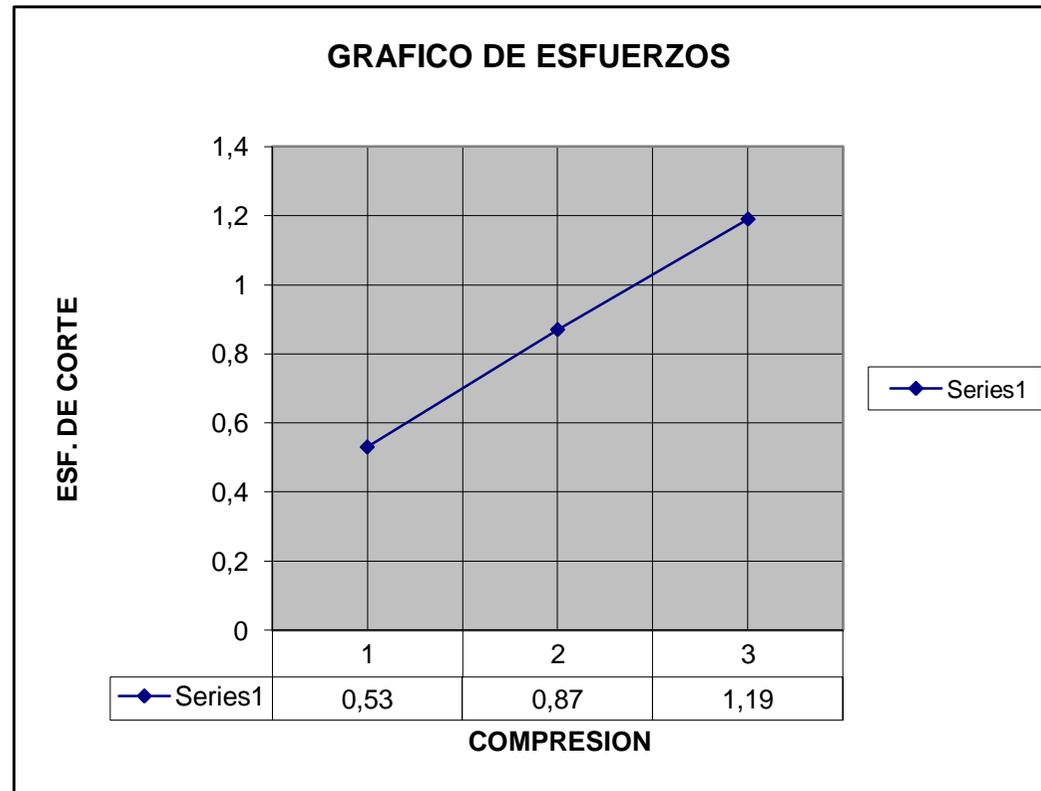
Lectura Corte	Lectura Axial	Anillo Carga	Deform. Tang. (%)	Deform. Axial (%)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)	
0.001 "	0.001 "	0.0001 "				
	0	200	35	0,00	23,85	0,2
	10	201	52	0,50	23,97	0,3
	20	202	67	1,00	24,09	0,38
	30	202	75	1,50	24,09	0,43
	40	202	81	2,0	24,09	0,46
	50	202	88	2,50	24,09	0,5
	60	202	89	3,00	24,09	0,51
	70	202	90	3,50	24,09	0,52
	80	201	91	4,00	23,97	0,52
	90	201	92	4,50	23,97	0,53
	100	201	92	5,00	23,97	0,53
	110	200	90	5,50	23,85	0,52

VALORES: ESF. CORT. MAX.: (Kg/cm²) = 0,53
 ESF. CORT. RESID.: (Kg/cm²) = 0,52

GRAFICO DE ESFUERZOS MUESTRA 1

ESF. CORTE COMPRESIÓN

0,53	0,5
0,87	1
1,19	1,5



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO: Zámbara (Terraza del talud)
 LOCALIZ.: Filo de la vía Margen izquierda
 ABSCISA Km 1+703
 PROFUND.:
 FECHA: Jun-08 Muestra # 2

PROBETA No. 1

DATOS DE LA MUESTRA:

Lado: 5.08 m
 Altura: 2.93 m
 Area: 25.81 m
 Volunen: 75.61 m
 Peso: 60.60gr.
 Densidad: 0.80 gr/cm3

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Peso Hum. : 35,88
 Peso Seco: 30,71
 Peso Cáp.: 9,6
 W (%) 24,29

DATOS DE LA PRUEBA:

CARGA AXIAL (Kg) 12,9 NORMAL: 0,5

Lectura Corte 0.001 "	Lectura Axial 0.001 "	Anillo Carga 0.0001 "	Deform. Tang. (%)	Deform. Axial (%)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm2)	
	0	100	35	0,00	8,67	0,2
	10	101	52	0,50	8,76	0,3
	20	102	65	1,00	8,84	0,37
	30	103	75	1,50	8,93	0,43
	40	104	81	2,0	9,02	0,46
	50	104	90	2,50	9,02	0,52
	60	104	95	3,00	9,02	0,54
	70	103	98	3,50	8,93	0,56
	80	103	102	4,00	8,93	0,58
	90	102	106	4,50	8,84	0,61
	100	101	111	5,00	8,76	0,64
	110	101	112	5,50	8,76	0,64
	120	100	112	6,00	8,67	0,64
	130	100	110	6,50	8,67	0,63

VALORES: ESF. CORT. MAX.: (Kg/cm2) = 0,64
 ESF. CORT. RESID.: (Kg/cm2) = 0,63

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO: Zámiza (Terraza del talud)
 LOCALIZ.: Filo de la vía Margen izquierda
 ABSCISA Km 1+703
 PROFUND.:
 FECHA: Jun-08 Muestra # 2

PROBETA No. 2

DATOS DE LA MUESTRA:

Lado: 5.08 cm
 Altura: 2.93 cm
 Area: 25.81 cm²
 Volunen: 75.61 cm³
 Peso: 68.16 gr.
 Densidad: 0.90 gr/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Peso Hum. : 35,88
 Peso Seco: 30,71
 Peso Cáp.: 9,6
 W (%) 24,29

DATOS DE LA PRUEBA:

CARGA AXIAL (Kg) 25,8

NORMAL:

1

Lectura Corte 0.001 "	Lectura Axial 0.001 "	Anillo Carga 0.0001 "	Deform. Tang. (%)	Deform. Axial (%)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)	
	0	200	55	0,00	17,34	0,32
	10	201	78	0,50	17,42	0,45
	20	202	102	1,00	17,51	0,58
	30	203	116	1,50	17,6	0,67
	40	204	128	2,0	17,68	0,73
	50	205	139	2,50	17,77	0,80
	60	206	148	3,00	17,86	0,85
	70	206	155	3,50	17,86	0,89
	80	206	164	4,00	17,86	0,94
	90	206	169	4,50	17,86	0,97
	100	205	174	5,00	17,77	1,00
	110	205	179	5,50	17,77	1,03
	120	205	180	6,00	17,77	1,03
	130	205	180	6,50	17,77	1,03
	140	205	178	7,00	17,77	1,02

VALORES: ESF. CORT. MAX.: (Kg/cm²) = 1,03
 ESF. CORT. RESID.: (Kg/cm²) = 1,02

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO: Zámbriza (Terraza del talud)
 LOCALIZ.: Filo de la vía Margen izquierda
 ABSCISA Km 1+703
 PROFUND.:
 FECHA: Jun-08 Muestra # 2

PROBETA No. 3

DATOS DE LA MUESTRA:

Lado: 5.08 cm
 Altura: 2.93 cm
 Area: 25.81 cm²
 Volumen: 75.61 cm³
 Peso: 64.80 gr.
 Densidad: 0.86 gr/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Peso Hum. : 35,88
 Peso Seco: 30,71
 Peso Cáp.: 9,6
 W (%) 24,29

DATOS DE LA PRUEBA:

CARGA AXIAL (Kg) 38,7 NORMAL: 1,5

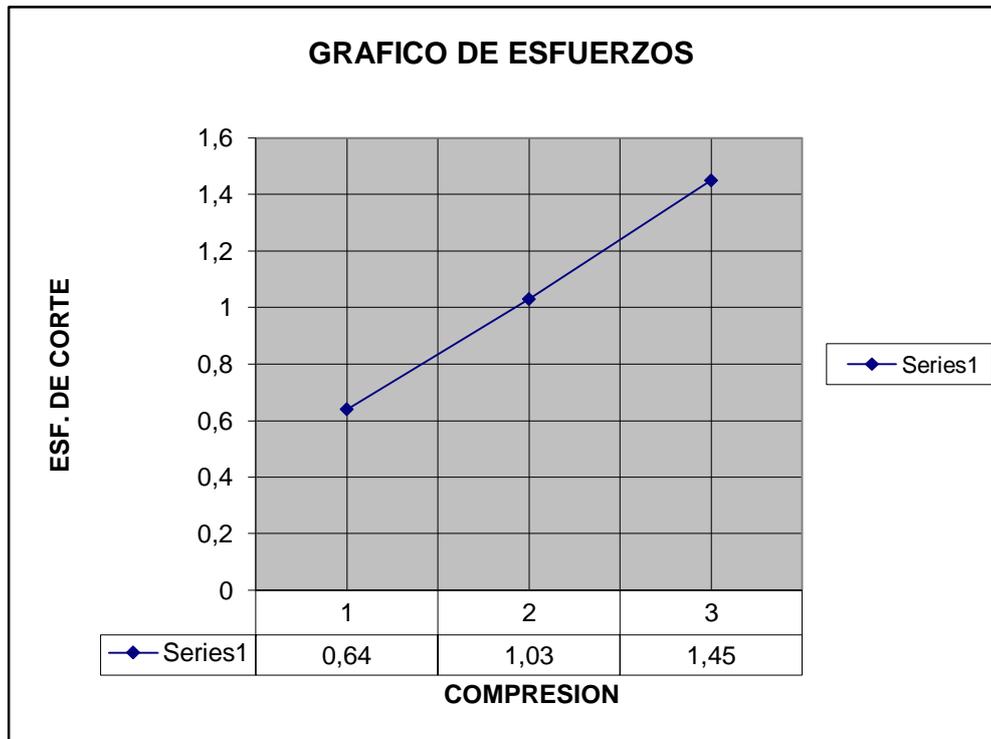
Lectura Corte 0.001 "	Lectura Axial 0.001 "	Anillo Carga 0.0001 "	Deform. Tang. (%)	Deform. Axial (%)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)	
	0	300	85	0,00	26,01	0,49
	10	301	115	0,50	26,09	0,66
	20	302	135	1,00	26,18	0,77
	30	303	153	1,50	26,27	0,88
	40	304	170	2,00	26,35	0,97
	50	305	185	2,50	26,44	1,06
	60	306	200	3,00	26,53	1,00
	70	307	213	3,50	26,61	1,15
	80	308	223	4,00	26,7	1,22
	90	308	235	4,50	26,7	1,28
	100	308	243	5,00	26,7	1,35
	110	302	248	5,50	26,18	1,39
	120	302	250	6,00	26,18	1,42
	130	307	252	6,50	26,61	1,43
	140	306	252	7,00	26,53	1,45
	150	306	250	7,50	26,53	1,45
						1,43

VALORES: ESF. CORT. MAX.: (Kg/cm²) = 1,45
 ESF. CORT. RESID.: (Kg/cm²) = 1,43

GRAFICO DE ESFUERZOS MUESTRA 2

ESF. CORTE COMPRESIÓN

0,64	0,5
1,03	1
1,45	1,5



]

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO: Zambiza (Bloque 1) de la via hacia arriba

LOCALIZ.: Ref. poste hacia la vía 2.40 m

PROFUND.:

FECHA: Jun-08 Muestra # 3 alterada

PROBETA No. 3

DATOS DE LA MUESTRA:

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Lado: 5.08 cm
 Altura: 2.93 cm
 Area: 25.81 cm²
 Volunen: 75.61 cm³
 Peso: 73.25 gr.
 Densidad: 0.97 gr/cm³

Peso Hum. : 35,88
 Peso Seco: 30,71
 Peso Cáp.: 9,6
 W (%) 24,29

DATOS DE LA PRUEBA:

CARGA AXIAL (Kg) 12,9 NORMAL: 0,5

Lectura Corte	Lectura Axial	Anillo Carga	Deform. Tang. (%)	Deform. Axial (%)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)	
0.001 "	0.001 "	0.0001 "				
	0	300	25	0,00	26,01	0,14
	10	301	721	0,50	26,09	0,41
	20	302	126	1,00	26,18	0,72
	30	303	147	1,50	26,27	0,84
	40	303	149	2,00	26,27	0,85
	50	303	151	2,50	26,27	0,87
	60	303	152	3,00	26,27	0,87
	70	303	153	3,50	26,27	0,88
	80	303	153	4,00	26,27	0,88
	90	303	151	4,50	26,27	0,87

VALORES: ESF. CORT. MAX.: (Kg/cm²) = 0,88
 ESF. CORT. RESID.: (Kg/cm²) = 0,87

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO: Zambiza (Bloque 1) de la vía hacia arriba

LOCALIZ.: Ref. poste hacia la vía 2.40 m

PROFUND.:

FECHA: Jun-08

Muestra # 3 alterada

PROBETA No. 2

DATOS DE LA MUESTRA:

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Lado: 5.08 cm	Peso Hum. : 35,88
Altura: 1.95 cm	Peso Seco: 30,71
Area: 25.81 cm ²	Peso Cáp.: 9,6
Volunen: 50.32 cm ³	W (%) 24,29
Peso: 75.15 gr.	
Densidad: 1.49 gr/cm ³	

DATOS DE LA PRUEBA:

CARGA AXIAL (Kg) 25,8 NORMAL: 1

Lectura Corte	Lectura Axial	Anillo Carga	Deform. Tang. (%)	Deform. Axial (%)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)
0.001 "	0.001 "	0.0001 "			
	0	400	55	0,00	34,68
	10	401	95	0,50	34,76
	20	404	158	1,00	35,02
	30	405	182	1,50	35,11
	40	407	200	2,00	35,28
	50	409	220	2,50	35,46
	60	411	221	3,00	35,63
	70	412	222	3,50	35,72
	80	413	223	4,00	35,8
	90	413	223	4,50	35,8
	100	413	220	5,00	35,8

VALORES: ESF. CORT. MAX.: (Kg/cm²) = 1,28
 ESF. CORT. RESID.: (Kg/cm²) = 1,26

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO: Zambiza (Bloque 1) de la vía hacia arriba

LOCALIZ.: Ref. poste hacia la vía 2.40 m

PROFUND.:

FECHA: Jun-08

Muestra # 3 alterada

PROBETA No. 3

DATOS DE LA MUESTRA:

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Lado: 5.08 cm	Peso Hum. : 35,88
Altura: 2.93 cm	Peso Seco: 30,71
Area: 25.81 cm ²	Peso Cáp.: 9,6
Volunen: 75.61 cm ³	W (%) 24,29
Peso: 75.60 gr.	
Densidad: 1.00 gr/cm ³	

DATOS DE LA PRUEBA:

CARGA AXIAL (Kg) 38,70 NORMAL: 1,50

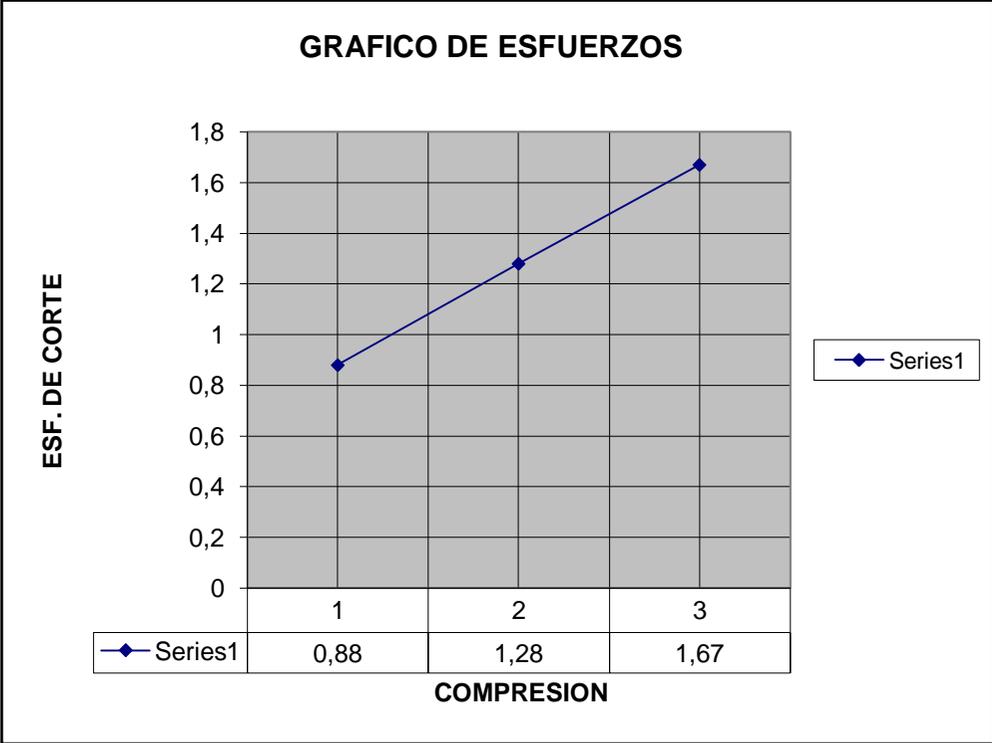
Lectura Corte	Lectura Axial	Anillo Carga	Deform. Tang. (%)	Deform. Axial (%)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)	
0.001 "	0.001 "	0.0001 "				
	0	500	75	0,00	43,34	0,43
	10	501	115	0,50	43,043	0,66
	20	502	182	1,00	43,52	1,04
	30	509	235	1,50	44,012	1,35
	40	512	250	2,00	44,038	1,43
	50	515	262	2,50	44,65	1,50
	60	520	272	3,00	45,08	1,56
	70	525	280	3,50	45,51	1,61
	80	528	286	4,00	45,77	1,64
	90	530	290	4,50	45,95	1,66
	100	532	292	5,00	46,12	1,67
	110	534	292	5,50	46,29	1,67
	120	534	290	6,00	46,29	1,66

VALORES: ESF. CORT. MAX.: (Kg/cm²) = 1,67
 ESF. CORT. RESID.: (Kg/cm²) = 1,66

GRAFICO DE ESFUERZOS MUESTRA 3 ALTERADA

ESF. CORTE COMPRESIÓN

0,88	0,5
1,28	1
1,67	1,5



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO: Zámbriza (Terraza del talud)

LOCALIZ.: Km 1+750

PROFUND.:

FECHA: Jun-08

Muestra # 3 ALTERADA

PROBETA No. 1

DATOS DE LA MUESTRA:

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Lado: 5.08 m	Peso Hum. : 35,88
Altura: 1.99 m	Peso Seco: 30,71
Area: 25.81 m	Peso Cáp.: 9,6
Volunen: 51.35 m	W (%) 24,29
Peso: 84.00 gr.	
Densidad: 1.64 gr/cm3	

DATOS DE LA PRUEBA:

CARGA AXIAL (Kg) 12,9 NORMAL: 0,5

Lectura Corte	Lectura Axial	Anillo Carga	Deform. Tang. (%)	Deform. Axial (%)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm2)	
0.001 "	0.001 "	0.0001 "				
	0	300	25	0,00	38,29	0,14
	10	301	37	0,50	38,42	0,21
	20	302	48	1,00	38,55	0,28
	30	303	55	1,50	38,67	0,32
	40	304	59	2,0	38,80	0,34
	50	304	63	2,50	38,80	0,36
	60	304	67	3,00	38,80	0,38
	70	304	69	3,50	38,80	0,40
	80	304	72	4,00	38,80	0,41
	90	304	74	4,50	38,80	0,42
	100	304	75	5,00	38,80	0,43
	110	304	75	5,50	38,80	0,43
	120	304	73	6,00	38,80	0,42

VALORES: ESF. CORT. MAX.: (Kg/cm2) = 0,43
 ESF. CORT. RESID.: (Kg/cm2) = 0,42

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO: Zámbriza (Terraza del talud)

LOCALIZ.: Km 1+750

PROFUND.:

FECHA: Jun-08

Muestra # 3 ALTERADA

PROBETA No. 2

DATOS DE LA MUESTRA:

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Lado: 5.08 m	Peso Hum. : 35,88
Altura: 1.95 m	Peso Seco: 30,71
Area: 25.81 m	Peso Cáp.: 9,6
Volunen: 50.32 m	W (%) 24,29
Peso: 89.65 gr.	
Densidad: 1.78 gr/cm3	

DATOS DE LA PRUEBA:

CARGA AXIAL (Kg) 25,8 NORMAL: 1

Lectura Corte	Lectura Axial	Anillo Carga	Deform. Tang. (%)	Deform. Axial (%)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm2)	
0.001 "	0.001 "	0.0001 "				
	0	400	55	0,00	51,06	0,32
	10	401	71	0,50	51,18	0,41
	20	402	88	1,00	51,31	0,5
	30	403	99	1,50	51,44	0,57
	40	404	108	2,0	51,57	0,62
	50	405	117	2,50	51,69	0,67
	60	405	122	3,00	51,69	0,7
	70	405	127	3,50	51,69	0,73
	80	405	133	4,00	51,69	0,76
	90	405	137	4,50	51,69	0,79
	100	406	138	5,00	51,82	0,79
	110	406	139	5,50	51,82	0,8
	120	406	139	6,00	51,82	0,8
	130	406	136	6,50	51,82	0,78

VALORES: ESF. CORT. MAX.: (Kg/cm2) = 0,8
 ESF. CORT. RESID.: (Kg/cm2) = 0,78

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO: Zámbriza (Terraza del talud)

LOCALIZ.: Km 1+750

PROFUND.:

FECHA: Jun-08

Muestra # 3 ALTERADA

PROBETA No. 3

DATOS DE LA MUESTRA:

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Lado: 5.08 m	Peso Hum. : 35,88
Altura: 2.93 m	Peso Seco: 30,71
Area: 25.81 m	Peso Cáp.: 9,6
Volunen: 75.61 m	W (%) 24,29
Peso: 86.40 gr.	
Densidad: 1.14 gr/cm3	

DATOS DE LA PRUEBA:

CARGA AXIAL (Kg)	38,7	NORMAL:	1,5
------------------	------	---------	-----

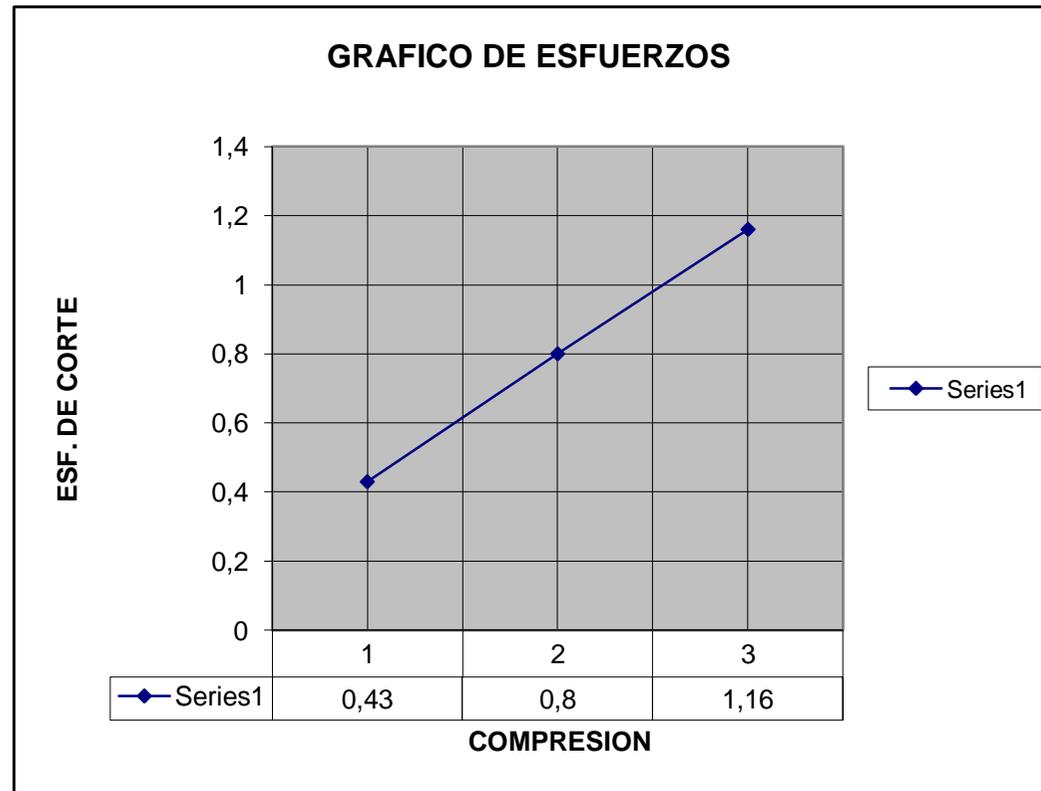
Lectura Corte	Lectura Axial	Anillo Carga	Deform. Tang. (%)	Deform. Axial (%)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm2)	
0.001 "	0.001 "	0.0001 "				
	0	500	75	0,00	63,82	0,43
	10	501	102	0,50	63,95	0,58
	20	502	122	1,00	64,07	0,7
	30	503	139	1,50	64,2	0,8
	40	504	151	2,0	64,33	0,87
	50	505	161	2,50	64,46	0,92
	60	506	169	3,00	64,58	0,97
	70	507	177	3,50	64,71	1,02
	80	508	183	4,00	64,84	1,05
	90	507	188	4,50	64,71	1,08
	100	507	192	5,00	64,71	1,1
	110	507	196	5,50	64,71	1,12
	120	507	199	6,00	64,71	1,14
	130	508	202	6,50	64,84	1,16
	140	508	202	7,00	64,84	1,16

VALORES: ESF. CORT. MAX.: (Kg/cm2) = 1,16
 ESF. CORT. RESID.: (Kg/cm2) = 1,16

GRAFICO DE ESFUERZOS MUESTRA 3 ALTERADA

ESF. CORTE COMPRESIÓN

0,43	0,5
0,8	1
1,16	1,5



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO: ZAMBIZA

MATERIAL: BLOQUE N° 2 AL PIE DEL CAMINO

ABSCISA: KM 1+700

FECHA: JULIO 2008

HOJA 1: DATOS GENERALES DE LAS PROBETAS				
PROBETA N°		1	2	3
DIMENSIONES	cm	7,01	7,01	7
ALTURA	cm	14	14	14
AREA	cm ²	38,59	28,59	38,48
VOLUMEN	cm ³	540,32	540,32	538,78
PESO	gr	904	930	968
CONTENIDO DE AGUA				
Peso hum:		128,52	128,52	128,52
Peso seco:		116,12	116,12	116,12
Peso cap.:		24,72	24,72	24,57
w (%)		13,26	13,54	13,53
DENSIDADES				
NATURAL	gr/cm ³	1,67	1,72	1,8
SECA	gr/cm ³	1,48	1,52	1,58
DE SOLID.	gr/cm ³	2,5	2,5	2,5
% SAT.	%	47,88	52,15	58,35
VACIOS		0,69	0,65	0,58

PROYECTO: ZAMBIZA
 MATERIAL: BLOQUE 2 AL PIE DEL CAMINO
 LOCALIZACION: KM 1+700
 FECHA: JULIO 2008

HOAJ 2 : REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA Nº.	1	2	3
Constante anillo de prueba:	0,8822	0,8822	0,8822
Presion de cont.(kg/cm2):	0,7	1,4	2,1

Dial Deform .001"	Deform. Unit. (%)	Area Corrg. (cm2)	Dial Carga .001"	Carga kg.	Tensión Desviante (kg/cm2)	Dial Carga .001"	Tensión Desviante (kg/cm2)	Dial Carga .001"	Dial Carga .001"	Tensión Desviante (kg/cm2)
0	0	38,59	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00
10	0,18	38,66	34	29,99	0,78	52	45,87	1,19	60	52,93
20	0,36	38,74	64	56,46	1,46	96	84,69	2,19	140	123,51
30	0,54	38,81	108	95,28	2,46	145	127,92	3,30	228	201,14
40	0,73	38,88	152	134,09	3,45	198	174,68	4,49	320	282,30
50	0,91	38,95	204	179,97	4,62	258	227,61	5,84	408	359,94
60	1,09	39,02	232	204,67	5,25	323	284,95	7,30	455	401,40
70	1,27	39,09	237	209,08	5,35	362	319,36	8,17	470	414,63
80	1,45	39,16	230	202,91	5,18	358	315,83	8,06	468	412,87
90	1,63	39,24	215	189,67	4,83	350	308,77	7,87	450	396,99
100	1,81	39,31				345	304,36	7,74	435	383,76

RESULTADOS:	ESF. DESV.: (kg/cm2)	5,35	8,17
	ESF. PRINCIPAL: (kg/cm2)	6,05	9,57

Dial
Carga
.001"

0,00
1,37
3,19
5,18
7,26
9,24
10,29
10,61
10,54
10,12
9,76

10,61
12,71

ANEXO 7

RESULTADOS CORRIDA ESTABILIDAD DEL TALUD PROGRAMA GEO-SLOPE

DATOS DE COORDENADAS PERFILES TRANSVERSALES DE LA TOPOGRAFÍA

TALUD 1 (PERFIL D) Se asume coordenadas 0,0 en el borde inferior derecho de la calzada

Puntos	Abscisa	Ordenada
1	0,0	0
2	18,28	0
3	22,14	7
4	25,68	8
5	29,46	11,00
6	31,90	11,70
7	32,95	12,00
8	34,68	13,00
9	38,72	20,00
10	43,38	22,00
11	47,80	26,00
12	50,00	26,00
13	52,20	27,00
14	54,40	28,00
15	56,60	30,00

TALUD 2 (PERFIL E) Se asume coordenadas 0,0 en el borde inferior derecho de la calzada

Puntos	Abscisa	Ordenada
1	0	0
2	22,05	0
3	23,65	1,00
4	27,92	9,00
5	33,82	10,00
6	50,11	31,00
7	55,41	31,00
8	58,45	36,00
9	59,70	37,00
10	69,89	37,80

DATOS DE CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

Los datos son válidos para los 2 taludes

Suelo Tipo 1 (Capa inferior)

Peso Unitario 1,75 t/m³

Angulo Fricción 40,29°

Cohesión 6,5 t/m²

Suelo Tipo 2 (Capa intermedia)

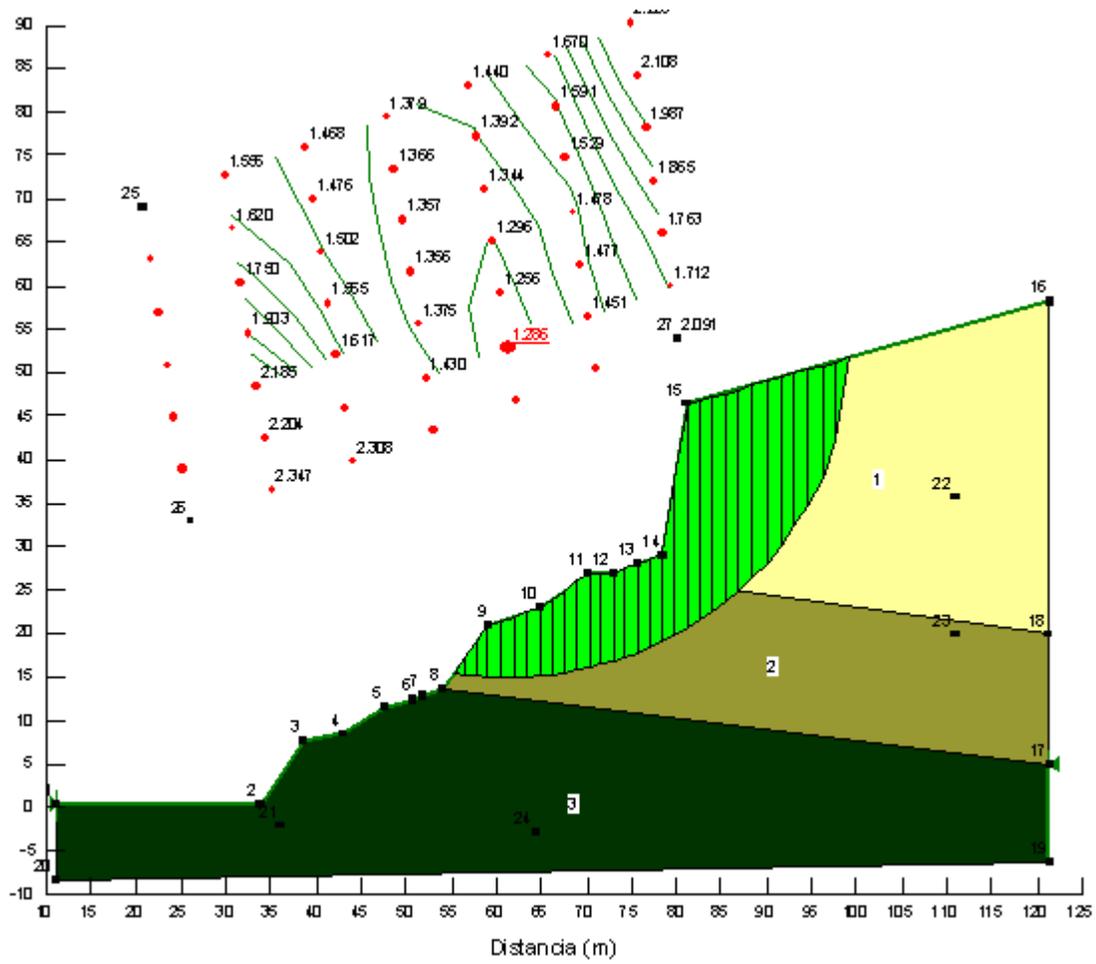
Peso Unitario 1,60 t/m³

Angulo Fricción 32° - 37°

Suelo Tipo 3 (Capa superior)

Cohesión	0
Peso Unitario	1,7 t/m3
Angulo Fricción	39,35°
Cohesión	4,0 t/m2

TALUD 1 (PERFIL D) SECTOR ZÁMBIZA



All Soils

Soil 1

limo

Soil Model Mohr-Coulomb

Unit Weight 1.7

Cohesion 4

Phi 39.35

Pore-Air Pressure 0

Soil 2

arena limosa

Soil Model Mohr-Coulomb

Unit Weight 1.6

Cohesion 0

Phi 32

Pore-Air Pressure 0

Soil 3

limo arenoso

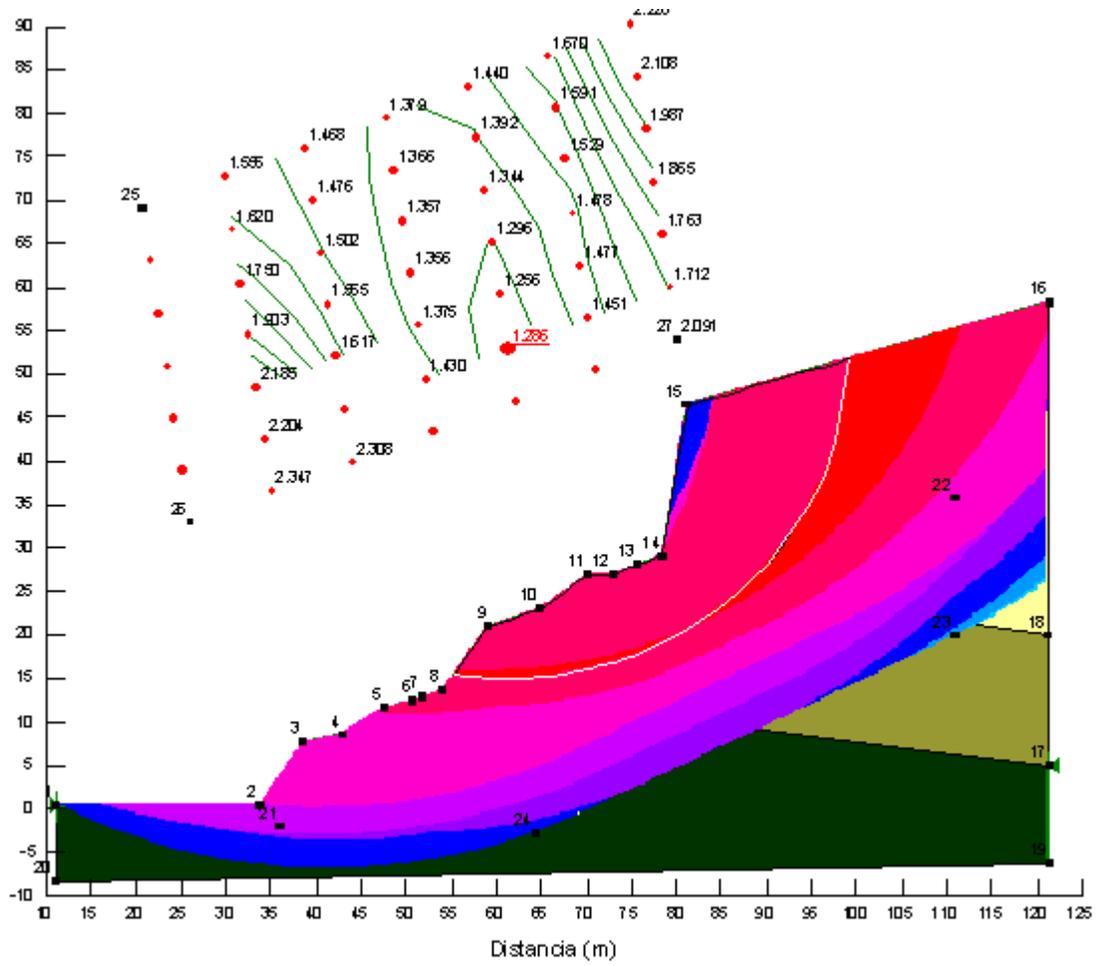
Soil Model Mohr-Coulomb

Unit Weight 1.75

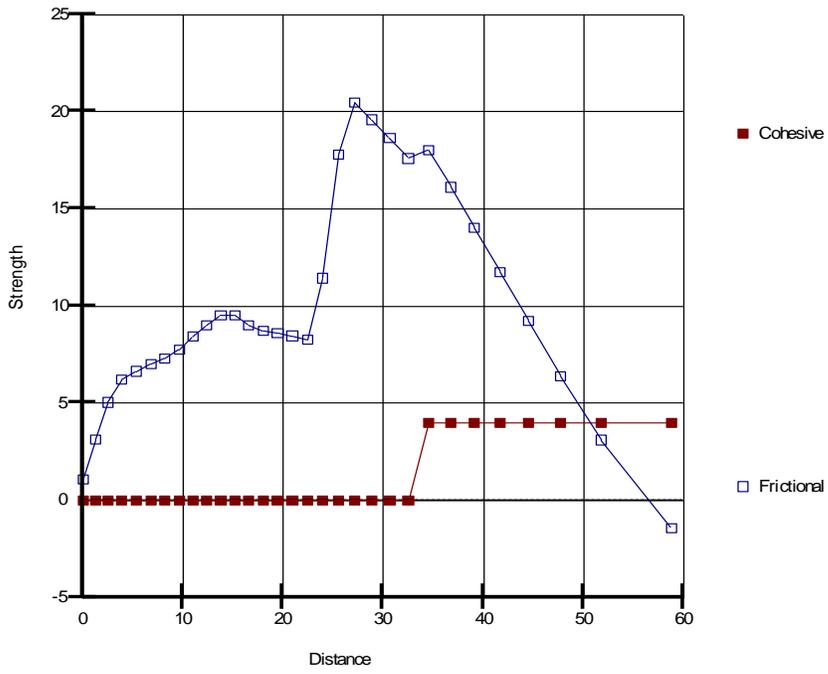
Cohesion 6.5

Phi 40.29

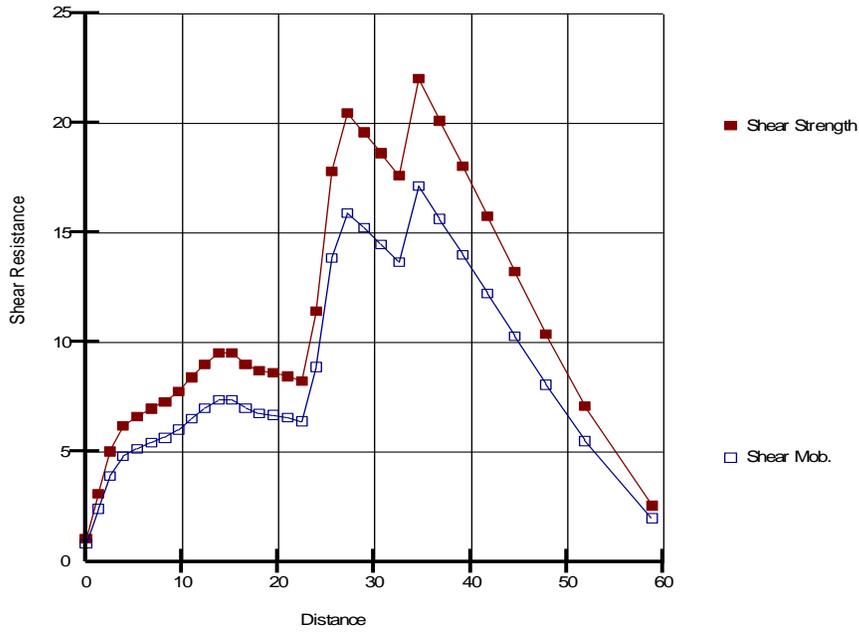
Pore-Air Pressure 0



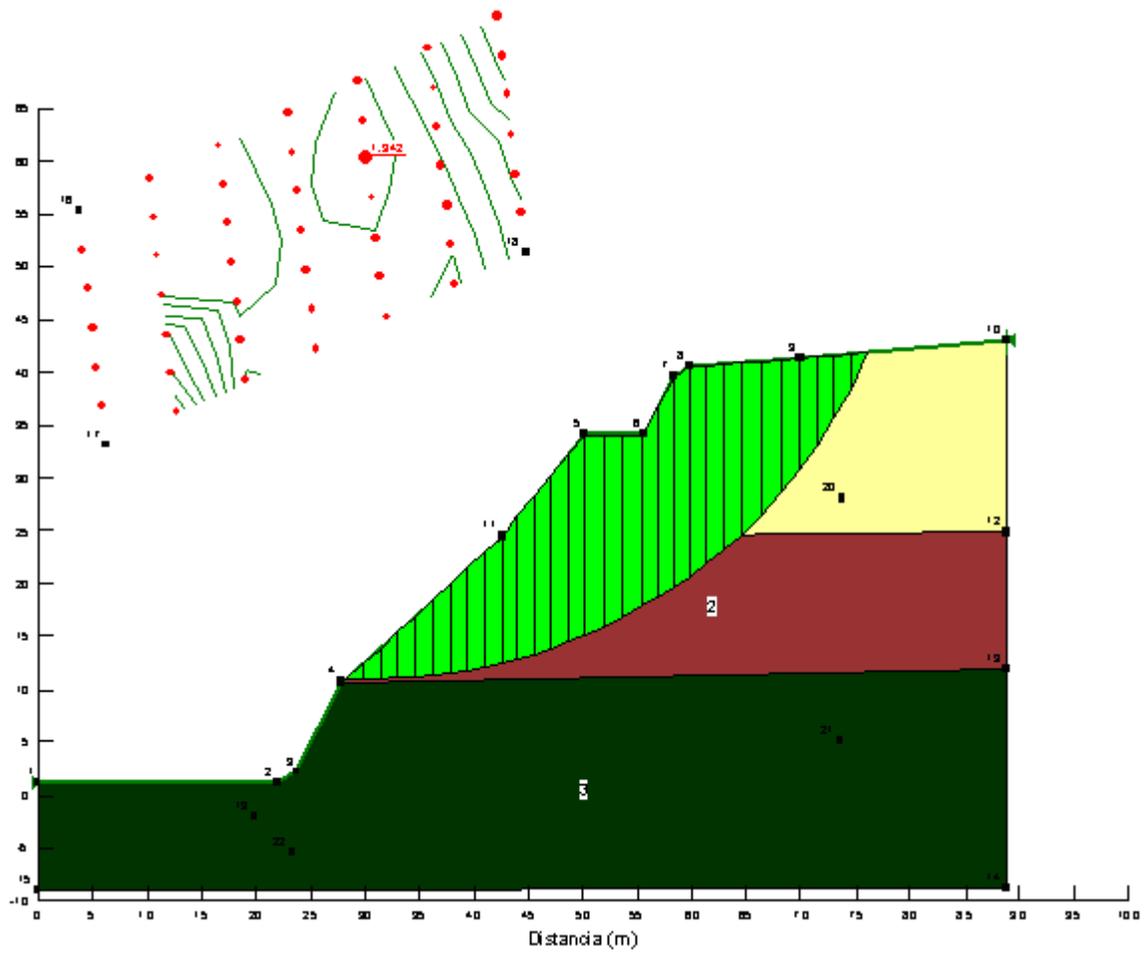
Strength vs. Distance



Shear Resistance vs. Distance



TALUD 2 PERFIL E (SECTOR ZÁMBIZA)



All Soils

Soil 1

limo

Soil Model Mohr-Coulomb

Unit Weight 1.7

Cohesion 4

Phi 39.35

Pore-Air Pressure 0

Soil 2

arena limosa

Soil Model Mohr-Coulomb

Unit Weight 1.6

Cohesion 0

Phi 32

Pore-Air Pressure 0

Soil 3

limo arenoso

Soil Model Mohr-Coulomb

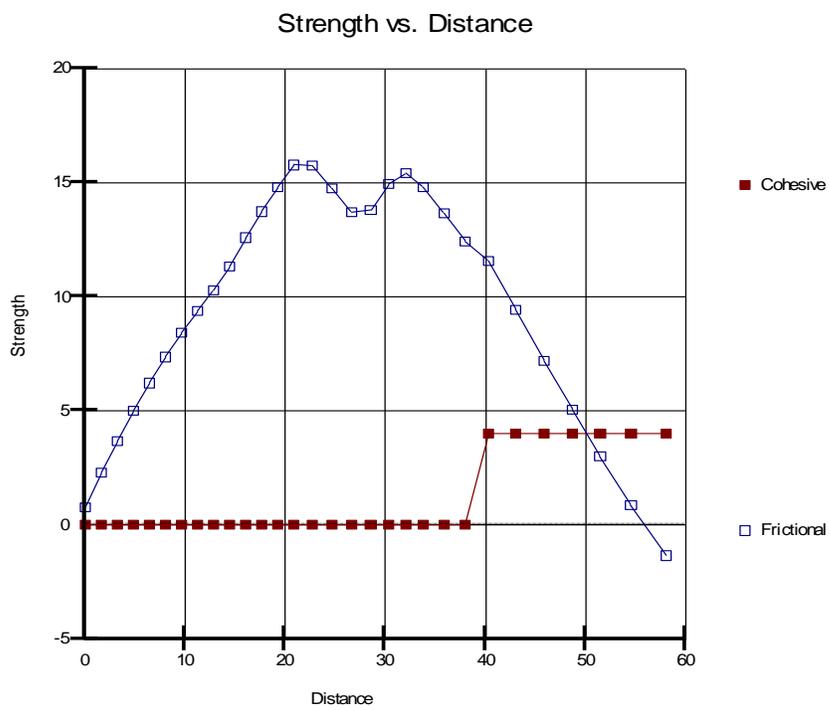
Unit Weight 1.75

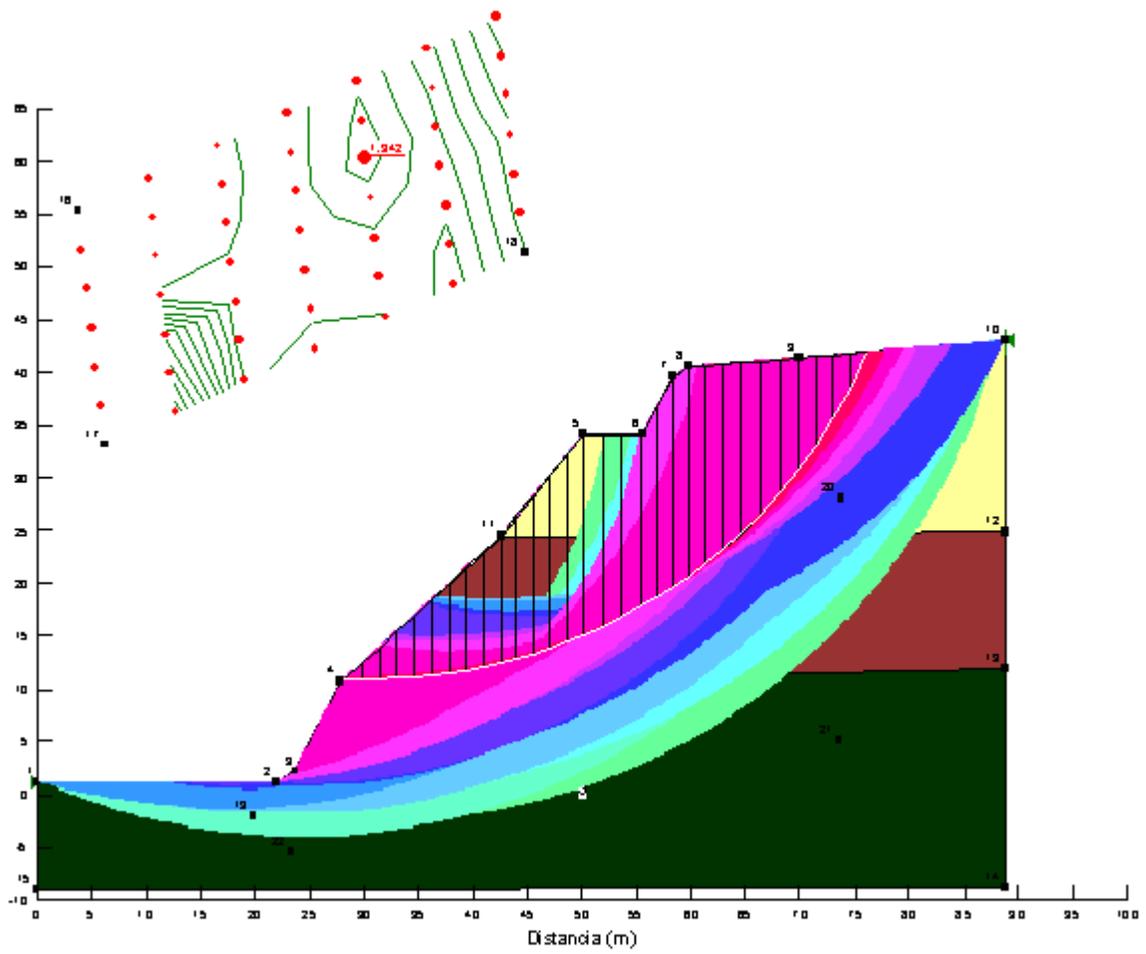
Cohesion 6.5

Phi 40.29

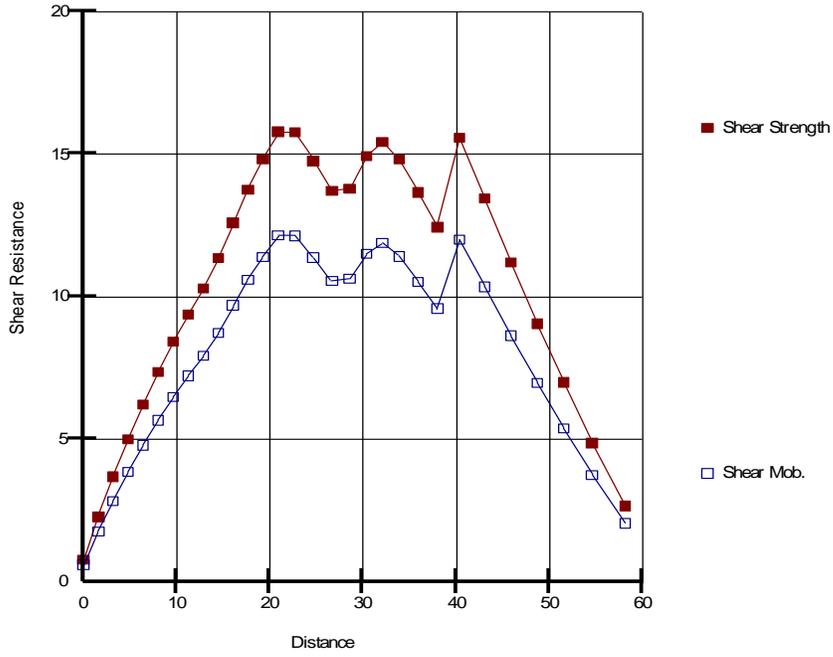
Pore-Air Pressure 0

MÉTODO	Factor de seguridad
Bishop	1.342
Ordinary	1.291
Jambu	1.298

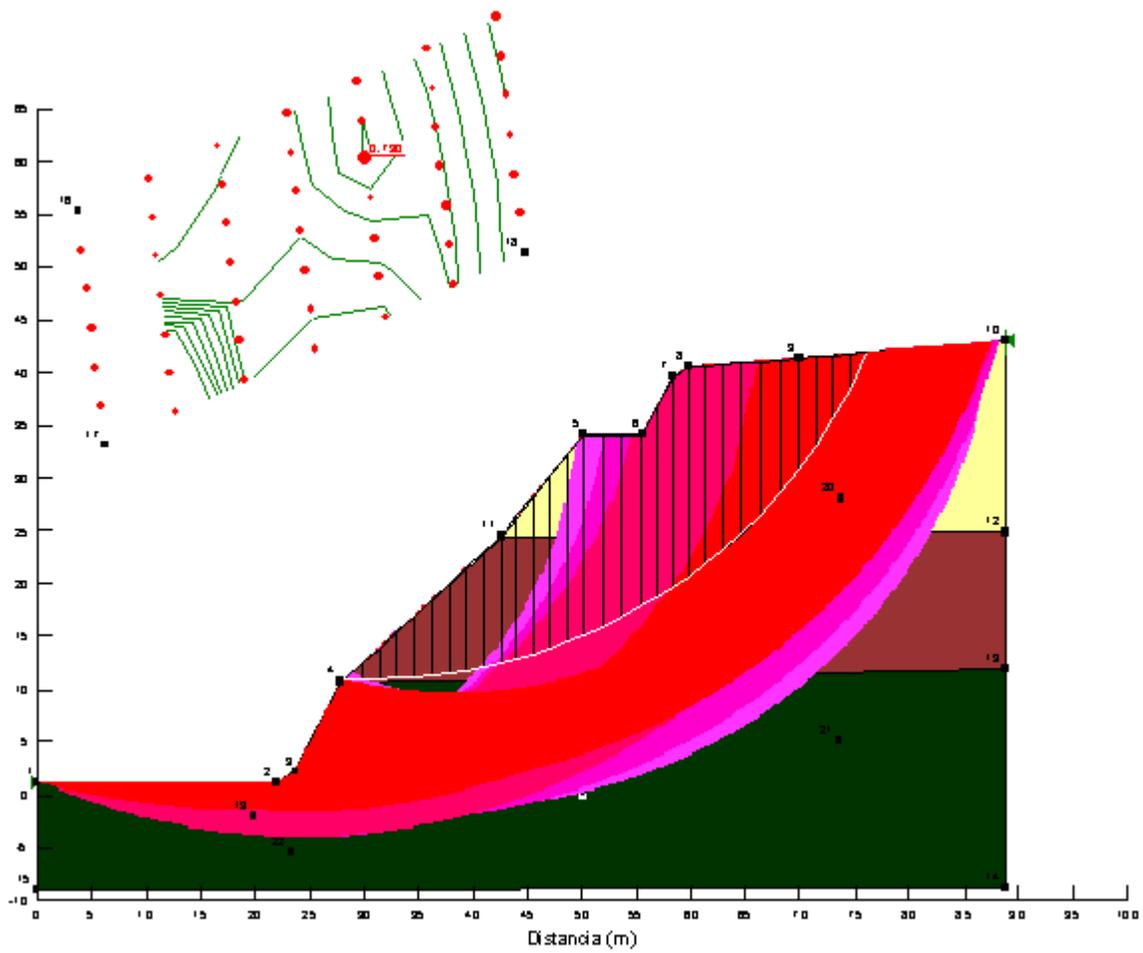




Shear Resistance vs. Distance

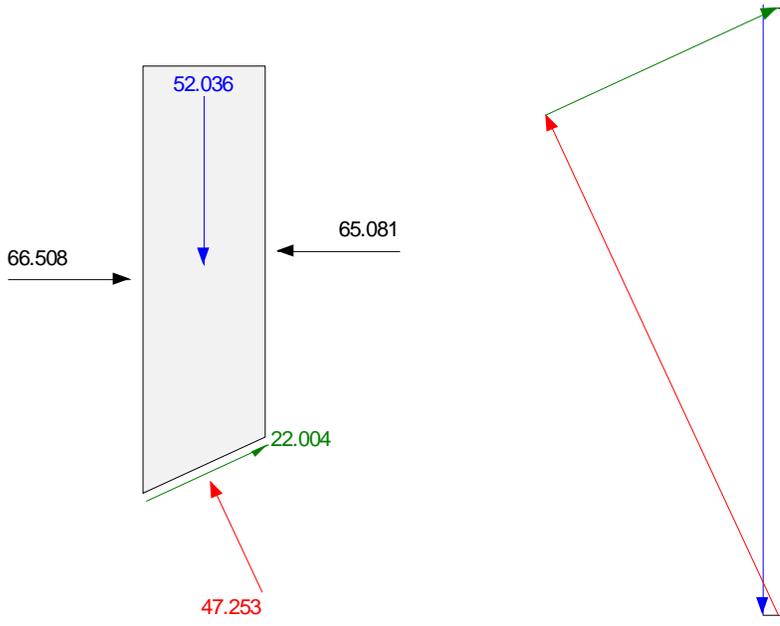


CON SISMO $a_h = 0.4$ $a_v = 0.3$



Bishop FS = 0.790

Slice 16 - Bishop Method



Slice 19 - Bishop Method

