

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO EXPERIMENTAL

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE HORMIGÓN LANZADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, PARA SUELOS LIMOSOS CON PENDIENTES MAYORES A LOS 60 GRADOS EN EL KM 2 + 240 EN EL PASO LATERAL DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”

AUTOR: Luis Rafael López López

TUTOR: Ing. Mg .Lorena Pérez

Ambato – Ecuador

2019

APROBACION DEL TUTOR

En mi calidad de tutor de trabajo de investigación sobre el tema:

“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE HORMIGÓN LANZADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, PARA SUELOS LIMOSOS CON PENDIENTES MAYORES A LOS 60 GRADOS EN EL KM 2 + 240 EN EL PASO LATERAL DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”, desarrollado por el señor: Luis Rafael López López egresado de la carrera de Ingeniería Civil, pongo en consideración que dicho informe investigativo reúne todos los requisitos técnicos y científicos el cual está acorde a lo que establece el Reglamento de Graduación de Pregrado, modalidad Trabajo Estructurado de manera independiente de la Universidad Técnica de Ambato y en el Normativo para la presentación de proyectos de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo para ser sometido a evaluación del Jurado Examinador designado por el H. Concejo Directivo.

Ambato, Julio de 2019



Ing. Mg. Lorena Pérez

Tutora del Proyecto

AUTORÍA

Yo, Luis Rafael López López, con cedula de ciudadanía N° 060303218-6 tengo a bien informar que las ideas plasmadas en este proyecto experimental: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE HORMIGÓN LANZADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, PARA SUELOS LIMOSOS CON PENDIENTES MAYORES A LOS 60 GRADOS EN EL KM 2 + 240 EN EL PASO LATERAL DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA.", de igual manera los contenidos, análisis, conclusiones y recomendaciones son de mi absoluta responsabilidad de acuerdo al estudio realizado en la presente.

Ambato, Julio del 2019

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above a horizontal dashed line.

Egdo. Luis Rafael López López

C.I. 0603032186


AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto Experimental parte de ella, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según normas de la institución.

Cedo derechos en línea patrimoniales de este mí Proyecto Experimental con fines de difusión pública, también concedo la reproducción total de este Proyecto Experimental dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando dicha reproducción no suponga ganancia económica alguna y se lo haga respetando todos mis derechos como autor.

AUTOR

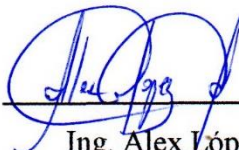


Luis Rafael López López

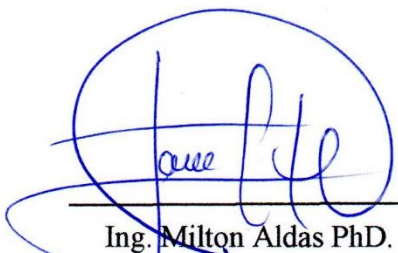
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de calificación de grado aprueban el Trabajo Experimental: **“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE HORMIGÓN LANZADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, PARA SUELOS LIMOSOS CON PENDIENTES MAYORES A LOS 60 GRADOS EN EL KM 2 + 240 EN EL PASO LATERAL DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAGUA”** realizado por el Sr. Luis Rafael López López, egresado de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil.

Para constancia firman:



Ing. Alex López



Ing. Milton Aldas PhD.

Agradecimiento

Mi más profundo y efusivo agradecimiento a Dios, ya que sin él no tendría la doble bendición que hoy la tengo de por fin lograr mi objetivo que se truncó de una u otra manera, y la otra bendición que hablo se la dedico mi madre que siempre estuvo alentándome a no desmayar a seguir adelante y perdonando todos mis fracasos y errores hoy le agradezco el haber confiado en mí siempre.

A la magnífica Universidad Técnica de Ambato con su prestigiosa Carrera de Ingeniería Civil quienes me dan la oportunidad de culminar mi meta.

A mis hermanos por todo el apoyo para lograr estar aquí, y en especial a Ximena mi hermana que nunca perdió la esperanza que yo sea Ingeniero y que hoy lo estoy logrando.

A mi tutora Ing. Ms. Lorena Pérez, por ser una persona inigualable, amable, sabia y con mucho tacto para dirigirme en el proyecto elegido por mí, y a su vez me ayudo a alcanzar con mucho esfuerzo mi meta tan anhelada.

Y a todos quienes de una u otra manera estuvieron en los momentos difíciles de mi carrera, para brindarme su apoyo incondicional.

Dedicatoria

``En la vida hay algo peor que el fracaso: el no haber intentado nada``.

Franklin D. Roosevelt.

Este trabajo de investigación se lo quiero dedicar a mi Madre quien fue la que me apoyo incondicionalmente a culminar esta meta tan anhelada.

A mis hermanos que con su apoyo de igual manera supieron ayudarme a lograr este objetivo muy esperado por ellos también.

A mi hermana Ximena que me supo guiar, aconsejar y alentar siempre y en todo momento para que no desmayara y pueda ser alguien en la vida.

Gracias a todos los que confiaron en mí, y sobre todo a Dios por permitirme llegar a este día tan esperado por mí, te lo agradezco mucho Dios.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

Aprobación del Tutor.....	II
Autoría del trabajo experimental.....	III
Derecho de autor.....	IV
Aprobación del tribunal de grado.....	V
Agradecimiento.....	VI
Dedicatoria.....	VII
Resumen Ejecutivo.....	XV
Abstract.....	XVI

ÍNDICE

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1	Tema del trabajo experimental.....	1
1.2	Justificación.....	1
	1.2.1 Concreto lanzado con refuerzo de malla electrosoldada.....	3
1.3	Objetivos.....	5
	1.3.1 Objetivo General.....	5
	1.3.2 Objetivos específicos.....	5

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Fundamentación Teórica.....	6
	2.1.1 Métodos del trabajo experimental.....	6
	2.1.1.1 De Campo.....	6
	2.1.1.2 De Laboratorio.....	7
2.1.2	Ensayos.....	8
	2.1.2.1 Contenido de Humedad.....	8
	2.1.2.2 Granulometría.....	8
	2.1.2.3 Plasticidad.....	10

2.1.2.4	Densidad.....	11
2.1.2.5	Corte Directo.....	11
2.1.2.6	Ángulo de Fricción.....	1
2.1.2.7	Cohesión.....	13
2.1.3	Estabilidad de Taludes.....	13
2.1.3.1	Talud.....	14
2.1.3.1.1	Partes de un Talud.....	15
2.1.3.2	Factores que ocasionan fallas de estabilidad.....	17
2.1.3.3	Tipos de roturas más comunes.....	17
2.1.3.4	Medidas de Protección Superficial.....	22
2.1.3.4.1	Estabilidad de Taludes.....	22
2.1.3.5	Sistemas de Protección y Refuerzo.....	23
2.1.3.6	Conformación de Talud.....	23
2.1.3.6.1	Protección de la Superficie del Talud.....	24
2.1.3.6.2	Control de Agua Superficial y subterránea.....	24
2.1.3.6.3	Mantas biodegradables o geotextiles.....	25
2.1.3.6.4	Mantenimiento de césped en taludes.....	26
2.1.3.6.5	Hormigón Lanzado.....	28
2.2	Hipótesis.....	39
2.2.1	Hipótesis de Trabajo.....	41
2.3	Señalamiento de Variables.....	41
2.3.1	Variable Independiente.....	41
2.3.2	Variable Dependiente.....	41

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1	Enfoque.....	40
3.2	Modalidad Básica de la Investigación.....	40
3.2.1	Investigación de Campo.....	40
3.2.2	Aporte Bibliográfica.....	41
3.2.3	Investigación Experimental.....	41
3.3	Nivel o tipo de Investigación.....	42
3.4	Población y muestra.....	42
3.4.1	Población.....	42

3.4.2	Muestra.....	42
3.5	Operacionalización de Variables.....	43
3.5.1	Operacionalización de la Variable Independiente.....	43
3.5.2	Operacionalización de la Variable Dependiente.....	44
3.6	Recolección de la Información.....	45
3.6.1	Plan para la recolección de información.....	45

CAPÍTULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	Análisis de Resultados.....	46
4.1.1	Zonificación Geotécnica.....	46
4.1.2	Estratigrafía.....	46
4.1.3	Antecedentes de la Propuesta.....	47
4.1.4	Estudio Geológico.....	48
4.1.5	Geografía, estratigrafía y litología.....	49
4.1.6	Estructura geológica y discontinuidades.....	49
4.1.7	Formación Macuchi.....	50
4.1.8	Formación Yunguilla.....	50
4.1.9	Formación Pisayambo.....	51
4.1.10	Ensayos mecánica de suelos.....	52
4.1.10.1	Propiedades físicas de los suelos.....	52
4.2	Estabilización del talud con la técnica de hormigón lanzado y malla electrosoldada.....	54
4.2.1	Superficies donde se aplica el concreto lanzado.....	55
4.2.2	Ventajas que ofrece el concreto lanzado.....	55
4.2.3	Métodos de aplicación del concreto lanzado.....	55
4.3	Aplicación del concreto lanzado.....	56
4.3.1	Pasos para proyectar hormigón lanzado.....	56
4.3.2	Control de materiales.....	60
4.4	Tablas de laboratorio de ensayo de suelo del talud por corte directo.....	63
4.5	Cálculo Tipo para Factor de Seguridad de Talud.....	66

	4.5.1 Metodo de Fellenius.....	67
4.6	Tablas del cálculo del Factor de Seguridad.....	71
	4.6.1 Valor obtenido del Factor de Seguridad por el método de Fellenius de la muestra número 2 del talud, en la Abscisa 2+200.....	71
	4.6.2 Valor obtenido del Factor de Seguridad por el método de Fellenius de la muestra número 2 del talud, en la Abscisa 2+180.....	71
4.7	Diseño de la cuneta de coronación.....	72
	4.7.1 Cunetas de coronación.....	72
	4.7.2 Características de las zanjas de coronación.....	73
	4.7.3 Normas de Diseño.....	73
	4.7.3.1 Método Racional.....	73
	4.7.4 Diseño de cuneta de coronación.....	74
	4.7.4.1 Formula de Manning (ecuación de la continuidad).....	75
	4.7.4.2 Coeficiente de escorrentía C.....	76
	4.7.4.3 Tiempo de concentración.....	77
	4.7.5 Malla Electrosoldada.....	80

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.....	81
5.2	Recomendaciones.....	82

MATERIALES DE REFERENCIA

1.	Bibliografía.....	83
	1.1 Webliografía.....	84

ANEXOS

1.1	Resultados de ensayos de laboratorio de suelos.....	86
-----	---	----

1.2	Anexo fotográfico.....	106
1.3	Anexo ubicación.....	108
1.4	Anexo materiales.....	110
1.5	Anexo de manual de bolsillo para construcción de talud con hormigón proyectado o lanzado.....	119
1.6	Anexo de especificaciones técnicas para talud con hormigón proyectado.....	122
1.7	Anexo de precios unitarios.....	142
1.8	Anexo de presupuesto de la obra.....	153

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No.01	Juego de tamices.....	9
Gráfico No.02	Nomenclatura Talud –Ladera.....	14
Gráfico No.03	Clasificación de Taludes.....	15
Gráfico No.04	Forma de taludes.....	15
Gráfico No.05	Partes de talud artificial vs ladera natural.....	17
Gráfico No.06	Rotura de talud de forma circular.....	18
Gráfico No.07	Falla por erosión.....	19
Gráfico No.08	Falla por licuación	19
Gráfico No.09	Falla por erosión laminar	20
Gráfico No.10	Falla por erosión eólica	21
Gráfico No.11	Falla interna o pinping	21
Gráfico No.12	Falla por erosión en cárcavas.....	43
Gráfico No.13	Drenaje superficial.....	26
Gráfico No.14	Mantas biodegradables o geo textiles.....	27
Gráfico No.15	Mantenimiento de taludes.....	28
Gráfico No.16	hormigón lanzado.....	49
Gráfico No.17	Pates del anclaje en el hormigón proyectado.....	49
Gráfico No.18	Muro Anclado de Hormigón Proyectado.....	50
Gráfico No.19	Muro Anclado de Hormigón proyectado.....	50

Gráfico No.20 Talud de Estudio, Tesis.....	49
Gráfico No.21 Ubicación de talud en el Cantón Ambato.....	53
Gráfico No.22 Talud reforzado con concreto lanzado y malla electrosoldada.....	58
Gráfico No.23 Perfil para talud y limpieza con chorros de agua.....	60
Gráfico No.24 Clavijas para asegurar la malla de refuerzo.....	61
Gráfico No.25 Varillas de calibración.....	61
Gráfico No.26 Primera capa de concreto.....	62
Gráfico No.27 Colocación de la malla electrosoldada.....	62
Gráfico No 28: Segunda capa de concreto.....	63
Gráfico No 29: Anclaje Tipo.....	66
Gráfico No 30: Partes de un anclaje.....	66
Gráfico No 31: Colocación del anclaje.....	66
Gráfico No 32: Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte.....	67
Gráfico No 33: Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte.....	67
Gráfico No 34: Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte.....	68
Gráfico No 35: Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte.....	68
Gráfico No 36: Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte.....	69
Gráfico No 37: Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte.....	69
Gráfico No 38: Fuerzas actuantes en cada una de las dovelas.....	71
Gráfico No 39: Detalle típico de una cuneta de coronación.....	76
Gráfico No 40: Elementos geométricos de la sección transversal de un canal.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.01 Información de sondeos.....	7
Tabla No.02 Clasificación de Suelos Sistema S.U.C.S.....	8
Tabla No.03 Serie de Tamices para el ensayo según norma ASTM 422.....	9
Tabla No.04 Sistemas de Protección y refuerzo de taludes.....	24
Tabla No.05 Diámetros mínimos de perforación para anclajes.....	32
Tabla No.06 Factores de Seguridad Recomendados	31
Tabla No.07 Formulas empíricas para determinar la longitud de empotramiento.....	34
Tabla No.08 Factores de seguridad para diseño de taludes.....	37
Tabla No.09 Factores Influyentes en la inestabilidad de los taludes.....	52
Tabla No.09 Tiempos de fraguado y resistencia inicial de concreto lanzado.....	51
Tabla No.10 Gradación para los agregados del concreto lanzado.....	64

Tabla No.11 Tipos de malla electrosoldada.....	65
Tabla No.12 Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción.....	67
Tabla No.13 Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción	68
Tabla No.14 Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción.....	69
Tabla No.15 Factores de seguridad recomendados (Geo, Hong Kong, 1984).....	70
Tabla No.16 Factores de seguridad recomendados para rehabilitación de taludes fallados FS, para un periodo de retorno de 10 años (Geo, Hong Kong, 1984).....	71
Tabla No.17 Datos de laboratorio de suelos.....	72
Tabla No.18 Factor de seguridad.....	75
Tabla No.19 Factor de seguridad.....	75
Tabla No.20 Factor de seguridad.....	75
Tabla No.21 Coeficiente de escorrentía C.....	78
Tabla No.22 Secciones típicas de canales.....	79
Tabla No 23: Criterio para asumir la base o solera b.....	79
Tabla No 24: Coeficiente de rugosidad de Manning.....	80
Tabla No 26: Valores del Intensidad de lluvia.....	81
Tabla No 27: Cálculo de las dimensiones de la cuneta de coronación.....	83
Tabla No 28: Dimensiones Malla Electrosoldadas en el mercado.....	84

INDICE DE FIGURAS

Figura No.01 Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte.....	54
Figura No.02 Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte.....	54
Figura No.03 Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción.....	54
Figura No.04 Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte.....	55
Figura No.05 Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte.....	55
Figura No.06 Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción.....	55
Figura No.07 Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte.....	56
Figura No.08 Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte.....	56
Figura No.09 Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción.....	56

RESUMEN EJECUTIVO

Tema: “Estudio del comportamiento de hormigón lanzado en la estabilización de taludes, para suelos limosos con pendientes mayores a los 60 grados en el km 2 + 240 en el paso lateral del cantón Ambato provincia de Tungurahua.”

Autor: Luis Rafael López López

Tutor: Ing. Lorena Pérez

El presente trabajo, se inició con la toma de muestras del talud, mismo que se encuentra ubicado en el paso lateral del cantón Ambato, estos análisis fueron desarrollados en los laboratorios de suelos de la Universidad Central del Ecuador (UCE), aplicando normas ASTM: Granulometría ASTM D422, Humedad ASTM D2216-10 y Corte Directo ASTM D3080, siendo necesarios para obtener el ángulo de fricción y la cohesión del suelo del talud, los cuales nos permiten obtener el factor de seguridad (F.S).

Se determinó el factor de seguridad (F.S) con el método de Fellenius o de las rebanadas mismo que se realizó en la hoja de cálculo Excel, mediante programación.

Con el F.S obtenido se determinó que el talud es inestable ya que nos dio un valor menor al permitido ($F.S < 1.5$) dentro de la estabilidad requerida para el mismo, ya que la composición del suelo también es de muy baja calidad (arenoso-limoso).

Con el análisis del talud, se determinó que, se debe estabilizar el mismo mediante el uso del hormigón lanzado, ya que este presta una gran estabilidad a taludes, muros, etc., y evita que futuros deslizamientos de tierra ocurran, ya que debido a sus excelentes prestaciones de estabilidad es muy recomendado para dicho trabajo.

Se indica maneras de como colocar y con que otros elementos estructurales combinar como por ejemplo: malla electrosoldada y anclajes, mismos que ayudan aún más a la estabilidad del talud.

Se determinó que el comportamiento del hormigón lanzado en taludes es excelente ya que este evita de manera casi inmediata los deslizamientos del suelo, y así evitamos problemas futuros dentro de la vía.

ABSTRACT

THEME: "Study of the behavior of concrete launched in the stabilization of slopes, for silty soils with slopes greater than 60 degrees in km 2 + 240 in the lateral passage of the town Ambato province of Tungurahua."

In the present project, began with the sampling of the slope, which is located in the lateral passage of the Ambato Town, these analyzes were developed in the soil laboratories of the Central University of Ecuador (UCE), applying ASTM standards: Granulometry ASTM D422, Humidity ASTM D2216-10 and Direct Cut ASTM D3080, being necessary to obtain the angle of friction and the cohesion of the slope floor, which allow us to obtain the safety factor (FS).

The safety factor (F.S) was determined with the method of Fellenius or the same slices that were made in the Excel spreadsheet, programmatically.

With the FS obtained, it was determined that the slope is unstable since it gave us a lower value than allowed ($FS < 1.5$) within the stability required for it, since the soil composition is also of very low quality (sandy-silty).

With the analysis of the slope, it was determined that it must be stabilized by the use of the concrete released, since it lends great stability to slopes, walls, etc., and prevents future landslides from occurring, since due to Its excellent stability performance is highly recommended for such work.

Ways of how to place and with which other structural elements to combine are indicated, such as: electro-welded mesh and anchors, which further help the stability of the slope.

It was determined that the behavior of the concrete thrown on slopes is excellent since it almost immediately prevents landslides, and thus avoids future problems within the road.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

“Estudio del comportamiento de hormigón lanzado en la estabilización de taludes, para suelos limosos con pendientes mayores a los 60 grados en el km 2 + 240 en el paso lateral del cantón Ambato provincia de Tungurahua.”

1.2 JUSTIFICACIÓN

La topografía que se presenta en la cordillera central del Ecuador es muy irregular lo que ocasiona a las carreteras que están en estudio o que se construyeron sean sinuosas con curvas cerradas, pendientes elevadas, cortes de suelo pronunciados lo que provocan taludes de gran tamaño y de un elevado índice de inclinación.

Por este motivo existen problemáticas consideradas corrientes, y se presentan impactos negativos por la intervención que se da al suelo cuando se realiza un estudio y por consiguiente la construcción de un eje vial de importancia alta. Los impactos pueden ser:

- Daño superficial provocado por erosión y la inestabilidad del talud.
- Transformación de la topografía del lugar donde pase el eje vial.
- Contaminación del suelo por los materiales a usarse para la construcción de la carretera.

La necesidad de optimizar la interacción de técnicas de control de erosión y de estabilización ha llevado a crear nuevas maneras experimentales con métodos

técnicos y soluciones sustentables que permitan dar una respuesta factible, económica y armónica a los aspectos negativos de los taludes.

En el Ecuador las carreteras sufren interrupciones continuas de tráfico vehicular debido a deslizamientos de laderas (naturales) y de taludes (artificiales), este último ya sea por un mal diseño, o a su vez por la falta de mantenimiento.

El problema se agrava en zonas donde las condiciones climáticas son severas y cuando se tiene suelos de baja estabilidad (depende del tipo de suelo), desembocando en costosas reconstrucciones.

Las causas que hacen que las carreteras se cierren son:

- Periódicos deslizamientos por fenómenos naturales (lluvia, viento, movimientos telúricos, etc.)
- Interrupción de tráfico vehicular.
- Elevados costos de mantenimiento, por no construir taludes con estudios de suelo y buenos diseños de los mismos.
- Pérdida de tiempo y aglomeramiento masivo de vehículos en ambas direcciones de la vía.
- Accidentes y/o muertes en el peor de los casos.

Se conoce con el nombre genérico de taludes cualesquiera superficies inclinadas respecto a la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las masas de tierra. Son obras, normalmente de tierra que, se construyen a ambos lados de la vía (tanto en excavaciones como en terraplén) con una inclinación tal que garantice la estabilidad de la obra[1].

Los taludes tienen una zona de emplazamiento que comprende, además de la vía, una franja de terreno a ambos lados de la misma. Su objetivo es tener suficiente terreno en caso de ampliación futura de la carretera y atenuar en gran medida, los

peligros de accidentes motivados por obstáculos dentro de dicha zona, los cuales deben ser eliminados.

Un talud es sin duda la estructura de mayor complejidad en las construcciones de vías terrestres; por esta razón es que los taludes se les deberán dar la inclinación apropiada con el objetivo de minimizar el movimiento de tierras y/o transporte de la misma; y a demás es para lograr una excelente estabilidad de los mismos ya que de esto dependerá mucho la durabilidad del talud y la garantía de no tener una vía con obstáculos.

El poder hablar de parámetros de resistencia del suelo que forma el talud implica requisitos mínimos en lo que refiere a la naturaleza de los materiales constitutivos y su disposición, de manera que pueda hablarse de homogeneidad o de una estratificación bien conocida y bien definida, dependerá de un grupo de especialistas, con base en estudios exploratorios someros y en técnicas de laboratorio elementales.

Las recomendaciones se basan generalmente en la experiencia anterior, en el conocimiento de los materiales y necesariamente, en los lineamientos de una política general establecida por la institución o ente natural que proyecta[2].

1.2.1 Concreto lanzado con refuerzo de malla electrosoldada

En taludes conformados por roca de mala calidad, en los cuales la adherencia entre el concreto lanzado con la superficie del talud es baja, se debe utilizar una malla electrosoldada para aumentar la resistencia y la protección del talud.

Se debe fijar al talud una malla electrosoldada, con sus respectivos elementos de anclaje según las especificaciones presentadas en el diseño. Se debe tener especial cuidado al instalar la malla, ya que se busca que ésta quede despagada del talud, de tal forma que cuando se lance el concreto se obtenga un recubrimiento a ambos lados de la misma. Así mismo, se deben dejar instalados los sistemas de drenaje necesarios que se indiquen en el diseño, previo a la aplicación del concreto.

Previo al lanzamiento del concreto, se debe preparar la superficie, bien sea mediante el uso de chorros de aire y agua que remuevan polvo, rocas sueltas o cualquier otro elemento extraño en la superficie del talud. Adicionalmente se debe controlar que la distancia de aplicación del concreto no exceda los 1,00 m a 1,50 m.

Las especificaciones del concreto y de la malla, así como de otros elementos o mecanismos que se utilizan en los trabajos se deben realizar según lo especificado en los planos de diseño, la resistencia mínima del concreto debe ser de 21 MPa, y su colocación debe realizarse mediante un sistema de bombeo de concreto, compuesto por los siguientes equipos:

- Bomba para concreto
- Compresor
- Manguera lanzadora de concreto
- Manguera transportadora de aire

El concreto debe cubrir totalmente la malla colocada sobre la superficie del talud, y tener un espesor mínimo de 50 mm[3].

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

“Estudiar el comportamiento de hormigón lanzado en la estabilización de taludes, para suelos limosos con pendientes mayores a los 60 grados en el km 2 + 240 en el paso lateral del cantón Ambato provincia de Tungurahua.”

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener el factor de seguridad de un talud por el método de Fellenius.
- Determinar las distintas propiedades de un suelo: densidad, ángulo de fricción y cohesión.
- Analizar las diferentes ventajas del uso de hormigón lanzado en la estabilización de taludes.

CAPÍTULO II

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 MÉTODOS DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

2.1.1.1 DE CAMPO

Se realiza observación directa de la estratigrafía y se toma muestras con el fin de hacer ensayos de laboratorio.

Se realizó un reconocimiento de lugar de estudio, mediante visualización de campo, prestando especial atención a las formaciones presentes y el origen de sus materiales. Este trabajo se recolecto un numero de muestras de suelo tres (3) en total.

Los trabajos de campo para la investigación geotécnica consistieron en la realización de tres (3) perforaciones, con ensayo de penetración estándar (SPT) cada metro de acuerdo a la norma NTE (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA) INEN 689, según se detalla en la Tabla No.1.

Código	Talud	Sondeo	Este	NORTE	Profundidad(m)	Tipo	Observaciones
P1 (Av.Indoamérica)	T-1	P1	766499	9863516	9.00	SPT	Corona
P2 (Av.Indoamérica)	T-1	P2	766522	9863426	8.00	SPT	Corona
P3 (Av.Indoamérica)	T-1	P3	766530	9832450	6.00	SPT	Corona
P4 (Av. Rodrigo Pachana)	T-2	P1			4.00	SPT	Corona
P5 (Calle Pérez)	T-3	P1	765224	9864057	7.00	SPT	Corona
P6 (Estadio Atocha)	T-4	P1		9864057	5.00	SPT	Corona

Tabla No 1.- Información de sondeos

Para cada sondeo realizado se recuperaron muestras alteradas en cada metro de perforación, usando para este propósito un muestreador tipo cuchara partida y se registraron los valores del “N” del SPT, para los últimos 30cm de penetración de la cuchara.

Todas las muestras obtenidas durante el sondeo, fueron identificadas y clasificadas INSITU por el ingeniero jefe de campo, usando el método de Clasificación Manual Visual.

2.1.1.2 DE LABORATORIO

Con el único fin de determinar las características físicas y mecánicas de los suelos y analizar la estabilidad de los taludes se efectuarán los siguientes ensayos de laboratorio:

- Contenido de Humedad
- Granulometría
- Densidad
- Plasticidad
- Corte Directo

2.1.2 ENSAYOS

2.1.2.1 Contenido de Humedad

Norma ASTM D 2216-10

El contenido de humedad es la cantidad de agua que se encuentra en un material, la importancia de esta propiedad del suelo se representa junto con la cantidad de aire, son dos grandes características que explican el comportamiento de un terreno, pueden ser los cambios de volumen, cohesión, estabilidad.

El análisis para determinar el contenido de humedad se realiza en el laboratorio, mediante el secado de la muestra en un horno, donde la relación es expresada en porcentaje entre el peso del agua y el peso de las partículas sólidas de una masa.

2.1.2.2 Granulometría

Norma ASTM D 422

El estudio de la granulometría determina el tamaño de las partículas y mide la importancia que tiene dependiendo de la fracción de suelo que se representa, se pueden encontrar gravas, arenas, limos y arcillas.

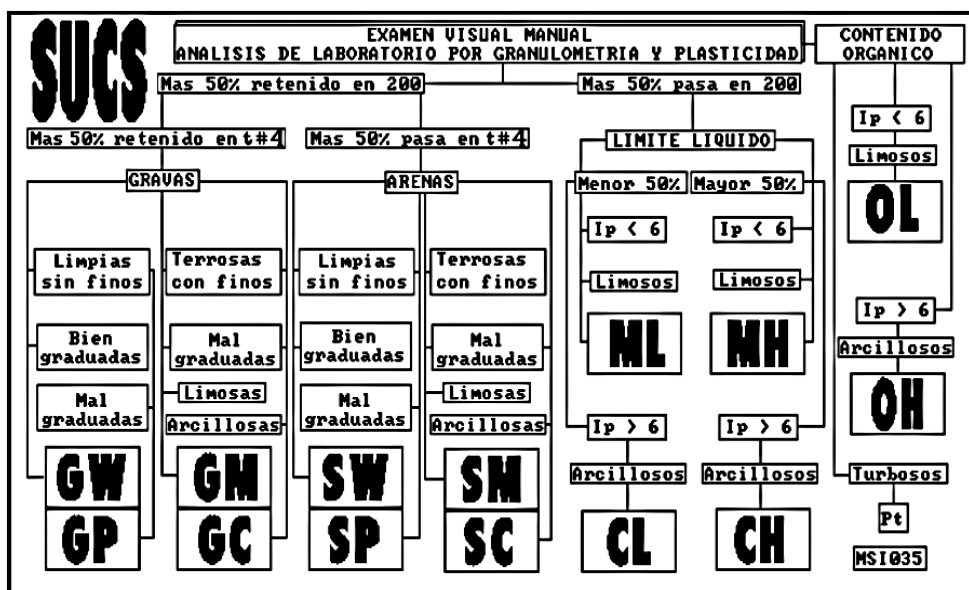


Tabla No 02: Clasificación de Suelos Sistema S.U.C.S
Fuente: Lambe, T. (1973)

La granulometría tiene como finalidad obtener la distribución por tamaño de las partículas en una muestra de suelo, de esta manera se clasifica en el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

El análisis granulométrico por tamizado se enfoca en la separación del suelo ordenando los tamices de mayor a menor abertura, se calcula analíticamente mediante tablas los porcentajes retenidos por cada tamiz y mediante una gráfica se expresa una curva representada en un papel denominado "log-normal" el cual tiene en el eje horizontal una escala logarítmica y en el eje vertical una escala natural.



Gráfico No 01: Juego de tamices

3 in (75.0 mm)	Nº 4 (4.75 mm)
2 in (50.0 mm)	Nº 10 (2.00 mm)
1 1/2 in (37.5 mm)	Nº 20 (0.850 mm)
1 in (25.0 mm)	Nº 30 (0.600 mm)
3/4 in (19.0 mm)	Nº 40 (0.425 mm)
1/2 in (12.5 mm)	Nº 60 (0.250 mm)
3/8 in (9.5 mm)	Nº 100 (0.150 mm)
1/4 IN (6.3 mm)	Nº 200 (0.075 mm)

Tabla No 03: Serie de Tamices para el ensayo según norma ASTM 422
Fuente: Normas ASTM para granulometría

2.1.2.3 Plasticidad

Norma ASTM D 4318-05

Plasticidad

Esta propiedad se debe a que el agua forma una envuelta sobre las partículas laminares produciendo un efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras cuando se ejerce un esfuerzo sobre ellas.

Un Índice de plasticidad bajo como por ejemplo del 5%, significa que un pequeño incremento en el contenido de humedad del suelo, lo transforma de semisólido a la condición de líquido, es decir resulta muy sensible a los cambios de humedad índice de plasticidad alto como por ejemplo del 20%, indica que para que un suelo pase del estado semisólido al líquido, se le debe agregar gran cantidad de agua.

El Índice de plasticidad define el campo plástico de un suelo y representa el porcentaje de humedad que deben tener las arcillas para conservarse en estado plástico.

Índice de plasticidad, este índice ofrece una gran información sobre la composición granulométrica, comportamiento, naturaleza y calidad de la arcilla. El Índice de plasticidad (I_p) se define como la diferencia numérica entre el Límite Líquido (L) y el Límite Plástico (L_p).

$$I_p = L_l - L_p$$

Índice de plasticidad (I_p)

Este análisis de laboratorio que se realiza para determinar la plasticidad que tiene la muestra por medio de la capacidad para absorber una cierta cantidad de agua.

$$\%I_p = \%H * M_m / 100\%$$

2.1.2.4 Densidad

Norma ASTM D 854-02

El ensayo permite obtener la densidad de terreno y así verificar los resultados obtenidos en faenas de compactación de suelos, en las que existen especificaciones en cuanto a la humedad y la densidad.

Tanto el método del cono de arena como el del balón de caucho, son aplicables en suelos cuyos tamaños de partículas sean menores a 50 mm y utilizan los mismos principios, o sea, obtener el peso del suelo húmedo (P hum) de una pequeña perforación hecha sobre la superficie del terreno y generalmente del espesor de la capa compactada.

Obtenido el volumen de dicho agujero (Vol. Exc), la densidad del suelo estará dada por la siguiente expresión:

$$\gamma \text{ hum} = P \text{ hum} / \text{Vol. Exc (grs./cc)}$$

Si se determina luego el contenido de humedad (w) del material extraído, el peso unitario seco será:

$$\gamma \text{ seco} = \gamma \text{ hum} / (1 + w) (\text{grs/cc})$$

2.1.2.5 Corte Directo

ASTM D 3080

El objetivo fundamental del ensayo es aplicar tensiones normales diferentes en las direcciones horizontal y vertical, sobre una probeta cilíndrica. De esta forma, el estado de tensiones tiene simetría de revolución, es decir, las tensiones (y deformaciones) son iguales en todas las direcciones horizontales.

Al mismo tiempo, se controlan el drenaje y la medida de presiones intersticiales.

Consiste en colocar una muestra cilíndrica de suelo dentro de una membrana de caucho o goma, que se introduce en una cámara especial y se le aplica una presión igual en todo sentido y dirección.

Alcanzado ese estado de equilibrio, se aumenta la presión normal o axial (σ_1), sin modificar la presión lateral aplicada (σ_3), hasta que se produzca la falla.

Realizando por lo menos 3 pruebas, con presiones laterales diferentes, en un gráfico se dibujan los círculos de Mohr que representan los esfuerzos de falla de cada muestra y trazando una tangente o envolvente a éstos, se determinan los parámetros ϕ y c del suelo.

Dependiendo del tipo de suelo y las condiciones en que éste trabajará, las alternativas para realizar el ensayo serán consolidados no drenado (CU), no consolidado no drenado (UU) o consolidado drenado (CD).

Los suelos al fallar al corte se comportan de acuerdo a las teorías tradicionales de fricción y cohesión, según la ecuación generalizada de Coulomb:

$$\tau = c' + (\sigma - \mu) \tan \phi'$$

Donde:

τ = Esfuerzo de resistencia al corte

c' = Cohesión

σ = Esfuerzo normal total

μ = Presión del agua intersticial o de poros

ϕ' = Ángulo de fricción interna del material

El análisis de la ecuación de Coulomb requiere predefinir los parámetros, ángulo de fricción y cohesión, los cuales se consideran como propiedades intrínsecas del suelo.

2.1.2.6 Ángulo de Fricción

El ángulo de fricción depende de varios factores, entre ellos algunos de los más importantes son:

- Forma de los granos.
- Tamaño de los granos.
- Distribución de los tamaños de granos.
- Densidad.

2.1.2.7 Cohesión

La cohesión es una medida de la cementación o adherencia entre las partículas de suelo. La cohesión en mecánica de suelos es utilizada para representar la resistencia al cortante producida por la cementación.

En suelos eminentemente granulares en los cuales no existe ningún tipo de cementante o material que pueda producir adherencia, la cohesión se supone igual a 0 y a estos suelos se les denomina “Suelos no Cohesivos”.

2.1.3. ESTABILIDAD DE TALUDES

La mayoría de problemas que se necesita resolver es el correspondiente a los fenómenos de inestabilidad de taludes en cortes y terraplenes. Un talud de tierra no se puede considerar estable indefinidamente, porque tarde o temprano esta estabilidad se ve afectada debido a los agentes naturales como, presiones hidrostáticas, intemperismo y la más grande que es la erosión.

Los taludes se dividen en naturales o artificiales, el primer término se refiere a las laderas que aunque han permanecido estables por años, éstas pueden fallar de un momento a otro por sismicidad, circulación de agua subterránea, resistencia de suelo, cambios de topografía, o factores de tipo antrópico que modifiquen el estado natural de estabilidad que goza.

También puede ser un aumento temporal de cargas, la reducción de resistencia de suelo o en su defecto una redistribución de esfuerzos en el suelo pueden ser las

causas que el talud se deslice hasta encontrar una posición más estable. La estabilidad se la confía al material que está conformado y al valor soportante del suelo al pie del talud[4].

2.1.3.1 TALUD

Un talud es una masa de tierra que no es plana, al contrario muestra un cierto tipo de inclinación o cambios de altura.

Técnicamente ladera es cuando su formación es de manera natural, y talud es ya cuando se usaron técnicas constructivas.

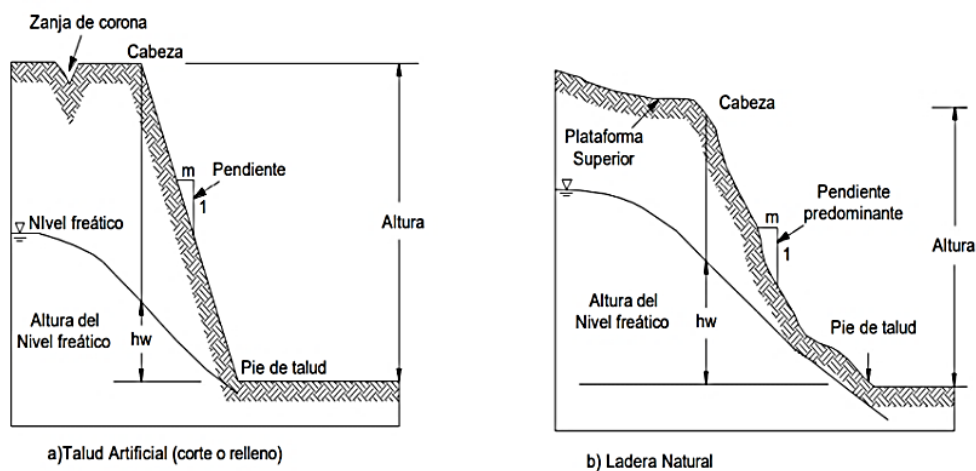


Gráfico No 2: Nomenclatura Talud – Ladera
Fuente: Suárez, Jaime, Análisis Geotécnico

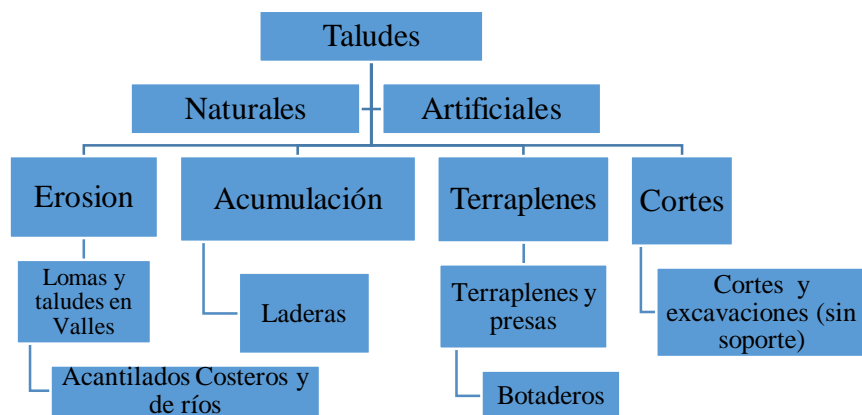


Gráfico No 3: Clasificación de Taludes
Fuente: Rafa López

Las obras de infraestructura lineal (carreteras y ferrocarriles), canales, conducciones, explotaciones mineras, y en general cualquier construcción que requiera una superficie plana en una zona de pendiente, o alcanzar una profundidad determinada por debajo de la superficie, precisan la excavación de taludes (desmontes si dan lugar a un solo talud y trincheras si la excavación presenta un alud a cada lado).

Los taludes se construyen con la pendiente más elevada que permite la resistencia del terreno, manteniendo unas condiciones aceptables de estabilidad.

El diseño de taludes es uno de los aspectos más importantes de la ingeniería, pues está presente en la mayoría de las actividades constructivas o extractivas[5].

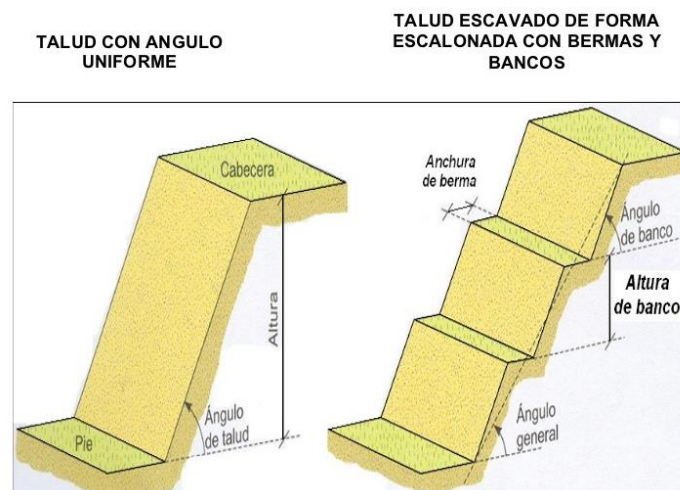


Gráfico No 4: Forma de Taludes
Fuente: Rafa López

2.1.3.1.1 PARTES DE UN TALUD

Existen varios términos con los cuales definir un talud. El talud comprende una parte alta o superior convexa con una cabeza, cima, cresta o escarpe, donde se presentan procesos de erosión.

Una parte intermedia semi-recta y una parte baja o inferior cóncava con un pie, base o pata, es aquí donde se recogen los materiales que caen del talud[6].

- **Cabeza, cresta, cima o escarpe**

Cabeza se refiere al cambio brusco de pendiente en la parte superior del talud o ladera. La forma de la corona es casi siempre convexa[6].

- **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 cabeza siempre no son accidentes topográficos bien marcados[6].

- **Pendiente**

Es la inclinación de la superficie del talud o ladera. Puede medirse en grados, porcentajes o en relación $m=1$, donde m es la distancia horizontal que indica una unidad de distancia vertical. Ejemplo: $45^\circ = 100\% = 1H:1V$.

Por lógica una ladera de mayor altura será formada por materiales rocosos de mucha resistencia a presiones, y los de menor altura por materiales arenosos, limosos de poca resistencia a presiones[6].

- **Pie, Pata o Base**

El pie es el lugar donde se produce el cambio brusco de la pendiente en la parte inferior del talud o ladera. La forma de un pie en una ladera es casi siempre cóncava[6].

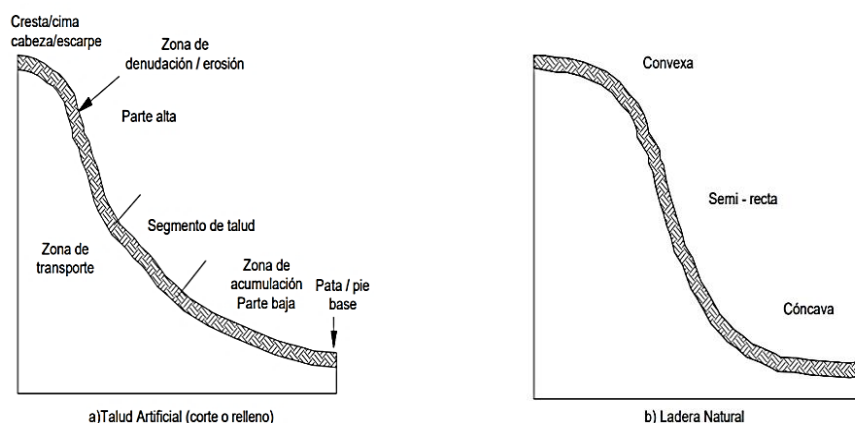


Grafico No 5: Partes Talud Artificial – Ladera Natural
Fuente: Suárez, Jaime, Análisis Geotécnico

2.1.3.2 FACTORES QUE OCASIONAN FALLAS DE ESTABILIDAD

La constante intervención por parte de un entendido en taludes puede ser de graves consecuencias en la estabilidad de taludes, a continuación se menciona una reseña de procesos constructivos que comúnmente causan problemas:

1. Sobrecarga en estratos con rellenos no compactados, muchas de las veces basura o desperdicios de desalojo de materiales.
2. Modificación de condiciones naturales que presentaba el talud, como zanjas o excavaciones profundas.
3. Remoción por corte, de algún estrato fino de material permeable que funciona como un manto natural drenante de estratos de arcilla suave.
4. Mal drenaje de aguas lluvias desde la cima del talud.
5. Exposición al aire y al agua sin ningún tipo de reforzamiento.
6. Sismo o movimientos telúricos naturales.

“La inestabilidad de taludes es una noción general que se refiere a lo propenso de ocurrencia de cierto grado o intensidad de movimiento masivo de un talud. En términos geomorfológicos, se considera la inestabilidad como un mecanismo de transformación de la forma de la tierra. Por el cual los materiales que constituyen un talud ajustan su altura y ángulo de reposo a los cambios de las nuevas condiciones hidro-climáticas, geomorfológicas y bióticas.

En la ingeniería, la estabilidad de un talud se considera como grado y frecuencia de movimiento de una masa de suelo que hace peligrar el desarrollo normal de estructura y de la actividad humana” [6].

2.1.3.3 TIPOS DE ROTURA MÁS COMUNES

• Rotura o falla circular de pie

Puede ser aproximadamente circular (la más frecuente), con su extremo inferior en el pie del talud, (deslizamiento de pie), cuando éste está formado por terreno

homogéneo o por varios estratos de propiedades geotécnicas homogéneas, o por estrato de suelo con poca compresibilidad, el tipo de suelo influye mucho en este tipo de roturas.

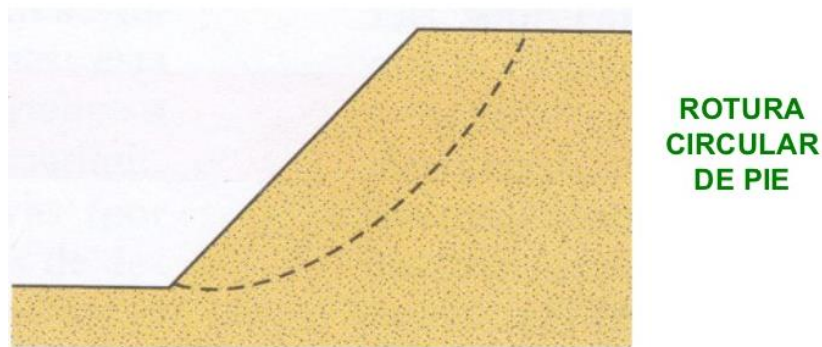


Grafico No 6: Rotura de Talud de forma circular
Fuente: Suárez, Jaime, Análisis Geotécnico

- **Rotura o falla por movimiento del Cuerpo de Talud**

Se produce por un movimiento superficial lento, y éste lo convierte en uno tan brusco que puede llegar a afectar una gran masa de suelo, dañando todo el cuerpo en si del talud. Se lo conoce también como deslizamiento de tierras. También hay fallas por rotación que define una superficie curva a lo largo de la cual ocurre el movimiento del talud y las fallas por traslación que ocurren a lo largo de toda la superficie débil del talud[7].

- **Rotura o Falla por Erosión**

Son fallas de tipo superficial provocadas muchas de las veces por el paso del viento, aguas, etc., en taludes.

Esta falla es más visible y notoria cuando más inclinada sea la ladera del talud[7].



Grafico No 7: Falla por erosión
Fuente: Suárez, Jaime, Análisis Geotécnico

- **Rotura o falla por Licuación**

Suelen ocurrir en la zona de deslizamiento cuando el suelo pasa de una condición firme a la un estado de suspensión, con una pérdida considerable de resistencia al esfuerzo cortante.

Este fenómeno se lo localiza en suelos arcillosos o arenosos poco compactados[7].



Grafico No 8: Falla por licuación
Fuente: Suárez, Jaime, Análisis Geotécnico

- **Rotura o Falla por Erosión**

- **Erosión Laminar**

El proceso de erosión laminar se produce por el impacto (caída) de las aguas lluvias contra la superficie del talud o ladera, complementada con la fuerza de la escorrentía produciendo un lavado de la superficie del terreno como un todo, sin formar canales definidos[7].

Las aguas lluvias al caer levantan partículas de suelo y las reparten sobre la superficie del suelo, la velocidad de la caída de aguas lluvias puede llegar a alcanzar valores de hasta 10 m/s y su efecto es muy grave sobre las superficies de los taludes expuestos sin cubierta vegetal. Esto se agrava cuando la pendiente del talud es muy grande tanto en altura como en longitud[7].



Gráfico No 9: Falla por erosión laminar
Fuente: Suárez, Jaime, Análisis Geotécnico

- **Erosión Eólica**

La fuerza ejercida por el viento sobre la superficie del terreno produce un movimiento de partículas, que son transportadas por saltación, deslizamiento superficial o suspensión, dependiendo del tamaño de las partículas, la duración, la velocidad y la turbulencia del viento.

De esta forma el suelo es sacado de su lugar de origen y depositado en las depresiones naturales del terreno, que generalmente son las zonas bajas y planas de las micros cuencas hidrográficas[7].



Gráfico No 10: Falla por erosión eólica
Fuente: Suárez, Jaime, Análisis Geotécnico

- **Erosión Interna (Pinping)**

El agua al fluir por ductos concentrados dentro del suelo produce erosión interna, la misma que da como resultado derrumbamientos o colapsos que pueden generar hundimientos del suelo o la formación de una cárcava[7].



Grafico No 11: Falla interna o pinping
Fuente: Suárez, Jaime, Análisis Geotécnico

- **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 gran pendiente que conforman el perímetro de la cárcava[7].



Grafico No 12: Falla por erosión en cárcavas
Fuente: Suárez, Jaime, Análisis Geotécnico

2.1.3.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN SUPERFICIAL

2.1.3.4.1 Estabilidad de Taludes

“La estabilidad de taludes en la teoría que estudia la estabilidad o inestabilidad posible de un talud a la hora de realizar un proyecto, o llevar a cabo una obra de construcción de Ingeniería Civil, siendo un aspecto directamente relacionado con la geotecnia.

La construcción de estas estructuras actualmente se basa en estudios de Mecánica de Suelos cuando fue posible aplicar al diseño de taludes normas y criterios, que sistemáticamente toman en cuenta las propiedades mecánicas e hidráulicas de los suelos constitutivos, obteniendo experiencia sobre bases firmes y desarrollando las ideas teóricas que permitan conocer cada vez más detalladamente el funcionamiento particular de estas estructuras.”

Medidas de Estabilización, la estabilización de deslizamientos activos o potencialmente inestables de un talud comprende los siguientes factores:

- Determinar el sistema o combinación de sistemas de estabilización más apropiados, teniendo en cuenta las circunstancias del talud estudiado.
- Diseñar en detalle el sistema a emplear, incluyendo planos y especificaciones de diseño.
- Instrumentación y control durante y después de la estabilización.

Debe tenerse en cuenta que en taludes nunca existen diseños detallados inmodificables y que las observaciones que se hacen durante el proceso de construcción tienden generalmente, a introducir modificaciones al diseño inicial y esto debe preverse en las cláusulas contractuales de construcción[6].

Los sistemas de estabilización se deben clasificar en cinco categorías principales:

- Conformación del talud o ladera
- Recubrimiento de la superficie del talud
- Control de agua superficial y subterránea
- Estructuras de contención
- Mejoramiento del suelo

2.1.3.5 SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y REFUERZO

Los métodos empleados para la corrección de posibles inestabilidades de taludes en suelos se pueden agrupar de forma genérica en dos, por un lado los métodos de protección, y por otro los de estabilización o refuerzo. La principal diferencia entre ambos se centra en que los primeros tratan de evitar que se desarrollen posibles fenómenos de alteración de la zona superficial del talud, lo que puede dar lugar a inestabilidades; mientras que los métodos de refuerzo y estabilización se caracterizan por actuar de forma activa en el caso de que se produzcan dichos fenómenos[8].

Sistemas de protección y refuerzo	Condición	Material empleado	Efecto en el talud
Vegetación	Superficie desprotegida	Hierba, arbustos	Atenuación del viento y las lluvias
Mallas metálicas ancladas	Coluvión y rocas fracturadas	Mallas metálicas	Estabilización y refuerzo superficial
Hormigón proyectado	Suelos inestables	Hormigón y mallas metálicas	Estabilización
Geotextil	Superficie desprotegida	Malla de prolipropileno	Atenuación del viento y las lluvias
Malla de contención sobre vegetación	Suelos inestables	Geomallas y hierba	Estabilización y refuerzo

Tabla No 04: Sistemas de Protección y refuerzo de taludes.

Fuente: REVELO, Vicente. Modelo para estabilización de taludes, 2008

2.1.3.6 CONFORMACIÓN DE UN TALUD

- **Remoción de materiales de la cabeza del talud**

Muy efectivo en la estabilización de deslizamientos rotacionales pero en movimientos muy grandes las masas a remover tendrían una gran magnitud[7].

- **Abatimiento de la pendiente**

El abatimiento de taludes son los trabajos necesarios para mejorar la estabilidad de los cortes y terraplenes, mediante el corte y remoción de material para obtener un talud con menor inclinación, que resulte estable

Es efectivo especialmente en los suelos friccionantes sin embargo no es viable económicamente en taludes de gran altura[7].

- **Terracéo de la superficie**

Además de la estabilidad al deslizamiento, permite construir obras para controlar la erosión no obstante cada terraza debe ser estable independientemente[7].

2.1.3.6.1 Protección de la superficie del talud

Estos recubrimientos pueden complementarse con prácticas de cobertura vegetal. “El recubrimiento de la superficie del talud con productos artificiales puede implicar un aumento en los valores de escorrentía, lo cual requiere de la construcción de estructuras de control de aguas superficiales capaces de manejar los volúmenes producidos de acuerdo a la inestabilidad de lluvias.” [7].

2.1.3.6.2 Control de agua superficial y subterránea

Sistemas tendientes a controlar el agua y sus efectos, disminuyendo fuerzas que producen movimiento y aumentando las fuerzas resistentes[7].

- **Canales superficiales para control de escorrentía**

Se recomienda construirlos como obra complementaria en la mayoría de los casos[7].

- **Subdrenes de zanja**

Muy efectivos para estabilizar deslizamientos poco profundos en suelos saturados subsuperficialmente.” [7].

- **Subdrenes horizontales de penetración**

Efectivos para interceptar y controlar aguas subterráneas relativamente profundas pero se requieren equipos especiales de perforación y su costo puede ser alto[7].

- **Galerías o túneles de subdrenaje**

Efectivos para estabilizar deslizamientos profundos en formaciones con permeabilidad significativa y aguas subterráneas[7].

- **Pozos profundos de subdrenaje**

Útiles en deslizamientos profundos con aguas subterráneas. Efectivos para excavaciones no permanentes.” [7].



Grafico No 13: Drenaje superficial.
Fuente: Sandra Rojas

2.1.3.6.3 Mantas biodegradables o geo textiles

Debido a su estructura tridimensional, ayudan a la estabilización de los terrenos al disminuir los impactos de las aguas lluvia y reducir la escorrentía superficial, facilitando la infiltración del agua en el suelo.

Además al conservar una capa de aire inmóvil entre la cubierta y el terreno, controla la evapotranspiración, mantiene la temperatura y las semillas permanecen inmóviles en el suelo, con lo que favorece su germinación[7].

Las mantas biodegradables tienen ventajas útiles para este tipo de taludes los cuales retienen la humedad, facilitan la fijación de semillas que se pueden instalar en la manta, protegen el terreno del viento fuerte que se presenta en esta región, y de fuertes precipitaciones que se producen a lo largo de la temporada de invierno y

estas mantas se degradan a medida que el talud es colonizado por la vegetación.” [7].



Grafico No 14: Mantas biodegradables
Fuente: Sandra Rojas

2.1.3.6.4 Mantenimiento de césped en taludes

Los trabajos de mantenimiento y reparación son necesarios para obtener el buen funcionamiento del talud. Los trabajos de sembrado y los drenajes de los taludes deben mantenerse y repararse periódicamente.

Los trabajos de sembrado son efectivos solamente después del crecimiento normal de las plantas, sus efectos pueden perdurar por muchos años si estos trabajos de sembrado se mantienen adecuadamente. Las semillas son seres vivientes, por lo que deben mantenerse apropiadamente.

Los trabajos de mantenimiento se dividen en aquellos hasta la terminación de la cobertura total después del sembrado y aquellos hasta la estabilización del sembrado. Los puntos de estos trabajos de mantenimiento por el método usado.

Generalmente el césped no crece bien en la cima del talud, por lo que debe mantenerse adecuadamente.

En relación a los problemas de mantenimiento por condición de suelo, los suelos arenosos se adecuarán mejor al crecimiento de las plantas que los suelos arcillosos, tienden a tener una germinación defectuosa debido a la escasez de agua y la demora

en la formación de cobertura, resultando en daño considerable por erosión después de lluvias fuertes.

Por lo tanto, se requieren rociar material de curado durante los trabajos para cubrir las plantas, tal como emulsión asfáltica, rociar con agua y curar en el verano y proporcionar fertilizantes adicionales tan pronto como sea posible para acelerar la cobertura de toda la superficie si el crecimiento es lento.

En el caso de suelos arcillosos, el crecimiento de las plantas es lento y las plantas son menos dañadas por la erosión, por lo que no se requiere aumentar la velocidad de cobertura.

El tipo de vegetación corresponderá a las condiciones del sitio después de terminada la cobertura. Luego debe aplicarse fertilizante adicional una vez al año hasta que se desarrolle plenamente la capa orgánica capaz de nutrir al sembrío.

En el caso particular de rociado de semilla y rociado de semilla con barro, el fertilizante adicional se requiere por 2 a 3 años después del rociado[7].



Gráfico No.15: Mantenimiento de taludes

Fuente:

<http://www.eldiariodelfindelmundo.com/uploads/imagenes/repositorio/2007/2/22/1010/201604051259041e48c4420b7073bc11916c6c1de226bb.jpg>

Se rociará fertilizante que tiene tres elementos: nitrógeno, ácido fosfórico y potasio mezclados en cantidades iguales, cuya cantidad convertida a nitrógeno puro es de 10 a 20 gr/m³. La aplicación de fertilizante adicional una vez por año será suficiente para los taludes que no requieren ajuste.

El fertilizante adicional debe rociarse con las manos o mediante rociador desde la cima o el pie del talud.” [7].

2.1.3.6.5 Hormigón Lanzado

Se define también como hormigón lanzado o proyectado a la mezcla de cemento y agregado y puede ser colocado en seco o por vía húmeda, generalmente es colocado con una malla de refuerzo acoplado con tubos de PVC para evitar presiones de poro por represamiento de aguas subterráneas.

Posee una densidad similar al concreto normal y al concreto de alta resistencia, tienen mayor impermeabilidad y resistencia a los fenómenos de congelamiento, deshielo y fuego.

Se debe tener especial cuidado en los procesos de expansión y contracción.

El hormigón lanzado es un sistema de colocación de concreto, que se aplica en la obra por compresión neumática a través de un conducto y es proyectado a gran velocidad sobre una superficie requerida. Es un concreto con agregado pequeño que forma una mezcla relativamente seca, la cual se consolida a través de la fuerza de impacto y se puede colocar tanto en superficies verticales como horizontales.

Posee una densidad similar al concreto normal y al concreto de alta resistencia; debido a su estructura particular tiene mayor impermeabilidad y resistencia a los ciclos de congelamiento, deshielo y fuego que un concreto tradicional con la misma composición.

La técnica que se utilice dependerá de la aplicación que se requiera, estas pueden ser simple protección de superficies, consolidación, contención, revestimiento, impermeabilización, protección contra la corrosión y fuego o refuerzo estructural[8].



Gráfico No. 16: Hormigón Lanzado, colocación

Fuente:https://pbs.twimg.com/profile_images/774736820433219584/3Jvm2JGO

- **Estructuras de Contención**

Son obras generalmente masivas, aquí el peso de la estructura es un factor importante y es común colocar estructuras ancladas en las cuales la fuerza se transmite al deslizamiento por medio de un cable o varilla de acero[8].

- **Muros masivos rígidos**

Son estructuras rígidas de hormigón las cuales evitan deformaciones, se apoyan sobre suelos competentes para transmitir fuerzas de cimentación al cuerpo del muro y de esta forma generan fuerzas de contención[9].

- **Muros de hormigón reforzado**

Estas estructuras están diseñadas para resistir movimientos y presiones de la tierra sobre el muro, estos muros van acoplados a cimentaciones, pueden construirse paredes hasta 8 metros de altura[7].

- **Muros de hormigón simple o ciclópeo**

Estos hormigones están conformados de una mezcla de 60% de concreto y 40% de volumen de piedra, pero se debe tener en cuenta que a mayor cantidad de piedra existe mayor posibilidad de agrietamiento del muro, por lo que produce debilidad estructural interna[7].

Anclajes

Los anclajes son dispositivos capaces de transmitir la fuerza de tracción que le son aplicadas a un lecho de terreno resistente, se fija al exterior mediante una cabeza que distribuye la carga a una estructura de reparto, a la par se fija en el interior del terreno a lo largo de un bulbo, donde se puede tener una longitud libre entre los dos puntos extremos[10].

Estos elementos son capaces de oponerse al deslizamiento y proporcionar una tensión normal a la superficie de rotura potencial, aumentando su resistencia al deslizamiento, ya sea por fricción o por dilatancia.

Existen dos tipos de anclajes, activos y pasivos; el primero introduce un efecto compresivo en el interior del terreno, este tipo de anclajes es el más utilizado en el refuerzo de taludes; mientras que los segundos entran en carga solo si únicamente

el macizo rocoso experimenta deformaciones después de su colocación y no introduce ninguna tensión al terreno.

Hay dos tipos de anclaje; anclajes puntuales mecánicos y anclajes mediante inyección[10].

El *anclaje puntual mecánico* se llama así porque se fija al terreno firme mediante un elemento que se expande mecánicamente, mientras que el *anclaje mediante inyección*, tras su procedimiento se consiguen anclajes puntuales.

El diseño de un anclaje de manera general, requiere conocer el valor y dirección de los esfuerzos ejercidos por la estructura a anclar, denominadas cargas nominales para posteriormente dimensionar las diferentes partes del anclaje (tirante, longitud libre y longitud de bulbo); con la finalidad de alcanzar los valores de seguridad mínimos requeridos[10].

Para la realización del anclaje es necesario definir los siguientes parámetros:

1. Carga Nominal
2. Diámetro de Perforación
3. Longitud de anclaje
4. Longitud Libre
5. Longitud de Empotramiento
6. Sección del Cable

- **Carga nominal**

Se determina la carga necesaria para estabilizar la cuña o bloque, donde la carga aplicada por unidad de longitud, se distribuye en función de la superficie a anclar y de la distancia entre anclajes, donde a mayor distancia menor coste de perforación. La carga nominal oscila entre 250 y 150 KN[11].

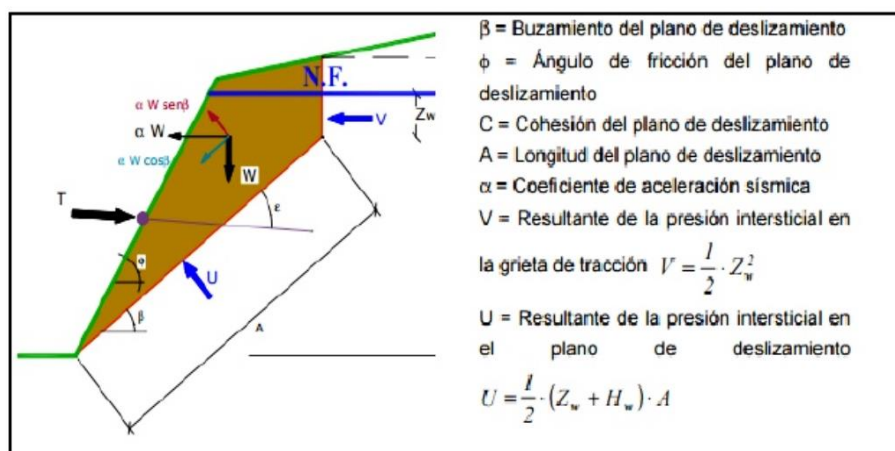


Gráfico No 17: Estabilización de Talud con anclaje de carga nominal T
Fuente: Fundamentos e Ingeniería de Taludes, Ramírez, 2004

• Diámetro de perforación

Los diámetros de perforación mínimos recomendados para anclajes permanentes, se describen en la siguiente tabla.

En macizos rocosos estratificados y laminados, los recomendados son anclajes repartidos y puntuales; en macizos sanos con bloques divididos todos los métodos de anclaje son recomendados.

Mientras que en macizos rocosos con bloques pequeños y poco arcillosos se recomienda utilizar anclajes repartidos; cuando el límite de arcilla es considerable, las juntas están llenas de arcillas o el material está constituido de arcillas expansivas el uso de anclajes es inútil[11].

Anclajes de cables		
Nº de Cables	Diámetro mínimo exterior de la entubación (mm)	Diámetro mínimo de la perforación no entubada (mm)
2 a 4	133	105
5 a 7	152	125
7 a 12	178	140
Anclajes de barra		
$\phi \leq 25$	114	85
$25 < \phi \leq 40$	133	105

Tabla No 05: Diámetros mínimos de perforación para anclajes
Fuente: Fundamentos e Ingeniería de Taludes, Ramírez, 2004

- **Longitud de anclaje**

La longitud de anclaje, debe ser la necesaria para impedir que el efecto de carga nominal en el anclaje produzca el arrancamiento del terreno que rodea el bulbo y el fallo del anclaje. Las tres primeras categorías son anclajes temporales con riesgos crecientes, mientras que las otras son anclajes permanentes[11].

	CATEGORÍA DEL ANCLAJE					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Factor de mayoración de cargas, γ_i	1,4	1,5	1,8	1,6	1,8	2,0
Factor de minoración de resistencia del terreno, γ_t	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5

Tabla No 06: Factores de Seguridad Recomendados
Fuente: Fundamentos e Ingeniería de Taludes, Ramírez, 2004

Este factor busca un equilibrio entre la carga mayorada del anclaje y la resistencia minorada del contacto anclaje-terreno. La fórmula para determinar la longitud de anclaje está determinada por:

$$LA = \frac{T \cdot \gamma_l \cdot \gamma_t}{\pi \cdot D_p \cdot T_{última}}$$

Donde $t_{última}$ es la resistencia al arranque entre el anclaje y la roca.

- **Longitud libre**

No existe una norma que regule la longitud que se debe utilizar, sin embargo se recomienda que su longitud no sea menor a 5 metros, y que menos 1 metro se encuentre por detrás de la superficie de rotura en la roca estable[11].

- **Longitud de empotramiento**

Se define;

$$Le = La + Ll / 2$$

Esta no debe ser menor a la longitud mínima que se puede determinar en función del tipo de roca.

Tipo de roca	Un Anclaje	Línea de Anclajes
Roca homogénea	$\sqrt{\frac{F_s \cdot T}{4,44 \cdot \tau}}$	$\frac{F_s \cdot T}{2,83 \cdot S \cdot \tau}$
Roca fisurada irregular	$\sqrt[3]{\frac{3 \cdot F_s \cdot T}{\gamma \cdot \pi \cdot tg^2 \phi}}$	$\sqrt{\frac{F_s \cdot T}{\gamma \cdot S \cdot tg \phi}}$
Roca fisurada sumergida irregular	$\sqrt[3]{\frac{3 \cdot F_s \cdot T}{(\gamma - 1) \cdot \pi \cdot tg^2 \phi}}$	$\sqrt{\frac{F_s \cdot T}{(\gamma - 1) \cdot S \cdot tg \phi}}$

Tabla No 07: Formulas empíricas para determinar la longitud de empotramiento mínima (Hanna, 1982)

Fuente: Fundamentos e Ingeniería de Taludes, Ramírez, 2004

- **Sección de cable**

Esta se dimensiona cuando el cable es activo, a partir de la resistencia a tracción del acero; esta se define como:

$$SA = \frac{\gamma y * T * \gamma l}{0,9 * f_{ys}}$$

Donde T es la carga del anclaje, γl el coeficiente de mayoración de carga, f_{ys} el límite elástico del acero, γy el coeficiente de minoración del acero y SA la sección del cable de acero. Los límites elásticos de los cables empleados en los anclajes varían entre 800 y 1100MPa. Para bulones y pasivos, mientras que para cables pretensados varía entre 1800 y 2000MPa [11].

Componentes Principales de un Muro Anclado de Hormigón Projectado

Los principales componentes de un muro anclado de hormigón projectado son:

- Pantalla
- Anclajes
- Cabezal del Anclaje
- Centralizador
- Tuerca y Rodela [11].

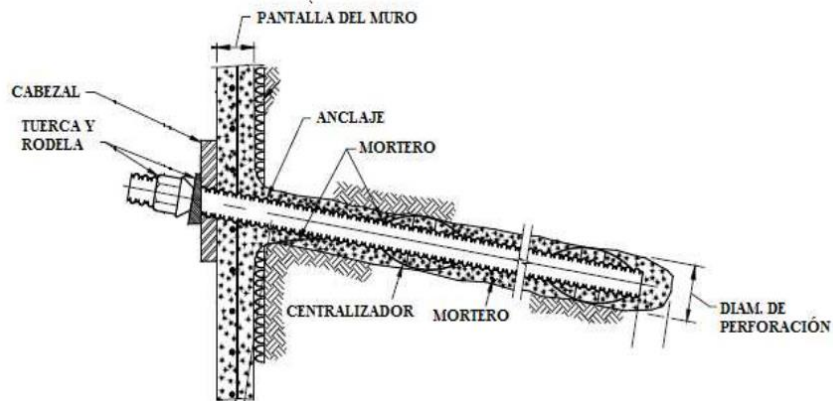


Gráfico No 18: Partes de del Anclaje de Hormigón Proyectado
Fuente: Administración Federal de Autopistas, Elías et al., 2003

Pantalla

Se compone de hormigón proyectado y una amalla electro-soldada. Su función es conectar la resistencia a la tensión de todos los anclajes para que trabajen como un único estructural [11].

Anclaje

Es una varilla de acero corrugado cuya resistencia y diámetro son determinados en el diseño de la estructura. El anclaje conecta la superficie de la falla del talud con la superficie resistente por medio de fuerzas de tensión [11].

Mortero

Es un mortero que se introduce en el orificio de perforación y que incrementa el contacto entre el suelo y el anclaje para lograr una mayor fuerza de rozamiento entre el anclaje y el suelo y por ende una mayor resistencia al arrancamiento del anclaje[11].

Cabezal

Es una placa cuadrada de acero A36 típicamente de 200*200mm y 19mmde espesor cuya función es reducir la presión que ejerce el anclaje sobre la pantalla del muro al aumentar el área de contacto entre ambos[11].

Tuerca y Rodela

Una tuerca de resistencia con su respectiva rodela tiene la función de ajustar al anclaje a la pantalla[11].

Centralizador

Es un dispositivo de PVC cuya función es lograr que el anclaje se encuentre ubicado en la mitad del orificio de perforación para así aumentar la resistencia a la corrosión de los mismos[11].

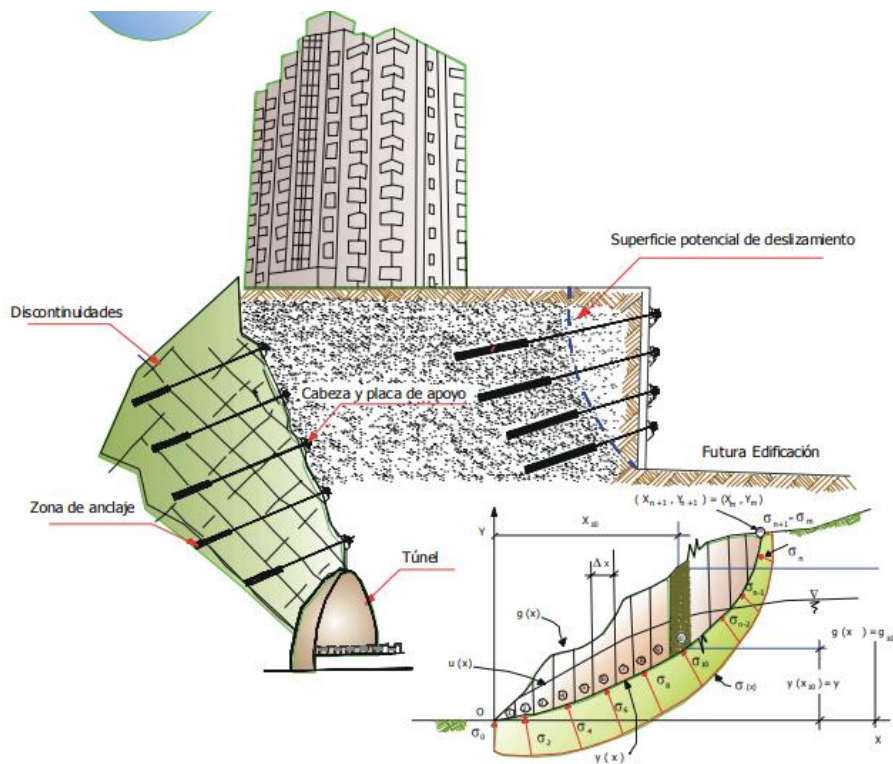


Gráfico No 19: Muro Anclado de Hormigón Proyectado
Fuente: Manual de Anclajes en Obras de Tierra; Navarro, 2002

- **Factor de seguridad**

El factor de seguridad de un talud infinito se suele definir por:

$$F.S = \tan \phi / \tan \beta$$

O por la figura 1 que es la relación de material sin fricción.

Caso	Factor de Seguridad
Si en caso de pérdida de vidas humanas al fallar el talud	1,7
Falla por pérdida de más del 30% de inversión de obra	1,5
Pérdidas económicas no muy importantes	1,3
Falla del talud sin pérdida de daños	1,2

Tabla No 08: Factores de seguridad para diseño de taludes
Fuente: Estabilidad de taludes Suárez, Jaime, 1988

La única incógnita en la estabilidad de un talud infinito es el valor apropiado del ángulo de fricción interna. Esta magnitud puede estimarse con precisión razonable y por otro lado, las consecuencias de la falla de un talud de este tipo son escasas de aquí que el factor de seguridad no necesita ser muy grande. En general el ingeniero será conservador al suponer $\phi = 0$ y tomará un $FS = 1.$ ”[12]

Método de Bishop

El método simplificado de Bishop incluye fuerzas normales entre tajadas en su análisis e ignora los esfuerzos cortantes entre las mismas.

Este método satisface solo el equilibrio de momentos, una forma del factor de seguridad por este método es:

$$FS = \frac{\sum \left(c'b + W(1 - ru) * Tg\phi * \frac{sec}{1 + \frac{Tg\phi * Tg\alpha}{FS}} \right)}{\sum W * sen \alpha}$$

El hecho que el factor de seguridad aparece a los dos lados de la ecuación, esto quiere decir que la ecuación es no lineal y que una técnica iterativa se requiere para determinarlo[12].

Método de Janbú

Janbú extendió el método de *Bishop* a superficies de deslizamiento de cualquier forma. Cuando se tratan superficies de deslizamiento de cualquier forma el brazo de las fuerzas cambia (en el caso de las superficies circulares queda constante e igual al radio) por tal motivo es mejor valorar la ecuación del momento respecto al ángulo de cada bloque[12].

$$F = \frac{\sum \{c x b + (W - u x b + \Delta X) x \tan \phi\} x \frac{\sec^2 \alpha}{1 + \tan \alpha x \tan \phi / F}}{\sum W x \tan \alpha}$$

Asumiendo $\Delta X = 0$ se obtiene el método ordinario Janbu propuso además un método para la corrección del factor de seguridad obtenido con el método ordinario según lo siguiente:

$$F_{\text{corregido}} = f_o F$$

Donde f_o se obtiene con funciones gráficas en función de la geometría y los parámetros geotécnicos del terreno. Tal corrección es muy confiable para taludes poco inclinados[12].

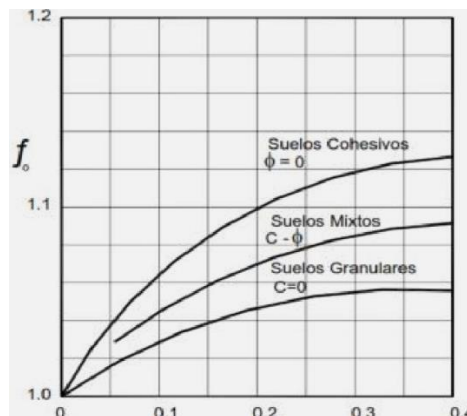


Gráfico No 21: Ábaco para obtener el factor de corrección
Fuente: Bañon, Luis; Estabilización de taludes.

Método de Fellenius (1927)

Con este método (válido sólo para superficies de deslizamiento circulares), no se tienen en cuenta las fuerzas entre las rebanadas, por lo tanto las incógnitas se reducen a:

n valores de las fuerzas normales N_i ;

n valores de las fuerzas de corte T_i ;

1 factor de seguridad.

Incógnitas $(2n+1)$

Las ecuaciones a disposición son:

n ecuaciones de equilibrio traslación vertical;

n ecuaciones relativas al criterio de rotura;

Ecuaciones de equilibrio de los momentos globales.

$$F = \frac{\sum \{c_i x l_i + (W_i x \cos \alpha_i - u_i x l_i) x \tan \varphi_i\}}{\sum W_i x \sin \alpha_i}$$

Esta ecuación es fácil de resolver pero se ha visto que da resultados conservadores (factores de seguridad bajos) especialmente para superficies profundas, por lo que puede usarse como límite inferior, si se usan varios métodos o como valor de arranque en métodos iterativos[12]-[13].

Método del equilibrio límite (MEL)

El método del equilibrio límite consiste en estudiar el equilibrio de un cuerpo rígido, constituido por el talud y por una superficie de deslizamiento de cualquier forma (línea recta, arco circular, espiral logarítmica).

Con tal equilibrio se calculan las tensiones de corte (τ) y se comparan con la resistencia disponible (τ_f), valorada según el criterio de rotura de Coulomb; de tal comparación se deriva la primera indicación sobre la estabilidad con el coeficiente de seguridad $F = \tau_f / \tau$.

Entre los métodos del equilibrio último, algunos consideran el equilibrio global del cuerpo rígido (Culman), otros, por motivos de la ausencia de homogeneidad, dividen el cuerpo en rebanadas considerando el equilibrio de cada una (Fellenius, Bishop, Janbú, etc.)[14].

2.2 HIPÓTESIS

2.2.1 Hipótesis de Trabajo

El comportamiento de concreto lanzado en taludes permitirá el diseño de estabilización de taludes en el Paso Lateral de Ambato

2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.3.1 Variable Independiente

Comportamiento de concreto lanzado

2.3.2 Variable Dependiente

Estabilización de taludes, para suelos limosos con pendientes mayores a los 60 grados en el km 2 + 240 en el paso lateral del cantón Ambato provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

El presente trabajo experimental se basará en un enfoque cuantitativo, siendo la principal característica determinar las causas que originan este problema de trabajo experimental, con el objetivo de proponer obras de estabilización y por ende mejorar el talud del Paso Lateral de Ambato, por lo tanto estará enfocado a la comprobación de la hipótesis que hace énfasis en los resultados.

3.2 Modalidad Básica de Trabajo Experimental

Se utilizó un tipo de campo o *in situ*, con el propósito de verificar la hipótesis de trabajo, empleando los instrumentos de observación y técnicas de experimentación.

3.2.1 Investigación de Campo

- De Campo.- Observación de taludes desestabilizados en sus coberturas superficiales por tipo de suelo, erosión, etc.
- De Gabinete (Oficina).- Análisis de datos e investigación.

3.2.2 Aporte Bibliográfico

En el presente trabajo experimental se manejan documentos en su más amplia aceptación, dando lugar a obtener información, testimonio o prueba de algo. Se acudirá a diversas fuentes bibliográficas como, bibliotecas, Internet, etc.

Una vez localizadas las fuentes de información, se procederá a recopilarlas, extraer, procesar y retener dicha información para emplearla en este trabajo experimental.

3.2.3 Investigación Experimental

Según información presentada por la revista Grajales T (2000, Internet), en su publicación técnica dice:

“El trabajo experimental consiste en la manipulación de una (o más) variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

El experimento, permite introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas.

El trabajo experimental es fundamental para llevar a cabo este trabajo investigativo, se integrará un conjunto de actividades metódicas y técnicas para recabar la información, datos necesarios sobre el tema a investigar, el problema a resolver y la hipótesis a verificar, para ello se realizará geo referenciación con el fin de determinar la ubicación del talud inestable o vulnerable in situ.

Se obtendrán muestras que permitan realizar ensayos de laboratorio de mecánica de suelos tales como: identificación, composición química y mineralógica, estado natural, erosionabilidad, expansibilidad, deformabilidad, resistencia al cortante para determinar el factor de seguridad mediante la modelación computacional de los taludes existentes en

la vía, el mismo que servirá como guía para proponer un correcto diseño de los taludes estables en la vía.”

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Nivel exploratorio, se podrá reconocer el mal estado de los taludes del paso lateral de Ambato, y se puede generar una relación entre la estabilización del talud y el factor de seguridad que se aplicará, permitiendo plantearse la hipótesis de trabajo y así determinar la posible solución.

Nivel descriptivo, de tal manera el talud en estudio garantizará la calidad de vida de los pobladores del sector involucrado y así evitar futuros deslizamientos.

Asociación de variables, se podrá determinar el diseño de obras de estabilización de taludes en la vía.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

El presente estudio dispone de datos reales obtenidos en el lugar mismo de la investigación y cuyo fin es realizar la comprobación de la hipótesis, la misma que no será objeto de muestreo dado que se trabajará con toda la población que en este caso será el abscisado del tramo en estudio: desde KM 2+240 hasta KM 2+180 del Paso Lateral Ambato.

3.4.2 Muestra

En el presente trabajo no procederá el cálculo de la muestra puesto que no existe ninguna restricción dentro del uso de los recursos para trabajar con la totalidad de la población.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 Operacionalización de la variable independiente

Estudio del comportamiento de hormigón lanzado en la estabilización de taludes

CONTEXTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS INSTRUMENTOS Y POBLACIÓN
El comportamiento de hormigón lanzado, permitirá trazar sistemas de estabilización de taludes mediante métodos aproximados u otros métodos de soluciones aplicables.	Métodos Aproximados	Método Ordinario de Fellenius	¿Cuál es la aplicación del método de Fellenius?	Técnica: de Observación Instrumento: Ficha de Campo
		Método simplificado de Bishop	¿Cuál es el factor de seguridad de este método?	
		Método Simplificado de Janbú	¿Cuál es la diferencia del factor de seguridad?	
	Métodos de Solución	Solución de Fellenius	¿Cuál es el método adecuado a aplicarse?	Técnica : de Observación Instrumento: Ensayo de Suelos (en base a especificaciones de laboratorio)
		Solución de Bishop	¿Dónde debe aplicarse este método?	
		Solución de Método del Equilibrio Límite MEL	¿Cuáles son las características de solución de este método?	

3.5.2 Operacionalización de la variable dependiente

Para suelos limosos con pendientes mayores a los 60 grados en el km 2 + 240 en el paso lateral del cantón Ambato provincia de Tungurahua.

CONTEXTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS INSTRUMENTOS Y POBLACIÓN
<p>El diseño se centra en un número de ensayos y cálculos necesarios para la estabilización de taludes, mediante la ayuda de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concreto lanzado y anclajes. • Hidrosiembra, geotextiles y descarga de taludes. 	<p>Hormigón y Anclajes.</p>	<p>Muros de Hormigón Armado. Hormigón Lanzado.</p>	<p>¿Cuál es el muro adecuado para la estabilización? ¿Cuáles son las técnicas de Hormigón Lanzado?</p>	<p>Técnica: Observación Instrumento: Encuesta Población: Habitantes de Ambato</p>
	<p>Hidrosiembra, geotextiles y descarga de taludes.</p>	<p>Hidrosiembra. Geotextiles. Descarga de taludes.</p>	<p>¿Qué tipo de Talud es apto para este tipo de estabilización? ¿Qué geotextil es aplicable para la estabilidad del talud? ¿Cómo se puede estabilizar un talud con este método?</p>	<p>Técnica: Observación Instrumento: Encuesta y datos del INEC Población: Habitantes de Ambato</p>

3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Metodológicamente para Luis Herrera E. y at (2002, 174-178 y 183-185), la construcción de la información se opera en dos fases: plan para la recolección de información y plan para el procesamiento de información.

3.6.1 Plan para la recolección de información

La recolección de información se la hizo en la zona de estudio, es decir se tomaron tres muestras de suelo en diferentes puntos del talud, con el fin de determinar tres datos distintos que permitan comparar y calcular cada uno de éstos y así determinar la estabilidad del talud, en cada uno de los sitios que se tomaron las muestras.

Para la recolección de información se utilizaron estas técnicas:

- **Técnica de Observación.-** Se la utiliza cuando es necesario el contacto directo con la realidad del sector para detectar problemas que se relacionen con el mal estado del talud, siendo necesaria una observación tanto de campo como de laboratorio.
 - De Campo.- Recolección de Datos.
 - De Laboratorio.- Diferentes ensayos de suelos (Granulometría, contenido de humedad, tipo de material, color y humedad)
- **Selección de recursos de apoyo (equipos de trabajo)**

Las personas involucradas serán un apoyo en el desarrollo de este proyecto:

- ✓ Tutor
- ✓ Asesor Técnico
- ✓ Digitador
- ✓ Fotógrafo

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1 Zonificación Geotécnica

El tramo objeto de la presente investigación es:

Abscisa 2 + 240 a 2 + 180

En Paso Lateral Ambato se encuentra en una zona topográfica muy irregular, el cual presenta servicios de movilidad a miles de vehículos que lo utilizan para transportar diferentes tipos de productos como de manera de paso a diferentes ciudades del norte del País y hacia el sur del mismo.

La vía se encuentra atravesando quebradas, es decir forma parte de una superficie geomorfológica entre ondulada y de pendiente, elevada alrededor de los 2500 msnm donde aflora fundamentalmente la formación volcánica (suelo volcánico).

4.1.2 Estratigrafía

La estratigrafía que se observa a lo largo del talud en estudio es de limos siendo estos de restos volcánicos. Este tipo de suelo se lo puede observar a lo largo del corte del talud, como se observa en el gráfico No 12.



Gráfico No 20: Talud de Estudio, Tesis
Fuente: Rafa López, 2018

4.1.3 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Los taludes objeto del presente estudio se localizan en el siguiente sitio; Paso Lateral del Cantón Ambato en el Km 2 + 240 al 2 + 180, los mismos se presentan con alturas entre 10 y 15 metros y pendientes en el orden del 60 al 89 %.

Estos taludes se encuentran dentro del perímetro urbano donde tenemos ya edificaciones y obras de infraestructura. Los taludes al momento se encuentran en condiciones de estabilidad relativa, por cuanto están afectados por agentes externos especialmente el agua y la lluvia presentando condiciones de desestabilización como producto de la meteorización que ocasiona en primer lugar, la caída de material más fino luego se produce la caída de bloques, esto ocasiona la destrucción del talud con el paso del tiempo, según estas condiciones es necesario diseñar y ejecutar una alternativa de estabilización con lo cual se protege los taludes que actualmente están expuestos al factores meteorológicos.

La zona donde se ubica el presente estudio, tiene una topografía irregular donde son frecuentes los deslizamientos de taludes de corte, provocando el riesgo de accidentes y los incrementos de operación vehicular por la pérdida de tiempo y daños en los vehículos.

Con estos antecedentes este proyecto la tiene los trabajos de campo, laboratorio y oficina para realizar el estudio denominado "ESTUDIO DEL

COMPORTAMIENTO DE HORMIGÓN LANZADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, PARA SUELOS LIMOSOS CON PENDIENTES MAYORES A LOS 60 GRADOS EN EL KM 2 + 240 EN EL PASO LATERAL DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”

4.1.4 Estudio Geológico

La estabilidad de un talud está determinada por factores geométricos (altura e inclinación), factores geológicos (presencia de agua) y factores geotécnicos o relacionados con el comportamiento mecánico del terreno (resistencia y deformabilidad). La combinación de los factores citados puede determinar la condición de rotura a lo largo de una o varias superficies, y que sea cinemáticamente posible el movimiento de un cierto volumen de masa de suelo o roca. La posibilidad de rotura y los mecanismos y modelos de inestabilidad de los taludes están controlados principalmente por factores geológicos y geométricos. Los factores geológicos, hidrogeológicos y geotécnicos se consideran factores condicionantes, y son intrínsecos a los materiales naturales, en los suelos, litología, estratigrafía y las condiciones hidrogeológicas determinan las propiedades resistentes y el comportamiento del talud. En el caso de macizos rocosos competentes el principal factor condicionante es la estructura geológica: la disposición y frecuencia de las superficies de discontinuidad y el grado de fracturación; en materiales blandos, la litología y el grado de alteración juegan también un papel predominante.

Junto a los factores condicionantes de la estabilidad de los taludes (también denominados pasivos), los factores desencadenantes o activos provocan la rotura una vez que se cumplen una serie de condiciones.

Estos últimos son factores externos que actúan sobre los suelos o macizos rocosos, modificando sus características y propiedades y las condiciones de equilibrio del talud. El conocimiento de todos ellos permitirá un correcto análisis de talud, la evaluación del nivel de estabilidad del mismo y, en su caso, el diseño de las medidas que deberán ser adoptadas para evitar o estabilizar los movimientos.

4.1.5 Geografía, estratigrafía y litología

La naturaleza del material que forma un talud está íntimamente relacionada con el tipo de inestabilidad que éste puede sufrir, presentando las diferentes litologías, distinto grado de susceptibilidad potencial ante la ocurrencia de deslizamientos o roturas.

Las propiedades físicas y resistentes de cada tipo de material, junto con la presencia de agua, gobiernan su comportamiento tenso deformacional y, por tanto, su estabilidad. Aspectos como la alternancia de materiales de diferente litología, competencia y grado de alteración, o la presencia de capas de material blando o de estratos duros, controlan los tipos y la deposición de las superficies de rotura.

En los suelos, que generalmente se pueden considerar homogéneos en comparación con los materiales rocosos, las diferencias en el grado de compactación, cementación, granulometría predisponen zonas de debilidad y de circulación de agua, que pueden generar inestabilidades.

4.1.6 Estructura geológica y discontinuidades

La estructura geológica juega un papel definitivo en las condiciones de estabilidad de los taludes en macizos rocosos. La combinación de los elementos estructurales con los parámetros geométricos del talud, altura e inclinación, y su orientación, define los problemas de estabilidad que se pueden presentar.

Factores condicionantes	Factores desencadenantes
Estratigrafía y litología.	Sobrecargas estáticas.
Estructura geológica.	Cargas dinámicas.
Condiciones hidrogeológicas y comportamiento hidrogeológico de los materiales.	Cambios de las condiciones hidrogeológicas. Factores climáticos.
Propiedades físicas, resistentes y deformacionales.	Variaciones en la geometría.
Tensiones naturales y estado tenso deformacional.	Reducción de parámetros resistentes.

Tabla 09: Factores Influyentes en la inestabilidad de los taludes

La influencia de la estructura geológica es un condicionamiento geométrico de las roturas, pudiendo afectar a la estabilidad de los taludes a causa de las modificaciones inducidas por la excavación; por ejemplo, en estructuras de tipo compresivo o distensivo la existencia de esfuerzos tectónicos residuales puede inducir procesos desestabilizadores.

4.1.7 Formación Macuchi (Cretáceo)

Las rocas dominantes de la Formación Macuchi son andesitas de color verde muy característico que presentan muchos tipos de texturas, predominando la porfirítica. Los fenocristales de la andesita porfirítica están constituidos por feldespatos alterados y la matriz por feldespato, cuarzo, epidota, clorita: la piritita y magnetita aparecen con frecuencia. En la quebrada de Minas (278 631) los fenocristales de feldespatos están sericitizados. En general la andesita porfirítica se presenta muy. Alterada: el tipo principal de alteración es hidrotermal con piritización y cloritización de carácter regional. En los lugares de contacto el intrusivo del Corazón se observan aureolas metamorfizadas, muy intensas, de las volcanitas (hornfels). Se presentan también sedimentos volcanoclásticos en la parte superior de la Formación Macuchi.

Pequeños afloramientos de los volcánicos de Quillán, en el cañón del Río Cutuchi probablemente corresponde a la Formación Macuchi, aunque ha dado una edad radiométrica eocénica.

4.1.8 Formación Yunguilla (Maestrichtiano Paleoceno).

Los sedimentos Yunguilla, una facies del flysch, se localizan en la parte occidental de la Hoja y forman una gran faja de dirección nortesur. En la zona de afloramientos no ha sido posible establecer claramente el contacto con la Formación Macuchi; en todo caso, el contacto parece ser transicional o interdigitado. Los sedimentos Yunguilla se presentan como una alternancia de lutitas, limonitas, grauvacas y sedimentos volcanoclásticos finos, con esporádicas calizas. Areniscas gruesas y conglomerados se encuentran en la parte superior de la Formación: son denominados como el Miembro Cayo Rumi, son iguales a las rocas del área tipo de

Cayo Rumi en la carretera Riobamba. Guaranda. Las lutitas y limolitas son de color gris oscuro, en capas delgadas (centimétricas a decimétricas) y se hallan silicificadas y alternando con las grauvacas y areniscas finas, tobáceas; las grauvacas están constituidas de cuarzo de grano medio con feldespatos y moscovita visibles.

Esta secuencia de la parte inferior de la Formación es característica de la sección comprendida entre el contacto con la Formación Macuchi y la carretera Apagua Angamarca, donde se observa un cambio gradual a la facie del Miembro Cayo Rumi: en esta parte superior de la Formación predominan los conglomerados y areniscas gruesas (grits) constituidos de fragmentos de 2 a 5 cm., de diámetro de cuarzo blanco, derivado de rocas metamórficas o de vetas, con fragmentos de lavas, volcanoclásticos y sedimentos finos. En el contacto gradacional hay intercalaciones de lutitas y areniscas finas entre capas gruesas (métricas a decamétricas) de conglomerados. En las secciones estudiadas no se han localizado ni macro ni micro fósiles. Dataciones hechas por el Instituto Francés del Petróleo (Savoyat y otros 1970) asignan a la Formación Yunguilla, afuera de la Hoja, una edad maestrichtiana: es probable que la parte superior incluya rocas paleocénicas. En esta Hoja presenta una potencia alrededor de 3.000 m, o más: el Miembro Cayo Rumi probablemente tiene un espesor de más de 1.000 m. al Este del carretero Apagua Angamarca, aunque debido al plegamiento y a la falla no es posible conocer exactamente. La cima está erosionada, pero en este sitio se presenta la litología típica de Cayo Rumi más gruesa y mejor desarrollada.

4.1.9 Formación Pisayambo (Plioceno).

Denominada así por Kennerley (1971), aflora en la parte central y más alta de la Hoja, donde forma una gran faja que descansa discordantemente sobre las formaciones mesozoicas. Al Oriente se encuentra esta secuencia en el cañón del Río Cutuchi y en el terreno alto al Este de Píllaro. La constituyen piroclastos andesíticos, predominio de aglomerados, e intercalaciones de mantos gruesos de lava de composición andesítica. En el aglomerado, tanto los fragmentos como el cemento, están constituidos de una roca de grano fino a grueso en la que se

observan, sobre una matriz de feldespato, vidrio volcánico y magnetita, fenocristales de hiperstena, augita y plagioclasa andesina. Las tobas son de grano medio a grueso, pudiendo distinguirse en ellas, granos redondeados de cuarzo y una buena proporción de pedazos alargados de roas sedimentarias, metamórficas y volcánicas. Los mantos de lava intercalados tienen una composición variable. En Loma Chosalongo (307 528) aflora una andesita anfibolítica: los fenocristales son feldespatos zonados, laminillas de anfíbol y piroxeno, distribuidos en una matriz fina y en parte fluidal de feldespatos, vidrio volcánico, magnetita y óxidos secundarios de hierro. En Zanjapamba (366 543) aflora una andesita piroxénica, es una roca con textura glomeroporfirítica los fenocristales incluyen feldespatos zonados, albita y granos subhedrales de hiperstena y augita sobre una matriz de grano fino constituida de feldespatos, vidrio volcánico, magnetita. Existen además mantos de andesita porfirítica carbonatada.

4.1.10 Ensayos mecánica de suelos

4.1.10.1 Propiedades físicas de los suelos

Se efectuó una descripción de campo que incluyó tipo de material, color, y humedad; grado de cementación o compactación, compacidad relativa en términos de suelta, media y densa. Debido a la conformación masiva de las formaciones geológicas investigadas y por corresponder básicamente a suelos no cohesivos y en ciertas partes cohesivos.

El tramo en estudio reporta suelo arenoso limoso, y se tomaron tres muestras de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados en laboratorio.

Las coordenadas geográficas del talud se lo tomo con un GPS marca Garmin, y se tomó como punto de referencia un poste de alumbrado.

Coordenadas UTM

Latitud W (X) 766 898.5

Longitud S (Y) 9 860 791.5

Con DATUM WGS 84

Zona 17

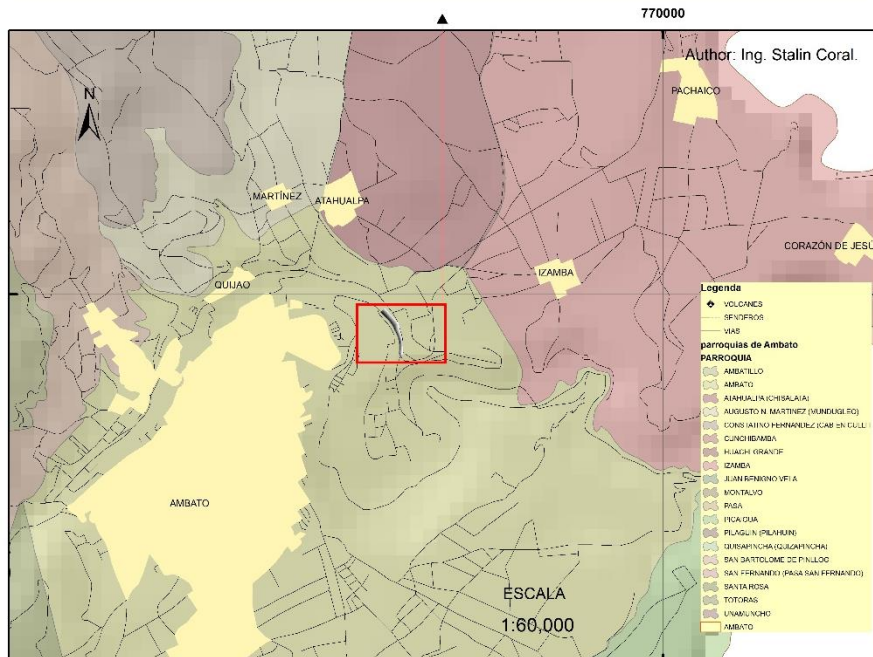
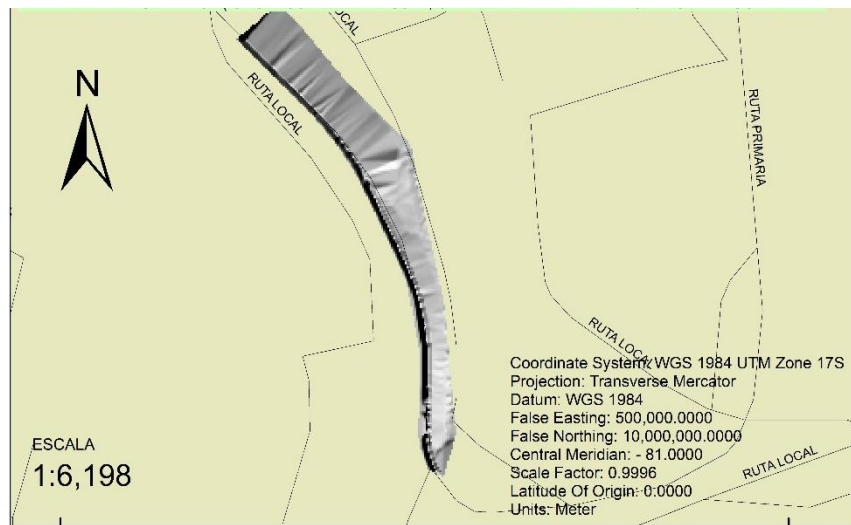


Gráfico No 21: Ubicación de talud en el Cantón Ambato

Hasta la presente fecha la única solución ha sido estabilizar los taludes de corte con la técnica de hormigón lanzado a lo largo de la vía, para proteger los taludes para evitar los deslizamientos.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Tungurahua (MTO), por ley para todo el Ecuador, está la obligación de conservar y mantener las vías de su jurisdicción en buen estado y sobre todo que sean transitables. Sin embargo el análisis y la alternativa para estabilizar los taludes es una cuestión técnica que

requiere la contratación de estudios específicos que con el presente trabajo se trata de cumplir.

Con tal propósito se ha seleccionado un talud representativo en el paso lateral de Ambato en el Km. 2+240

Viendo la necesidad de una estabilización de taludes se plantea un tema aplicando el método de Fellenius para estabilización de taludes y por ende la técnica de hormigón lanzado para lograrlo.

4.8 ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CON LA TÉCNICA DE HORMIGÓN LANZADO Y MALLA ELECTRO SOLDADA.

El concreto lanzado se define como una mezcla de cemento, agregados grueso y fino, agua y un aditivo acelerante el cual es conducido neumáticamente por una maquina impulsora a través de una manguera a altas velocidades siendo proyectado sobre una superficie a proteger.

La mezcla puede estar acompañada de refuerzo o no dependiendo de la carga a la que se le solicite y las características de la superficie a proteger, los refuerzos mas comunes son la mallas electrosoldadas.

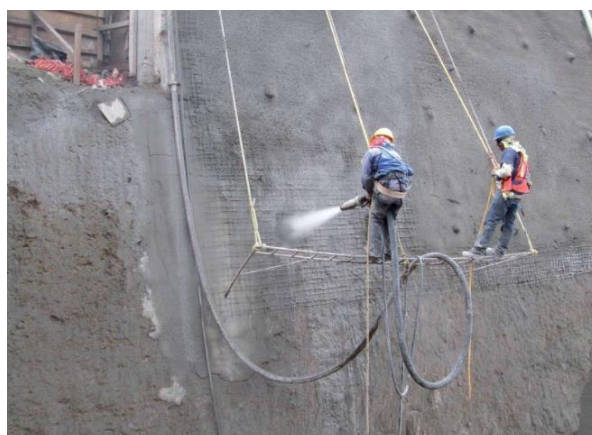


Gráfico No 22. : Talud reforzado con concreto lanzado y malla electrosoldada
Fuente: Rafa López

4.2.1 Superficies donde se aplica el concreto lanzado

El concreto lanzado se puede aplicar en superficies de concreto, piedra, terreno natural, mampostería, acero, madera entre otros, ubicados principalmente en:

- Túneles y minas.
- Estabilización de taludes y muros de contención.
- Muelles, diques y represas.
- Cisternas y tanques de agua.
- Albercas y lagos artificiales.
- Canales y drenajes.
- Rehabilitación y refuerzo estructural.
- Recubrimiento sobre panel de poliestireno.
- Concreto refractario para chimeneas, hornos y torres.

4.2.2 Ventajas que ofrece el concreto lanzado

- Se coloca y se compacta al mismo tiempo debido a la fuerza con que se proyecta desde la boquilla a diferencia del concreto convencional, que se coloca y luego se compacta en una segunda operación (vibrado).
- Disminuyen las grietas por temperatura en el proceso de fraguado.
- Puede dársele cualquier acabado y coloración.
- Permite el diseño de formas libres.
- Su técnica permite el acceso a sitios difíciles.

4.2.3 Métodos de aplicación del concreto lanzado

Método seco: Se conoce como método seco cuando a la mezcla de cemento, agregados y aditivos, después de haber sido impulsada neumáticamente se le añade el agua en la boquilla ubicada al final de la manguera utilizada para lanzar el concreto.

El acelerante de fraguado se adiciona y se integra a la mezcla en la boquilla ubicada al final de la manguera.

Este concreto se aplica sobre la malla electrosoldada como refuerzo, adicionalmente se instalan lagrimales para el drenaje de aguas subterráneas y de infiltración.

Método húmedo: Se conoce como método húmedo cuando a la mezcla de cemento, agregados y aditivos, se le añade el agua antes de entrar por la manguera siendo impulsada cuando todos sus componentes ya están mezclados por completo; el acelerante de fraguado se adiciona y se integra a la mezcla en la boquilla ubicada al final de la manguera.

La mezcla es preparada en una planta dosificadora con anterioridad a la conducción y aplicación mediante la máquina impulsora.

Adicionalmente se instalan lagrimales para el drenaje de aguas subterráneas y de infiltración si existieren.

En la mayoría de las aplicaciones, el método preferido está determinado por factores como: disponibilidad de material, acceso a la obra, así como por la experiencia y preferencia del contratista o por la exigencia del contratante.

4.3 APLICACIÓN DEL CONCRETO LANZADO

El concreto lanzado es reforzado con malla electrosoldada; lo anterior está determinado por el tipo de excavación y proceso constructivo que se adopte, los dos refuerzos cumplen funciones similares en su comportamiento.

4.3.1 Pasos para proyectar hormigón lanzado

A continuación se hace una descripción de la aplicación de concreto lanzado en forma general.

- **Preparación de las superficies**

El proceso de aplicación del concreto lanzado inicia con la perfilación del talud o superficie a proteger, dependiendo del tipo de suelo se lo hará con peines manuales o mecánicos con retro-martillo.

- La superficie se limpiará de materiales flojos o sueltos o cualquier otro material que contamine o disminuya la adherencia entre el concreto y la superficie.

- La limpieza se hace con chorros de agua o aire a presiones altas o por cualquier otro método que dé resultados similares.
- El método y operaciones de limpieza acordado debe evitar aflojar, agrietar o fragmentar la superficie que va a recibir el concreto lanzado.
- Las superficies se mantienen humedecidas desde el momento en que se termine la limpieza hasta cuando se aplique el concreto lanzado.



Gráfico No 23 : Perfilación del Talud y Limpieza con chorros de agua.
Fuente: Rafa López

- **Fijación de la malla con la colocación de clavijas**

Para asegurar la malla a la superficie se instalan clavijas de varilla de 6.3 mm embebidas con mortero en perforaciones de por lo menos 10 cm de profundidad y separadas a 1m. Según sea el caso se aprovecharan elementos ya instalados que sirvan para soportar la malla electrosoldada.



Gráfico No 24: Clavijas para asegurar la malla de refuerzo.
Fuente: Rafa López

- **Instalación de calibradores para medir el espesor del concreto lanzado**

Antes de aplicar el concreto lanzado, se instalan calibradores con el fin de controlar el espesor de las capas de concreto lanzado durante su aplicación.

Las varillas de calibración tienen un diámetro mínimo de 4 mm; estas varillas se instalan de tal manera que haya por lo menos una varilla de calibración por cada 0,5m² de superficie.



Gráfico No 25: Varillas de calibración
Fuente: Rafa López

- **Aplicación de la primera capa de concreto lanzado**

Se aplica una primera capa de concreto lanzado de aproximadamente 5 cm con el fin de garantizar el recubrimiento de la malla de refuerzo, esta primera mano de hormigón tiene un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

En concretos reforzados con fibras de acero la aplicación se ejecuta con el espesor definitivo.

Los lanzados de concreto se ejecutan cuando el corte de talud y la longitud del mismo sean moderados con el fin de evitar fallas en el talud excavado.



Gráfico No 26: Primera capa de concreto
Fuente: Rafa López

- **Colocación de malla electrosoldada**

La colocación de la malla electrosoldada se hace en forma tal que quede en contacto el concreto lanzado previamente aplicado; el refuerzo se instala cumpliendo con los espacios de recubriendo mínimos.



Gráfico No 27: Colocación de malla electrosoldada
Fuente: Rafa López

- **Aplicación de la segunda capa de concreto**

Después de la correcta colocación de la malla de refuerzo se hace el segundo lanzado de concreto hasta el espesor definitivo.



Gráfico No 28: Segunda capa de concreto.
Fuente: Rafa López

La aplicación del concreto lanzado se lleva a cabo por personal con alta experiencia y criterio en el tema.

4.3.2 CONTROL DE MATERIALES

- **Cemento**

El cemento utilizado para cualquier método de lanzamiento cumple con los requisitos establecidos correspondientes para el cemento Portland Tipo I (Norma ASTM C-150).

Las temperaturas del cemento para las mezclas durante la colocación no exceden los 50°C, en los silos de almacenamiento la temperatura no excede los 70°C.

- **Agregados**

Los agregados finos y gruesos, tienen un tamaño máximo nominal de 12,7mm. Los agregados combinados son bine gradados y están completamente dentro de os limites granulométricos.

Tamaño del tamiz U.S. estándar malla cuadrada	Porcentaje que pasa en peso
3/4"(19,1 mm)	100
1/2"(12,7 mm)	80 – 95
3/8"(9,5 mm)	70 – 90
No. 4	50 – 74
No. 8	35 – 55
No.16	20 – 40
No. 30	10 – 30
No. 50	5 – 17
No. 100	2 – 10
No. 200	0 – 5

Tabla No 10: Gradación para los agregados del concreto lanzado
Fuente: Rafael López

- **Aditivos**

Los aditivos en polvo o líquido y acelerante de fraguado que se utilizan proporcionan latas resistencias en corto tiempo, estos no causan corrosión al

acero o malla de refuerzo, ni ocasionan otros efectos indeseables tales como descascaramiento o agrietamiento del concreto.

Criterio	Tiempo
Tiempo máximo para el fraguado inicial	3 minutos
Tiempo máximo para el fraguado final	40 minutos
Resistencia mínima a la compresión inconfiada a las 8 horas, determinada sobre probetas cúbicas con aristas de 75 mm	4,0 MPa

Tabla No 11: Tiempos de fraguado y resistencia inicial de concreto lanzado
Fuente: Rafael López

• **Malla Electrosoldada**

El refuerzo está constituido por elementos de alta resistencia, laminados en caliente y estirados en frío, con una resistencia garantizada a la rotura en ensayos de tracción de 525MPa, el espaciamiento entre varillas y el diámetro de estas corresponden con los especificados comercialmente corrugadas o similares.

TIPO DE MALLA	NORMA ASTM	NORMA NTC
Malla electrosoldada	A-185	1925
Malla de acero con recubrimiento metálico para gaviones	A-195	5333
Malla de gallinero	A-390	3313

Tabla No. 11: Tipos de malla electrosoldada
Fuente: Rafael López

Es una red metálica que se utiliza para el refuerzo del concreto lanzado. Está formada por una trama cuadrada de alambres soldados en su intersección. Para sujetarlas es necesario emplear anclas cortas y/o clavos de impacto.

Las mallas electrosoldadas que se pueden utilizar tienen las siguientes características:

10 x 10 x 0,5 cm; 15 x 15 x 0,5 cm, y 15 x 15 x 0,6 cm donde los dos primeros números indican la abertura de la trama y el siguiente el calibre de los alambres. Debe tener una resistencia a la tensión de 5250 kg/cm².

• Anclaje

Los anclajes consisten en pernos de varilla de acero corrugado de $f_y=4200$ Kg/cm², instalados e inyectados en toda su longitud dentro del barreno con mortero de cemento o con resina epóxica. La longitud es variable y se fija para cada caso particular de acuerdo al diseño y planos para construcción. Está diseñado como un soporte definitivo para que trabaje a fricción o a tensión de acuerdo a su diseño.



Gráfico No 29: Anclaje Tipo
Fuente: Rafa López

En el extremo libre del ancla se debe colocar una placa de acero, de dimensiones preestablecidas, la cual se fija contra el terreno con una tuerca apretada con el torque especificado.

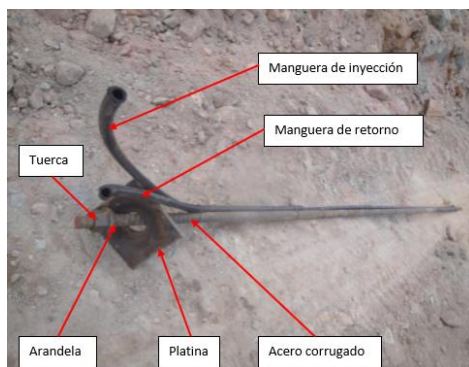


Gráfico No 30: Partes de un anclaje



Gráfico No 31: Colocación del anclaje

Fuente: Rafa López

4.4 TABLAS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELO DEL TALUD POR CORTE DIRECTO

- Muestra Número1 (Km 1+ 240) Resultados del ensayo de suelo por Corte Directo

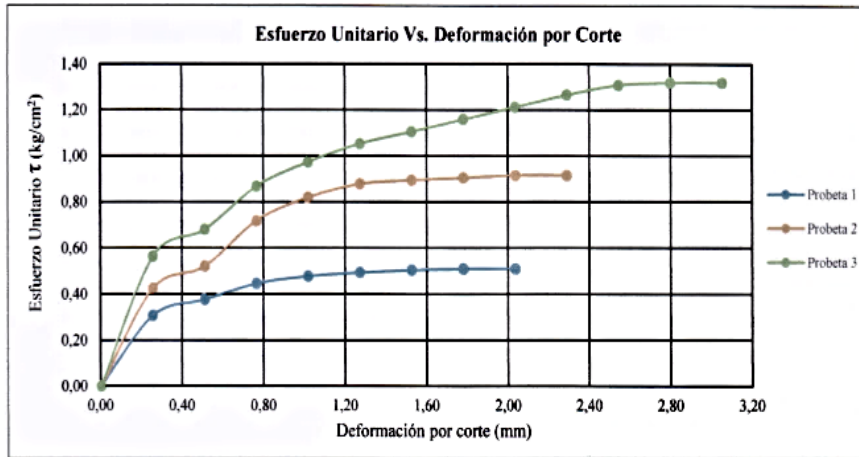


Gráfico No 32: Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte
Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Central del Ecuador

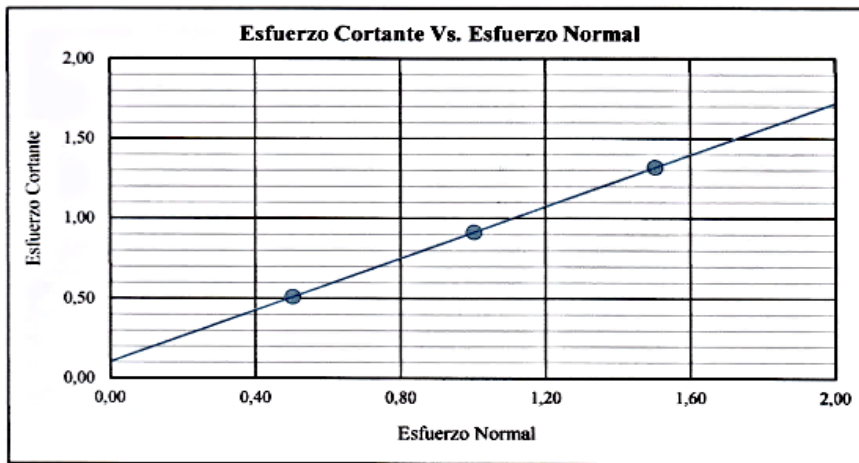


Gráfico No 33: Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte
Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Central del Ecuador

Probeta	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
No.	kg/cm ²	kg/cm ²
1	0,50	0,51
2	1,00	0,92
3	1,50	1,32

RESULTADOS	
COHESIÓN	ANGULO DE FRICCIÓN
kg/cm ²	Ø (°)
0,11	38,98

Tabla No 12: Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción
Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Central del Ecuador

- Muestra Número 2 (Km 1+ 200) Resultados del ensayo de suelo por Corte Directo

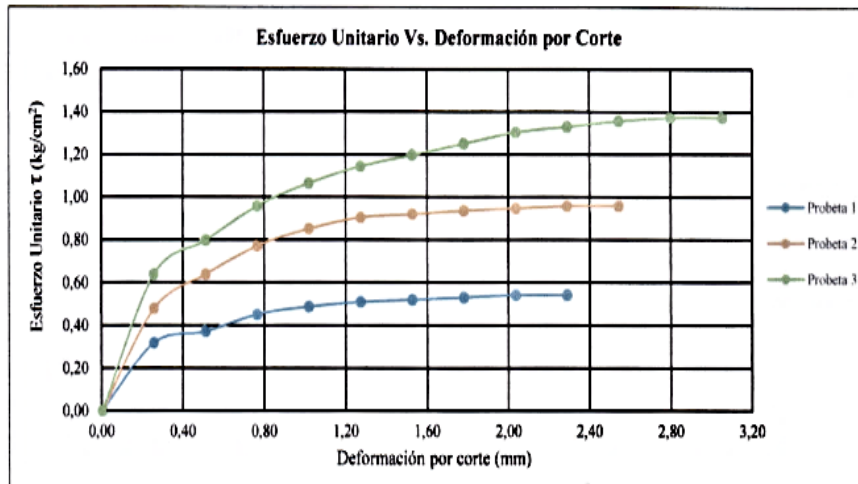


Gráfico No 34: Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte
Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Central del Ecuador

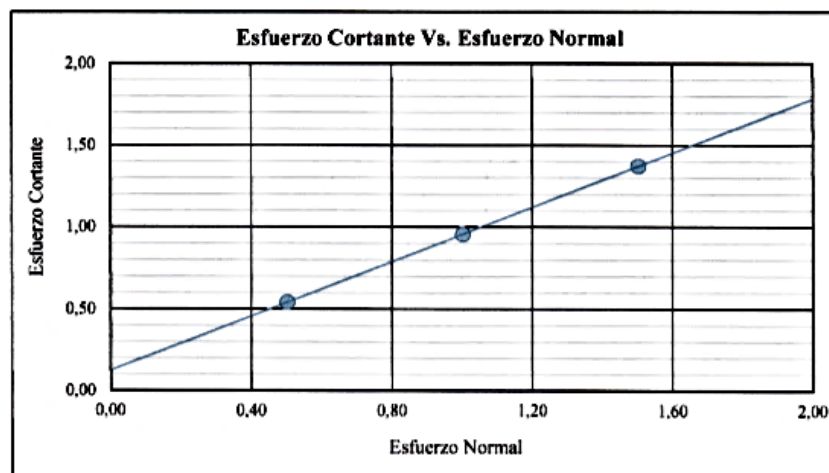


Gráfico No 35: Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte
Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Central del Ecuador

Probeta	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
No.	kg/cm ²	kg/cm ²
1	0.50	0.54
2	1.00	0.96
3	1.50	1.37

RESULTADOS	
COHESIÓN	ANGULO DE FRICCIÓN
kg/cm ²	Ø (°)
0.13	39.71

Tabla No 13: Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción
Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Central del Ecuador

- Muestra Número 3 (Km 1+ 180) Resultados del ensayo de suelo por Corte Directo

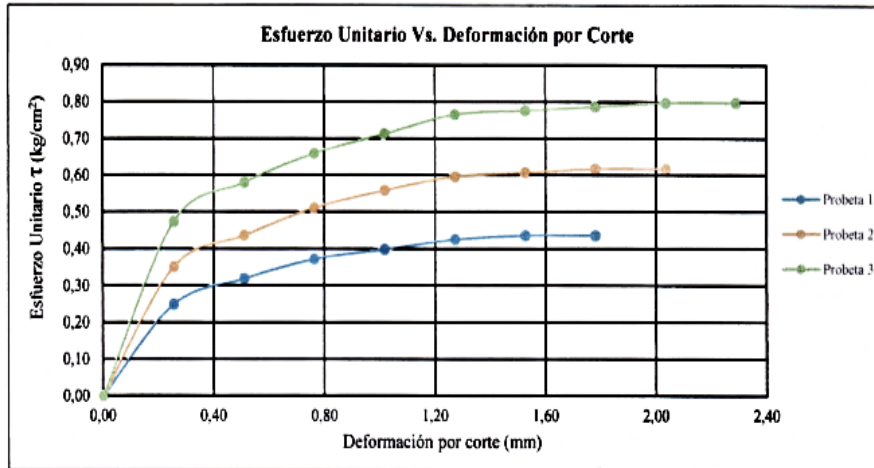


Gráfico No 36:: Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Central del Ecuador

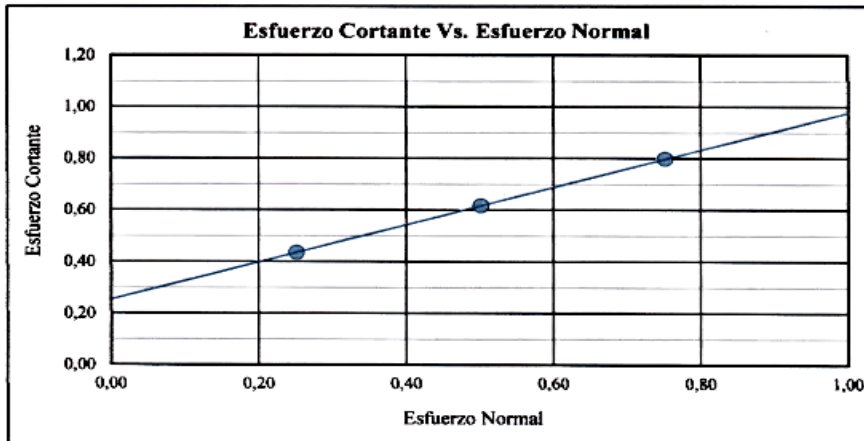


Gráfico No 37: Esfuerzo Unitario vs. Deformación por Corte

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Central del Ecuador

Probeta	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
No.	kg/cm^2	kg/cm^2
1	0,25	0,44
2	0,50	0,62
3	0,75	0,80

RESULTADOS	
COHESIÓN	ANGULO DE FRICCIÓN
kg/cm^2	ϕ ($^\circ$)
0,26	35,91

Tabla No 14: Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Central del Ecuador

4.5 Cálculo tipo para Factor de Seguridad de Talud

El factor de seguridad mínimo del talud debe ser 1.5 para solicitaciones estáticas y 1.25 para solicitaciones sísmicas.

Un talud se considera inestable si $F \leq 1.0$, sin embargo, es común que muchas laderas estables naturales tengan factores de seguridad menor que 1.0 de acuerdo con la práctica de diseño comúnmente adoptado, y este fenómeno puede atribuirse a:

- Es bastante común la aplicación de un factor adicional de seguridad en los parámetros de suelos.
- El uso de una fuerte lluvia con un período de tiempo recurrente en el análisis.
- No son considerados en el análisis efectos tridimensionales.
- Estabilización adicional debido a la presencia de vegetación.

Un factor aceptable de seguridad debe basarse en la consideración del período recurrente de lluvias fuertes, la consecuencia de los fallos del talud, el conocimiento sobre el comportamiento a largo plazo de los materiales geológicos y la precisión del modelo de diseño. Los requisitos recomendados por investigadores se presentan en las tablas 2 y 3.

En la Tabla N° 15 se recomiendan los factores de seguridad mínimos para taludes de diseño y en la Tabla N° 3 los factores de seguridad mínimos para la rehabilitación de taludes que han fallado, como es el caso de este estudio.

Riesgo de pérdidas económicas	Riesgo de pérdidas humanas		
	Bajo	Mediano	Alto
Bajo	1.1	1.2	1.4
Mediano	1.2	1.3	1.4
Alto	1.4	1.4	1.5

Tabla No 15.- Factores de seguridad recomendados (Geo, Hong Kong, 1984)

FS, para un periodo de retorno de 10 años (Geo, Hong Kong, 1984)

Riesgo de pérdidas humanas	Factor de Seguridad FS
Bajo	>1.1
Mediano	>1.2
Alto	>1.3

Tabla No 16.- Factores de seguridad recomendados para rehabilitación de taludes

4.5.1 Método de Fellenius

Método de Fellenius.- este método se basa en dividir el área de falla en dovelas (partes iguales verticales), donde se obtiene las fuerzas resultantes y actuantes de cada una de las dovelas y a su vez con la sumatoria de los momentos con respecto al centro del círculo producido por estas fuerzas se determina el factor de seguridad del talud.

Las fuerzas que actúan sobre cada una de las dovelas son las siguientes:

- El peso o fuerza de gravedad, este tipo de fuerza se puede descomponer en una tangente (tg) y una normal (N) a la superficie de falla.
- Las fuerzas de cohesión (C) y la fricción (F) las que actúan en forma tangente a la superficie de falla del talud.
- Las fuerzas de presión de tierras y cortante en las paredes entre dovelas, no son consideradas importantes dentro del cálculo por Fellenius

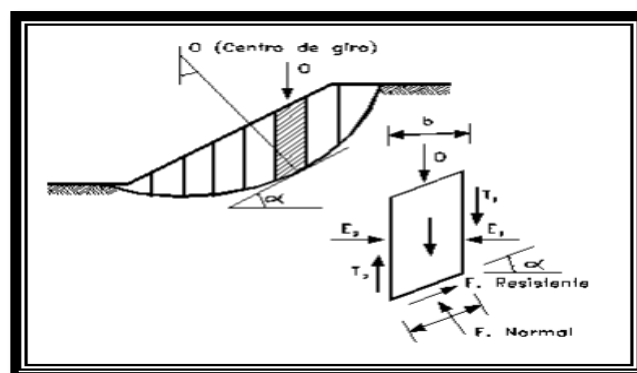


Gráfico No 38: Fuerzas actuantes en cada una de las dovelas.
Fuente: Rafa López, 2018

El método de Fellenius calcula el factor de seguridad con la siguiente expresión:

$$F.S = \frac{\sum_{i=1}^n C * L + (W * \text{coseno } \alpha - u * L) * \text{tangente } \phi}{\sum_{i=1}^n W * \text{seno } \alpha}$$

Donde:

C = Cohesión

L = Longitud de arco de círculo en la base de la dovela

W = Peso total de cada dovela

α = Ángulo de inclinación de la base de la dovela con respecto a la horizontal.

u = Presión de poros

Para el cálculo del factor de seguridad vamos a realizar lo siguiente:

- Con la ayuda del programa AutoCAD dibujamos a escala el perfil de deslizamiento del talud, el cual dividimos en dovelas y/o rebanadas, las mismas que tendrán una base de 1 metros.
- Usaremos los datos obtenidos en laboratorio.

	Cohesión kg/cm²	Angulo de Fricción ϕ
Muestra 01	0,11	38,98
Muestra 02	0,13	39,71
Muestra 03	0,26	35,91
Altura de Talud	9.0m	
Peso	14.71 KN/m ³	

Tabla No 17: Datos de laboratorio de suelos
Autor: Rafael López

- Altura de cada dovela

$$hp = 0.95 \text{ m.}$$

- Calcular el área de la dovela.

$$\text{Área} = b * hp$$

$$\text{Área} = 1.00\text{m} * 0.95\text{m}$$

$$\text{Área} = 0.95 \text{ m}^2$$

- Determinar W que es igual al peso por unidad de área, si es de base muy irregular, W se determinara midiendo el área de la dovela y este valor lo multiplicamos por el peso específico del suelo γ .

$$W = \text{Área} * \gamma$$

$$W = 0.95 \text{ m}^2 * 14.71 \text{ KN/m}^3$$

$$W = 13.97 \text{ KN/m}$$

- Medir el ángulo de inclinación de la base de la dovela. Tener en cuenta el signo de cada ángulo.

$$\alpha = 27^\circ$$

- Calcular la longitud L.

$$L = \frac{b}{\text{coseno } \alpha}$$

$$L = \frac{1}{\text{coseno } 27}$$

$$L = -3.42\text{m}$$

- Calcular la fuerza normal de la dovela.

$$N' = 1.1 * 3.42 + (13.97 * \text{coseno } 27 - 0 * 3.42) * \text{tangente } 27$$

$$N' = -17.45$$

- Calcular la fuerza tangente de la dovela.

$$T = -17.45 * \text{seno } 27$$

$$T = 13.36$$

- Calcular el Factor de Seguridad.

$$F.S = \frac{\sum_{i=1}^n C * L + (W * \text{coseno } \alpha - u * L) * \text{tangente } \phi}{\sum_{i=1}^n W * \text{seno } \alpha}$$

$$F.S = 0.02/126.47$$

$$F.S = 0.00$$

4.6 Tablas del cálculo del Factor de Seguridad

4.6.1 Valor obtenido del Factor de Seguridad por el método de Fellenius de la muestra número 1 del talud, en la Abscisa 2+220

Tabla No. 18: Factor de Seguridad

Núm de Dovelas	T KN/m	Ancho b (m)	Altura h (m)	Área A (m)	Peso W (KN)	Cohesión C (Kpa)	Ø Grados	α Grados	L m	hw KN/m	u	Fuerza Normal	Fuerza Tangente
1	14,71	1	0,95	0,95	13,97	1,1	38,98	27,00	-3,42	0	0	-17,45	13,36
2	14,71	1	3,00	3,00	44,13	1,1	38,98	31,00	1,09	0	0	136,52	-17,83
3	14,71	1	4,45	4,45	65,46	1,1	38,98	35,00	-1,11	0	0	-199,52	-28,03
4	14,71	1	5,00	5,00	73,55	1,1	38,98	40,00	-1,50	0	0	-166,09	54,80
5	14,71	1	4,50	4,50	66,20	1,1	38,98	45,00	1,90	0	0	118,66	56,33
6	14,71	1	3,00	3,00	44,13	1,1	38,98	51,00	1,35	0	0	111,27	29,58
7	14,71	1	1,25	1,25	18,39	1,1	38,98	58,00	8,39	0	0	16,58	18,26

Sumatoria	-0,02	126,47
-----------	-------	--------

Factor de Seguridad (F.S)	0,00
---------------------------	------

Fuente: Rafael López

4.6.2 Valor obtenido del Factor de Seguridad por el método de Fellenius de la muestra número 2 del talud, en la Abscisa 2+200

Tabla No. 19: Factor de Seguridad

Núm de Dovelas	T KN/m	Ancho b (m)	Altura h (m)	Área A (m)	Peso W (KN)	Cohesión C (Kpa)	Ø Grados	α Grados	L m	hw KN/m	u	Fuerza Normal	Fuerza Tangente
1	14,22	1	0,95	0,95	13,51	1,3	39,71	27,00	-3,42	0	0	3,93	12,92
2	14,22	1	3,00	3,00	42,66	1,3	39,71	31,00	1,09	0	0	-81,45	-17,24
3	14,22	1	4,45	4,45	63,28	1,3	39,71	35,00	-1,11	0	0	120,00	-27,09
4	14,22	1	5,00	5,00	71,10	1,3	39,71	40,00	-1,50	0	0	98,75	52,98
5	14,22	1	4,50	4,50	63,99	1,3	39,71	45,00	1,90	0	0	-68,91	54,45
6	14,22	1	3,00	3,00	42,66	1,3	39,71	51,00	1,35	0	0	-65,48	28,59
7	14,22	1	1,25	1,25	17,78	1,3	39,71	58,00	8,39	0	0	6,41	17,65

Sumatoria	13,25	122,26
-----------	-------	--------

Factor de Seguridad (F.S)	0,11
---------------------------	------

Fuente: Rafael López

4.6.3 Valor obtenido del Factor de Seguridad por el método de Fellenius de la muestra número 3 del talud, en la Abscisa 2+180

Tabla No. 20: Factor de Seguridad

Núm de Dovelas	T KN/m	Ancho b (m)	Altura h (m)	Área A (m)	Peso W (KN)	Cohesión C (Kpa)	Ø Grados	α Grados	L m	hw KN/m	u	Fuerza Normal	Fuerza Tangente
1	13,03	1	0,95	0,95	12,38	2,6	35,91	27,00	-3,42	0	0	-25,20	11,84
2	13,03	1	3,00	3,00	39,09	2,6	35,91	31,00	1,09	0	0	164,02	-15,79
3	13,03	1	4,45	4,45	57,98	2,6	35,91	35,00	-1,11	0	0	-239,07	-24,83
4	13,03	1	5,00	5,00	65,15	2,6	35,91	40,00	-1,50	0	0	-199,75	48,54
5	13,03	1	4,50	4,50	58,64	2,6	35,91	45,00	1,90	0	0	143,79	49,89
6	13,03	1	3,00	3,00	39,09	2,6	35,91	51,00	1,35	0	0	134,27	26,20
7	13,03	1	1,25	1,25	16,29	2,6	35,91	58,00	8,39	0	0	30,57	16,17

Sumatoria	8,62	112,02
-----------	------	--------

Factor de Seguridad (F.S)	0,08
---------------------------	------

Fuente: Rafael López

El factor de seguridad obtenido en las tablas de cálculo es menor a 1.5, por ende se determina que el talud es inestable.

4.7 Diseño de la cuneta de coronación

4.7.1 Cunetas de coronación

Son zanjas en la corona o parte alta de un talud utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias, evitando su paso por el talud. Su construcción no debe ser muy cerca al borde superior del talud para evitar que se conviertan en el comienzo y guía de un deslizamiento.

Las zanjas de coronación son normalmente de forma rectangular, pero también pueden ser trapezoidales, si se requiere un mayor tamaño.

Es recomendable sembrar especies naturales a ambos lados de la zanja (pastos, ichu, maleza, raíces, o árboles). También pueden incluirse ramas cortadas amarradas entre sí en forma de estructuras alargadas. Éstas se entierran o se colocan como estacas siguiendo el contorno de un talud, para evitar que el agua erosione bajo la cuneta y ésta se obstruya con sedimentos. (Suárez, 1998).

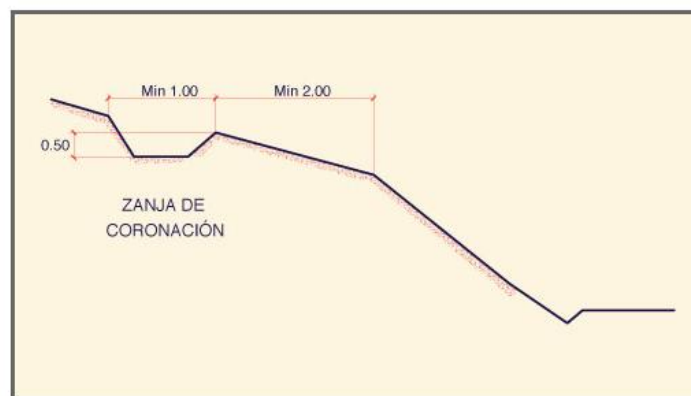


Gráfico No 39: Detalle típico de una cuneta de coronación
Fuente: Ponce 2014

4.7.2 Características de las zanjas de coronación:

- Deben ser totalmente Impermeabilizadas.
- Garantizar un rápido drenaje. Pendientes adecuadas.
- Reparar las zanjas de coronación para impermeabilizar las fisuras y grietas que se presenten máximo cada dos años evitando infiltraciones no deseadas.
- Las dimensiones y ubicación de la zanja varían de acuerdo a la topografía y al caudal de aporte. Se recomienda estructuras rectangulares de 40 centímetros de ancho y 50 centímetros de profundidad.
- Se procura que queden localizadas a lo largo de una curva de nivel para un correcto drenaje y que estén suficientemente atrás de las grietas de tensión en la corona. La separación mínima recomendada es de tres metros del borde de la corona.

4.7.3 Normas de Diseño

4.7.3.1 Método Racional

El método se basa en las siguientes consideraciones: si una lluvia de intensidad uniforme (I) cae sobre la totalidad de una cuenca y dura el tiempo necesario para que todas sus partes contribuyan al derrame en el punto de descarga, el caudal resultante será directamente proporcional a la intensidad de precipitación menos las pérdidas por infiltración y evaporación estimadas a través del coeficiente de escurrimiento (C).

$$Q = 0.028 C.I.A \text{ (m}^3\text{/seg)}$$

Siendo:

C= Coeficiente de esorrentía

I = Intensidad Critica de la lluvia cm/h. (tiempo de concentración (t*)).

A = Área de la vertiente (Ha). Se obtiene midiendo directamente sobre el terreno o utilizando un plano a escala.

COBERTURA VEGETAL	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C					
	TIPO SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA 50%	ALTA 20%	MEDIA 5%	SUAVE 1%	DESPRECIABLE
SIN VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0.8	0.75	0.7	0.65	0.6
	SEMIPERMEABLE	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
	PERMEABLE	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3
CULTIVOS	IMPERMEABLE	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
	SEMIPERMEABLE	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
	PERMEABLE	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2
PASTOS VEGETACIÓN LIGERA	IMPERMEABLE	0.65	0.6	0.55	0.5	0.45
	SEMIPERMEABLE	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35
	PERMEABLE	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15
HIERBA, GRAMA	IMPERMEABLE	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
	SEMIPERMEABLE	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3
	PERMEABLE	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1
BOSQUES DENSA VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35
	SEMIPERMEABLE	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25
	PERMEABLE	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05

Tabla No 21: Coeficiente de escorrentía C
Fuente: Normas de Diseño, MTOP 2003

4.7.4 Diseño de cuneta de coronación

Las cunetas según la forma de la sección transversal pueden ser triangulares, rectangulares, trapezoidales. Se escogió la forma triangular, por su característica especial de ser una prolongación de la superficie de rodamiento, por su facilidad de construcción y mantenimiento. El diseño de cunetas está basado en el principio que recae sobre los canales abiertos en un flujo uniforme, con la aplicación de la fórmula de manning y la ecuación de la continuidad. (Tesis 972 - Terán Vargas Diana Valeria)

SECCION RECTANGULAR:

$$\phi = 0^\circ; \quad T = b; \quad A = by; \quad P = b + 2y$$

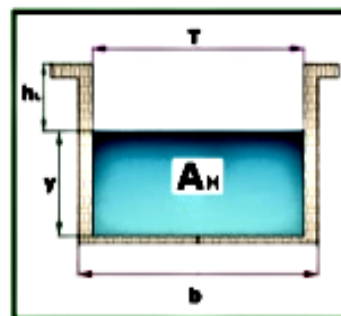


Grafico No 40: Elementos geométricos de la sección transversal de un canal
Fuente: Rafa López

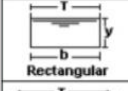
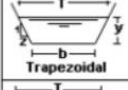

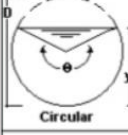
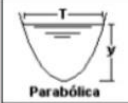
Sección	Área hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\frac{\text{sen}\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Tabla No 22: Secciones típicas de canales
Fuente: Rafa López

Caudal Q (m ³ / s)	Solera b (m)
Menor de 0.100	0.30
Entre 0.100 y 1.200	0.50
Entre 2.00 y 4.00	0.75
mayor de 4.00	1.00

■ **Nota:** Para canales pequeños, el ancho de solera, estará en función del ancho de la pala de la maquinaria disponible para la construcción

Tabla No 23: Criterio para asumir la base o solera b.
Fuente : <https://www.slideshare.net/linoolascuagacruzado/diseo-de-canales>

4.7.4.1 Formula de Manning (ecuación de la continuidad)

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{1/2}$$

$$Q = A * V$$

Dónde:

V = velocidad en m/s

n = coeficiente de rugosidad de Manning

J = pendiente hidráulica en %

Q = caudal de diseño en m³ /seg

A = área de la sección en m²

P = perímetro mojado en m

R = radio hidráulico en m

El radio hidráulico se expresa así:

$$R = \frac{A}{P}$$

Dónde:

A = área mojada m²

P = perímetro mojado m

TIPO DE RECUBRIMIENTO	COEFICIENTE (n)
Tierra lisa	0.02
Césped con más de 15 cm de profundidad de agua	0.04
Césped con menos de 15 cm de profundidad de agua	0.06
Revestimiento rugoso de piedra	0.04
Cunetas revestidas de hormigón	0.013

Tabla No 24: Coeficiente de rugosidad de Manning
Fuente: Rafa López

$$Am = b * y$$

4.7.4.2 Coeficiente de Escorrentia, C

Este coeficiente establece la relación que existe entre la cantidad total de lluvia que se precipita y la que se escurre superficialmente; su valor de varios factores: permeabilidad del suelo, morfología de la cuenca, pendientes longitudinales y cobertura vegetal.

COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Tabla No 25: Coeficiente de Escorrentía C
Fuente: Benítez, 2001

4.7.4.3 Tiempo de concentración (tc)

Se define el tiempo de concentración (tc) como el tiempo requerido por una gota de agua para fluir desde el punto mas remoto en la cuneta hasta el punto de interés. Para su cálculo se utilizara la formula dada por Kirpich (1940).

t (min)	I (años)					
	2	5	10	25	50	100
	Intensidades (mm/h)					
5	62,9	83	98,2	118,3	133,6	148,8
10	47,1	62,1	73,5	88,6	100	111,4
20	32,8	43,3	51,3	61,8	69,7	77,7
40	21,9	29	34,3	41,3	46,6	51,9
60	17,1	22,6	26,7	32,2	36,3	40,4
100	12,3	16,3	19,3	23,2	26,2	29,2
120	11	14,5	17,1	20,6	23,3	26
180	8,4	11,1	13,1	15,8	17,8	19,9
720	3,3	4,3	5,1	6,1	6,9	7,7
1440	2	2,6	3,1	3,8	4,3	4,7

Tabla No 26: Valores del Intensidad de lluvia
Fuente: Benítez, 2001

$$tc = 0.0195\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

Dónde:

- t_c = Tiempo de concentración
- H = Diferencia de nivel de los puntos extremos del curso de agua (m)
- L = Longitud de curso de agua (m)

Debido a la limitada información existente se recomienda tomar el tiempo de duración de la lluvia igual al tiempo de concentración, considerando que en ese lapso se produce la mayor aportación de la cuenca al cauce.

Cálculo y Diseño de la cuneta rectangular de coronación por el método racional Método Racional

a) Cálculo del tiempo de concentración.

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{5.8^3}{5} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 4.09 \text{ min}$$

b) Cálculo del caudal

$$Q = 0.0028 \text{ C.I.A (m}^3\text{/seg)}$$

$$Q = 0.0028 * 0.30 * 83 * (60*6)$$

$$Q = 0.0025 \text{ m}^3\text{/seg}$$

c) Cálculo de la pendiente S

$$S = \frac{\Delta h}{L}$$

$$S = \frac{2615\text{m} - 2614\text{m}}{58.3\text{m}}$$

$$S = 0.017$$

d) Diseño de la cuneta

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{1/2}$$

$$Q = A * V$$

- **Iguualando las ecuaciones obtengo**

$$Q - b * y \left[\frac{b*y}{b+2y} \right]^{\frac{2}{3}} * \frac{S^{1/2}}{n} = 0$$

- Asumo un valor de b = 30 cm.

Q	b imp	coeficiente de rugosidad	Pendiente S	y	Igual a cero
0,0025	0,3	0,025	0,017	0,1	-0,02

Cálculo de Caudal						
Q (m3/seg)	C	I	A (ha)		Área (Ha)	0,036
0,0025	0,3	83	0,036	Longitud (m)	60	
				Ancho Coop (m)	6	

Tabla No 27: Cálculo de las dimensiones de la cuneta de coronación
Fuente: Rafa López

Malla Electrosoldada

Panel electrosoldada formado por varillas lisas o corrugadas en varios diámetros dispuestas perpendicularmente formando recuadros regulares de 10 a 50 cm. Participa de las características físicas y mecánicas de la varilla trefilada.

Usos:

Como refuerzo estructural en: muros, pavimentos, piscinas, canchas, cisternas. Artesanalmente se utiliza en cerramientos, decoración y canastos.

Normas Técnicas:

NTE INEN 2209 (Ecuatoriana)

ASTM 185 (Americana) Malla Electrosoldada Lisa para hormigón armado.

ASTM 497 (Americana) Malla Electrosoldada para hormigón armado.

DENOMINACIÓN	DIÁMETRO		ESPACIAMIENTO		NÚMERO DE VARILLAS		Peso kg.
	Longitudinal mm	Transversal mm	Longitudinal cm	Transversal cm	Longitudinal Unidades	Transversal Unidades	
3,5 - 15	3,5	3,5	15	15	16	42	15.154
4 - 10	4	4	10	10	24	62	29.502
4 - 10 4 - 05	4	4	10	5	20	59	17.543
4 - 15	4	4	15	15	16	42	19.826
4 - 20	4	4	20	20	12	31	14.751
4,5 - 15	4,5	4,5	15	15	16	42	25.080
4,5 - 30	4,5	4,5	30	30	8	21	12.540
5 - 10	5	5	10	10	24	62	46.052
5 - 15	5	5	15	15	16	42	30.948
5 - 20	5	5	20	20	12	31	23.026
5,5 - 10	5,5	5,5	10	10	24	62	55.760
5,5 - 15	5,5	5,5	15	15	16	42	37.472
5,5 - 20	5,5	5,5	20	20	12	31	27.880
5,5 - 25	5,5	5,5	25	25	10	25	22.846
6 - 10	6	6	10	10	24	62	66.334
6 - 15	6	6	15	15	16	42	44.578
6 - 20	6	6	20	20	12	31	33.167
7 - 15	7	7	15	15	16	42	60.658
7 - 20	7	7	20	20	12	31	45.131
8 - 15	8	8	15	15	16	42	79.230
8 - 20	8	8	20	20	12	31	58.951
10 - 15	10	10	15	15	16	41	122.33
10 - 20	10	10	20	20	12	31	92.116
12 - 20	12	12	20	20	12	31	132.64

PEDIDOS ESPECIALES

CARACTERÍSTICAS	MALLA LISA	MALLA CORRUGADA
DIÁMETRO	entre 3 y 12 mm	entre 4,0 y 12 mm
LONGITUD TOTAL	hasta 8 m	hasta 8 m
ANCHO TOTAL	hasta 2,40 m	hasta 2,40 m
ESPACIAMIENTO LONGITUDINAL*	desde 10 cm	desde 10 cm
ESPACIAMIENTO TRANSVERSAL*	desde 10 cm	desde 10 cm
LÍMITE DE FLUENCIA	min. 5000 kg/cm ²	min. 5000 kg/cm ²
RESISTENCIA	min. 5500 kg/cm ²	min. 5500 kg/cm ²

Grado 50

*Para diámetros superiores a 7mm los espaciamientos longitudinales y transversales serán mínimo de 15cm y para el diámetro 12mm los espaciamientos serán mínimo de 20cm

Paneles de: 2,40 m de ancho x 6,25 m de longitud = 15 m² Especiales bajo pedido.

*

Tabla No 28: Dimensiones Malla Electrosoldadas en el mercado

Fuente: Rafa López/Adelca

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES

- El hormigón proyectado, ha reemplazado los métodos tradicionales de revestimiento de taludes. Como resultado, se ha convertido en una alternativa importante en la estabilización de taludes a nivel local.
- El método de Fellenius o método sueco es muy utilizado por su procedimiento simple.
- El factor de seguridad obtenido en los cálculos de la hoja Excel por el Método de Fellenius arrojó un $F.S = 0$ siendo este menor a 1.5, es decir que si el $F.S < 1.5$ se considera un talud inestable.
- Los ensayos de suelo del talud arroja como resultado un material predominante en arena-limosa (SM) en Anexo 1 (tablas de resultados de laboratorio) de baja compacidad, de esta manera se puede decir que tenemos un talud inestable.
- Las arenas finas y los limos erosionables.
- La erosionabilidad depende del tamaño de las partículas y de la cohesión.
- La diferencia básica entre arenas y limos es que las arenas limpias no tienen cohesión, mientras los limos muestran una pequeña cohesión.
- Una vez determinada la condición de estabilidad del talud, se tomó la decisión de utilizar como método de estabilización el uso de hormigón lanzado, para solucionar el problema debido a que el talud actualmente se encuentran en una estabilidad relativa, pero sometidos a desgaste constante por factores externos como la lluvia y el viento, lo que a su vez produce inestabilidad local.
- El hormigón lanzado en el talud mejorará la estabilidad del mismo, por ende su factor de seguridad aumentará.

5.2.- RECOMENDACIONES

- El concreto lanzado será una mezcla de cemento, agua, agregados finos y gruesos, microsílíce y aditivos, proyectada neumáticamente por la boquilla de una manguera sobre la superficie que se vaya a tratar.
- Para la elección del concreto lanzado, es necesario tomar en cuenta el conocimiento y la experiencia existentes así como efectuar un análisis de los materiales, de las necesidades y de las especificaciones del proyecto. Para obtener un buen resultado, es preciso una adecuada planeación, una buena supervisión y un aplicador con mucha experiencia y habilidad.
- Existen otros tipos de métodos para determinar el factor de seguridad de un talud.
- Tener una técnica adecuada para la toma de muestras, para poder llevarlas al laboratorio y obtener exactos y mejores resultados.
- Cuando se haga los ensayos de suelo de talud, tener mucho cuidado con ocasionar un deslizamiento no deseado y evitar cualquier tipo de accidente.
- Las cunetas de coronación ayudarán a impedir que el agua lluvia se filtre al talud.

MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Blázquez, “Erosión hídrica en taludes de carretera en el SW de Valencia.” . September, 2005.
- [2] GEOMA, “Estudios geológicos,” 2006.
- [3] J. Lora, “SHOTCRETE : Una idea rápida , económica y funcional para la estabilización de taludes,” September, pp. 0–7, 2017.
- [4] S. N. Rojas, “El cálculo del factor de seguridad como elemento principal para el diseño de obras de estabilización de taludes en la vía latacunga – la maná sector cruz blanca,” 2015.
- [5] A. Minato-Ku, " Manual De Proteccion De Taludes ". 1984.
- [6] M. Sanchez, “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.,” 2009.
- [7] Á. MAtteis, “Estabilidad de Taludes,” 2003.
- [8] R. Ochoa, “Concreto lanzado para túneles y taludes,” p. 6, 2014.
- [9] L. R. Alejano, “Aspectos genéricos de ingeniería de taludes en roca,” 2009.
- [10] C. Véliz, “Estabilización de taludes con pantallas de concreto lanzado con malla electro soldada y anclajes de concreto reforzado.,” 2009.
- [11] J. Alva, “Análisis de estabilidad de taludes,” 2015.
- [12] J. Suárez, “Deslizamientos: Análisis Geotécnico,” vol. 1, 1996, pp. 127–172.
- [13] J. Alva, “Notas Sobre Analisis De Estabilidad De Taludes,” 1994.
- [14] E. Pérez, “Estabilidad de Taludes,” 2005.

1.1 WEBLIOGRAFÍA

- 1.- Manual de Diseño y Construcción de Muros Anclados de Hormigón Proyectado. Tesis de grado de Pedro Valdez UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
- 2.- Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera. Ministerio de Fomento de España.
- 3.- https://www.terratest.cl/pdf/Catalogo_Ischebeck_SoilNailing.pdf
- 4.- Diseño y Construcción de Estabilización de un Talud Compuesto por Suelos Tropicales Residuales Mediante la Técnica de Soil Nailing
- 5.- <https://www.slideshare.net/linoolascuagacruzado/diseo-de-canales>
6. - file:///C:/Users/user/Downloads/catalogo_adelca.pdf
7. -Ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras..., Volumen 1, Escrito por Alfonso Rico Rodríguez, Hermilo del Castillo

ANEXOS

1. ANEXOS

1.1 Resultados del ángulo de fricción y cohesión por el método de corte directo en el talud del cantón Ambato en el km 2+240, realizados en los laboratorios de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Central del Ecuador.

Ubicación:

- Provincia de Tungurahua
- Paso Lateral Ambato

Abscisa 2 + 220

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Tamiz	PESO RETENIDO		PORCENTAJE			No. de Golpes	Recipiente		Peso Suelo		% de Humedad	
	PARCIAL	ACUMULADO	RETENIDO	QUE PASA	ESPECIFICADO		No.	Peso	Húmedo	Seco	Parcial	Promedio
3"						-	280	7,76	62,51	61,77	1,37	1,38
2 1/2"						-	213	7,79	62,54	61,79	1,39	
2"						-						
1 1/2"						-						
1"						-						
3/4"												
1/2"												
3/8"												
No. 4												
< No. 4												
No. 8												
No. 10	1,20	1,20	1	99								
No. 40	18,37	19,57	14	86								
No. 50												
No. 100												
No. 200	75,52	95,09	69	31								
<No. 200			31									
Total												
No. Recipier 053 Recipiente = 29,30 g Recipiente + Suelo Húm = 169,87 g Peso Suelo Húmedo = 140,57 g Peso Suelo Seco = 138,66 g Después = 95,09 g						LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
GRAVA: 0% ARENA: 69% FINOS: 31%						LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
CLASIFICACIÓN: HUMEDAD NATURAL: 1,38% LIMITE LIQUIDO: 0,00%						LIMITE LIQUIDO 						
SUCS: SM INDICE PLÁSTICO: 0,00						OPERADOR: J. C. FECHA: 2018-07-07						
AASTHO: A-2-4 INDICE DE GRUPO: 0,00						PROFUNDIDAD: - m						



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO CLASIFICACIÓN

ASTM D-3080

Supervisado y Calculado por: Ing. Ivonne Caicedo T.
 Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos: Ing. Carlos Ortega O.

PROYECTO: Estudio del comportamiento de hormigón lanzado en la estabilidad de taludes
 OBRA: Estabilidad de taludes
 LOCALIZACIÓN: Paso Lateral Ambato km 2+180
 COORDENADAS: -
 PERFORACIÓN: -
 DESCRIPCIÓN: -
 MUESTRA: P-1
 OPERADOR: J. C.
 PROFUNDIDAD: - m
 FECHA: 2018-07-07



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

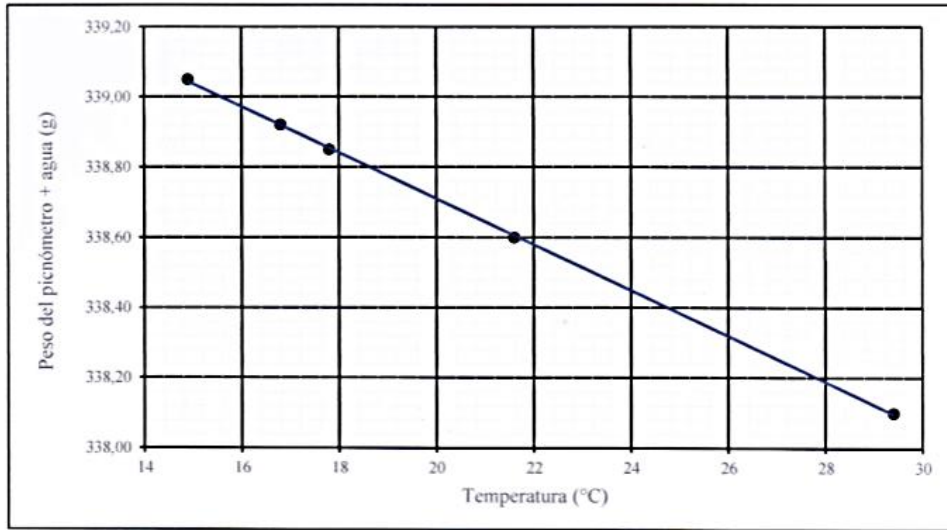
PESO UNITARIO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS ASTM D-854

PROYECTO: Estudio del comportamiento de hormigón lanzado en la estabilidad de taludes
OBRA: Estabilidad de taludes **LOCALIZACIÓN:** Paso Lateral Ambato km 2+180
CONTRATISTA: - **FISCALIZACIÓN:** -
PERFORACIÓN: - **MUESTRA:** P-1 **PROFUNDIDAD:** - m
DESCRIPCIÓN: - **OPERADOR:** J. C. **FECHA:** 2018-07-09

CALIBRACIÓN DEL PICNÓMETRO

No.	Mediciones	1	2	3	4	5	6	Corrección por balanza	
	Peso picnómetro + agua (g)	339,05	338,92	338,85	338,60	338,10		Peso del plato	= 0 g
	Temperatura (°C)	14,9	16,8	17,8	21,6	29,4		Peso del porta picnómetro	= 0 g
	Peso picnómetro + agua (g)							Corrección	= 0 g
	Temperatura (°C)								

CURVA DE CALIBRACIÓN



Ensayo No.	Picnómetro No.	Método de extracción del aire	Peso del picnómetro mas sólidos y agua sin corrección (g)	Peso del picnómetro mas sólidos y agua corregido (g)	Temperatura (°C)	Peso del picnómetro mas agua (g)	recipiente para exaustación No.	Peso del recipiente (g)	Peso del recipiente + suelo seco (g)	Peso de las partículas sólidas (g)	W _A + W _s - W _B (g)	RESULTADO PESO UNITARIO DE LAS PARTÍCULAS	
												Parcial (g/cm ³)	Promedio (g/cm ³)
1	01	Vacio	385,06	385,06	22	338,57	07	65,85	139,77	73,92	27,43	2,69	2,69

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el usuario

Supervisado y Calculado por:

Ing. Ivonne Caicedo T.

Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos

Ing. Carlos Ortega O.



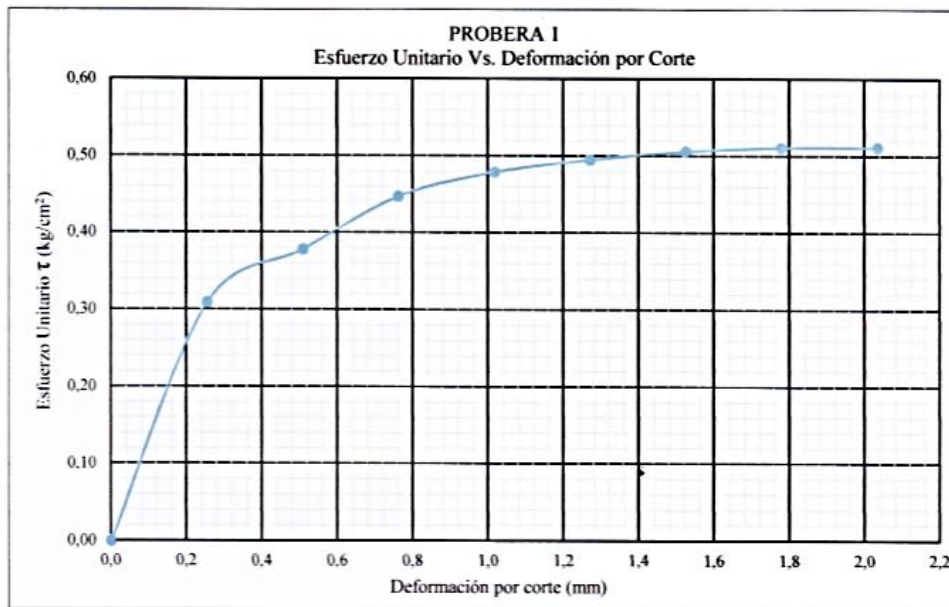
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

PROYECTO: Estudio del comportamiento de hormigón lanzado en la estabilidad de taludes
OBRA: Estabilidad de taludes **LOCALIZACIÓN:** Paso Lateral Ambato km 2+180
CONTRATISTA: - **FISCALIZACIÓN:** -
PERFORACIÓN: - **MUESTRA:** P-1 **PROFUNDIDAD:** - m
DESCRIPCIÓN: - **OPERADOR:** J. C. **FECHA:** 2018-07-09

DATOS DEL EQUIPO		EJECUCIÓN DEL ENSAYO - PROBETA 1							
Caja de corte		DEFORMACIONES			ESFUERZO CORTANTE				
Lado	L = 5,08 cm	Corte		Normal		Anillo	Fuerza	Esfuerzo Unitario	Relación
		Def. LC-8	Def. LC-9	Def. LC-2	T				
Área	A = 25,81 cm ²	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	kg	kg/cm ²	
Profundidad	D = 4,12 cm	0	0,000	100	2,540	0	0,00	0,00	0,00
Alt. bloque de carga	B = 2,90 cm	0	0,000	90	2,286	0	0,00	0,00	0,00
Distancia tope	T = 0,90 cm	10	0,254	90	2,286	58	7,97	0,31	0,62
Anillo de carga No.	= 6984	20	0,508	90	2,286	71	9,76	0,38	0,76
Constante	= 0,1374 kg	30	0,762	89	2,261	84	11,54	0,45	0,89
Datos de la muestra		40	1,016	89	2,261	90	12,37	0,48	0,96
Espesor	= 2,12 cm	50	1,270	88	2,235	93	12,78	0,50	0,99
Volumen	= 54,71 cm ³	60	1,524	86	2,184	95	13,05	0,51	1,01
Masa inicial	= 169,85 g	70	1,778	84	2,134	96	13,19	0,51	1,02
Masa final	= 104,53 g	80	2,032	84	2,134	96	13,19	0,51	1,02
Masa del suelo	= 65,32 g								
Masa unitaria	= 1,19 g/cm ³								
Esfuerzo Normal									
Carga total	= 12,90 kg								
Esfuerzo Normal	= 0,50 kg/cm ²								



Esfuerzo cortante de falla = 0,51 kg/cm²

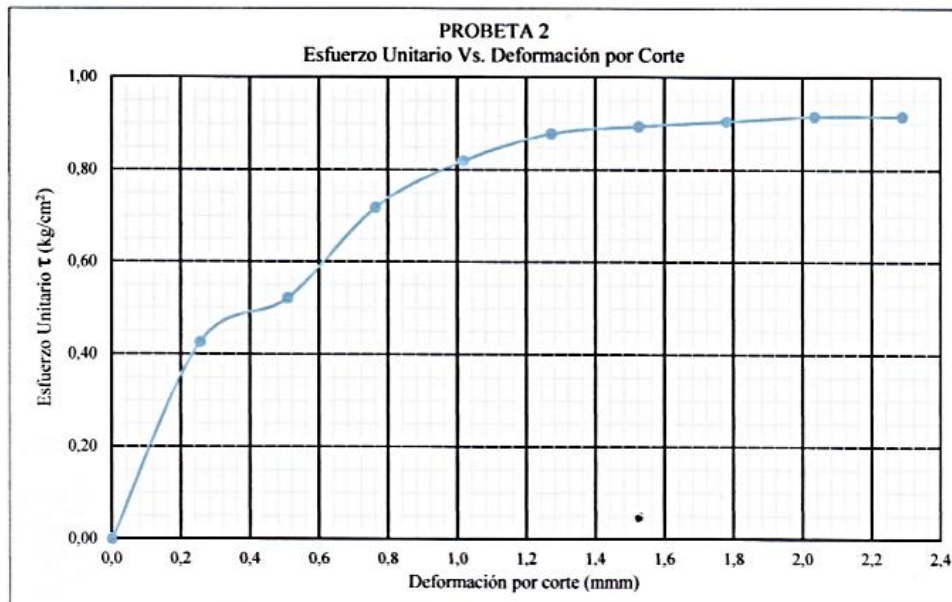


UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

DATOS DEL EQUIPO			EJECUCIÓN DEL ENSAYO - PROBETA 2							
Caja de corte			DEFORMACIONES				ESFUERZO CORTANTE			
Lado	L =	cm	Corte		Normal		Anillo	Fuerza	Esfuerzo Unitario	Relación
			Def. LC-8		Def. LC-9		Def. LC-2	T	τ_f	
Área	A =	cm ²	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	kg	kg/cm ²	τ/σ
Profundidad	D =	cm	0	0,000	200	5,080	0	0,00	0,00	0,00
Alt. bloque de carga	B =	cm	0	0,000	192	4,877	0	0,00	0,00	0,00
Distancia tope	T =	cm	10	0,254	192	4,877	80	10,99	0,43	0,43
Anillo de carga No.	=	6984	20	0,508	193	4,902	98	13,47	0,52	0,52
Constante	=	0,1374 kg	30	0,762	194	4,928	135	18,55	0,72	0,72
Datos de la muestra			40	1,016	195	4,953	154	21,16	0,82	0,82
Espesor	=	2,12 cm	50	1,270	196	4,978	165	22,67	0,88	0,88
Volumen	=	54,71 cm ³	60	1,524	197	5,004	168	23,08	0,89	0,89
Masa inicial	=	182,12 g	70	1,778	198	5,029	170	23,36	0,91	0,91
Masa final	=	117,17 g	80	2,032	199	5,055	172	23,63	0,92	0,92
Masa del suelo	=	64,95 g	90	2,286	200	5,080	172	23,63	0,92	0,92
Masa unitaria	=	1,19 g/cm ³								
Esfuerzo Normal										
Carga total	=	25,80 kg								
Esfuerzo Normal	=	1,00 kg/cm ²								



Esfuerzo cortante de falla = 0,92 kg/cm²

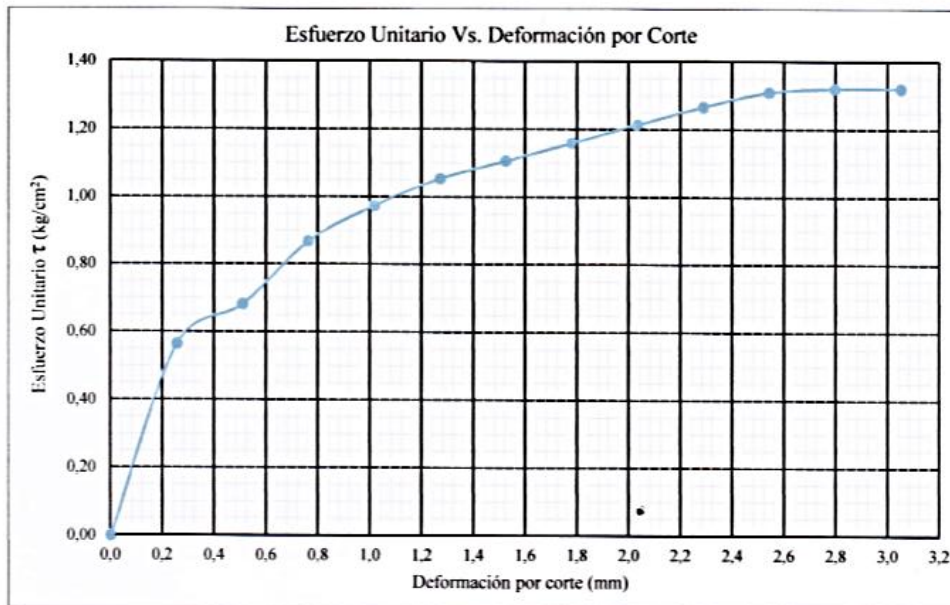


UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

DATOS DEL EQUIPO				EJECUCIÓN DEL ENSAYO - PROBETA 3							
Caja de corte				DEFORMACIONES			ESFUERZO CORTANTE				
Lado	L =	5,08	cm	Corte		Normal		Anillo	Fuerza	Esfuerzo Unitario	Relación τ/σ
Área	A =	25,81	cm ²	Def. LC-8		Def. LC-9		Def. LC-2	T	τ_f	
Profundidad	D =	4,12	cm	10 ⁻² pulgadas	mm	10 ⁻² pulgadas	mm	10 ⁻² pulgadas	kg	kg/cm ²	
Alt. bloque de carga	B =	2,90	cm	0	0,000	300	7,620	0	0,00	0,00	0,00
Distancia tope	T =	0,90	cm	0	0,000	290	7,366	0	0,00	0,00	0,00
Anillo de carga No.	=	6984		10	0,254	290	7,366	106	14,56	0,56	0,38
Constante	=	0,1374	kg	20	0,508	290	7,366	128	17,59	0,68	0,45
				30	0,762	291	7,391	163	22,40	0,87	0,58
				40	1,016	292	7,417	183	25,14	0,97	0,65
Datos de la muestra				50	1,270	293	7,442	198	27,21	1,05	0,70
Esesor	=	2,12	cm	60	1,524	294	7,468	208	28,58	1,11	0,74
Volumen	=	54,71	cm ³	70	1,778	295	7,493	218	29,95	1,16	0,77
Masa inicial	=	170,15	g	80	2,032	296	7,518	228	31,33	1,21	0,81
Masa final	=	104,95	g	90	2,286	297	7,544	238	32,70	1,27	0,84
Masa del suelo	=	65,20	g	100	2,540	297	7,544	246	33,80	1,31	0,87
Masa unitaria	=	1,19	g/cm ³	110	2,794	297	7,544	248	34,08	1,32	0,88
				120	3,048	297	7,544	248	34,08	1,32	0,88
Esfuerzo Normal											
Carga total	=	38,70	kg								
Esfuerzo Normal	=	1,50	kg/cm ²								



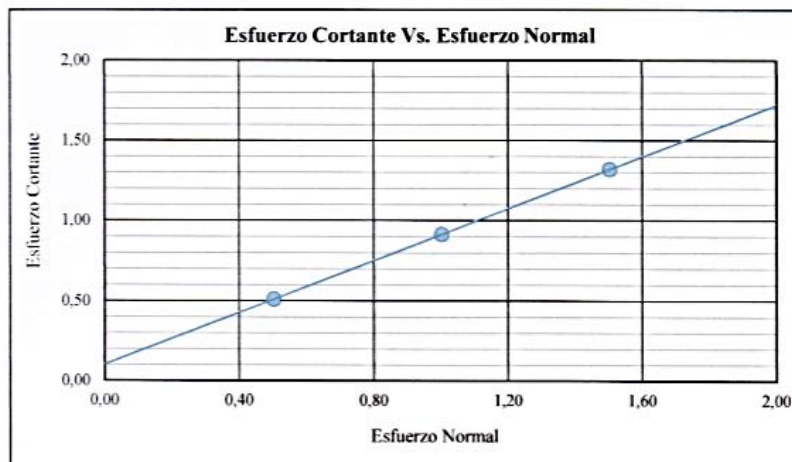
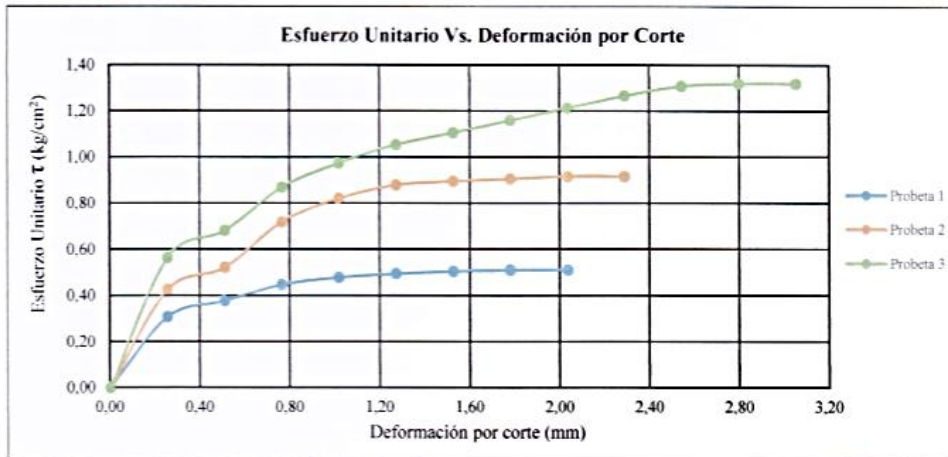
Esfuerzo cortante de falla = 1,32 kg/cm²



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CORTE DIRECTO

ASTM D-3080



Probeta	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
No.	kg/cm ²	kg/cm ²
1	0.50	0.51
2	1.00	0.92
3	1.50	1.32

RESULTADOS	
COHESIÓN	ANGULO DE FRICCIÓN
kg/cm ²	Ø (°)
0.11	38.98

OBSERVACIONES: _____

Supervisado y Calculado por:

Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos

Ing. Ivonne Caicedo T.

Ing. Carlos Ortega O.



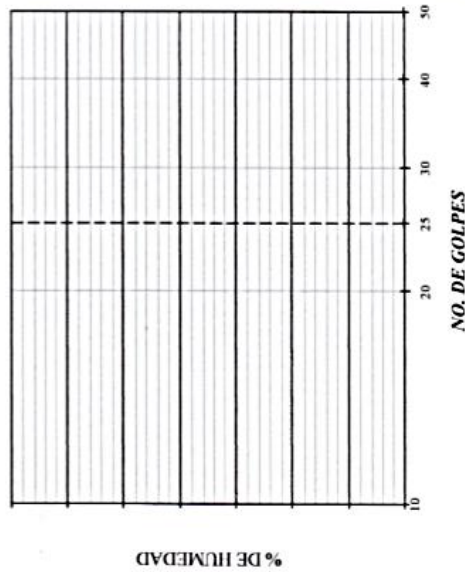
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO CLASIFICACIÓN

ASTM D-3080

PROYECTO: Estudio del comportamiento de hormigón lanzado en la estabilidad de taludes
OBRA: Estabilidad de taludes **LOCALIZACIÓN:** Paso Lateral Ambato km 2+180
CONTRATISTA: - **FISCALIZACIÓN:** -
PERFORACIÓN: - **MUESTRA:** P-2 **PROFUNDIDAD:** - m
DESCRIPCIÓN: - **OPERADOR:** J. C. **FECHA:** 2018-07-07

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)				% de Humedad	
No. de Golpes	Recipiente		Peso Suelo		Promedio %
	No.	Peso g	Húmedo g	Seco g	
-	287	7.80	73.02	72.00	1.59
-	251	7.83	73.05	72.02	1.60
-					
-					
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)					
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)					
LIMITE LIQUIDO					



GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				PORCENTAJE	
Tamiz	PESO RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	RETENIDO	QUE PASA	ESQUEJADO
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No. 4					
<No. 4					
No. 8					
No. 10	0.89	0.89	1	99	
No. 40	16.96	17.85	13	87	
No. 50					
No. 100					
No. 200	76.01	93.86	69	31	
<No. 200			31		
Total					

No. Recipient = 032

Recipiente = 29.24 g
 Recipiente + Suelo Húmedo = 167.26 g
 Peso Suelo Húmedo = 138.02 g
 Peso Suelo Seco = 135.85 g
 Después = 93.86 g

GRAVA: 0% **ARENA:** 69% **FINOS:** 31%

CLASIFICACIÓN:	HUMEDAD NATURAL:	1.60 %
	LIMITE LIQUIDO:	0.00 %
SUCS: SM	INDICE PLÁSTICO:	0.00
AASTHO: A-2-4	INDICE DE GRUPO:	0.00

Supervisado y Calculado por:

Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos

Ing. Ivonne Caicedo T.

Ing. Carlos Ortega O.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

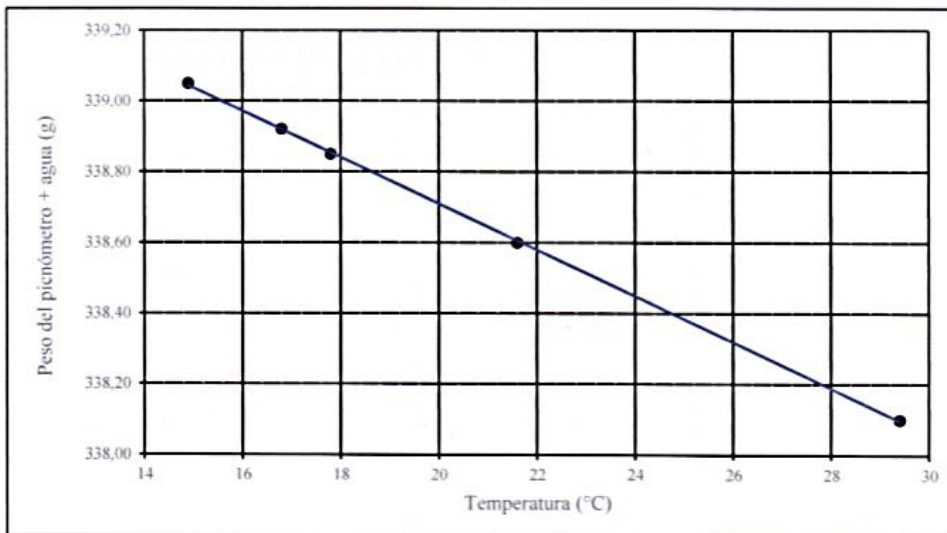
PESO UNITARIO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS ASTM D-854

PROYECTO: Estudio del comportamiento de hormigón lanzado en la estabilidad de taludes
OBRA: Estabilidad de taludes **LOCALIZACIÓN:** Paso Lateral Ambato km 2+180
CONTRATISTA: - **FISCALIZACIÓN:** -
PERFORACIÓN: - **MUESTRA:** P-2 **PROFUNDIDAD:** - m
DESCRIPCIÓN: - **OPERADOR:** J. C. **FECHA:** 2018-07-09

CALIBRACIÓN DEL PICNÓMETRO

No.	Mediciones	1	2	3	4	5	6	Corrección por balanza	
	Peso picnómetro + agua (g)	339,05	338,92	338,85	338,60	338,10		Peso del plato	= 0 g
	Temperatura (°C)	14,9	16,8	17,8	21,6	29,4		Peso del porta picnómetro	= 0 g
	Peso picnómetro + agua (g)							Corrección	= 0 g
	Temperatura (°C)								

CURVA DE CALIBRACIÓN



Ensayo	Picnómetro	Método de extracción del aire	Peso del picnómetro mas sólidos y agua sin corrección	Peso del picnómetro mas sólidos y agua corregido	Temperatura	Peso del picnómetro mas agua	No. para calibración	Peso del recipiente	Peso del recipiente + suelo seco	Peso de las partículas sólidas	W _A + W _s - W _B	RESULTADO	
												Parcial	Promedio
No.	No.	-	g	W _B g	T °C	W _A g	No.	g	g	W _s g	W _w g	γ _s g/cm ³	γ _c g/cm ³
1	01	Vacio	386,09	386,09	20	338,71	10	68,13	143,51	75,38	28,00	2,69	2,69

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el usuario

Supervisado y Calculado por:

Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos

Ing. Ivonne Caicedo T.

Ing. Carlos Ortega O.



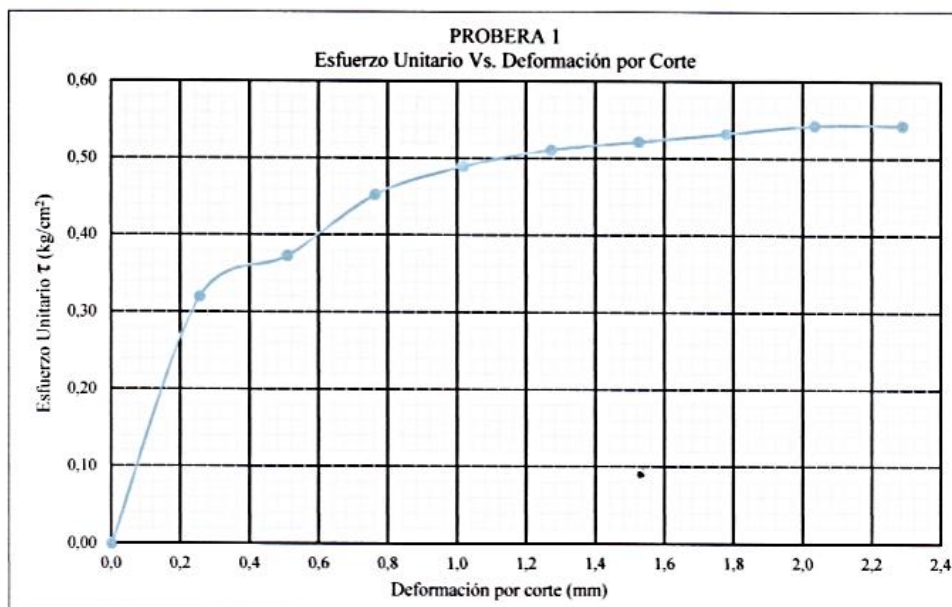
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

PROYECTO: Estudio del comportamiento de hormigón lanzado en la estabilidad de taludes
OBRA: Estabilidad de taludes **LOCALIZACIÓN:** Paso Lateral Ambato km 2+180
CONTRATISTA: - **FISCALIZACIÓN:** -
PERFORACIÓN: - **MUESTRA:** P-2 **PROFUNDIDAD:** - m
DESCRIPCIÓN: - **OPERADOR:** J. C. **FECHA:** 2018-07-09

DATOS DEL EQUIPO		EJECUCIÓN DEL ENSAYO - PROBETA 1							
Caja de corte		DEFORMACIONES			ESFUERZO CORTANTE				
Lado	L = 5,08 cm	Corte		Normal	Anillo	Fuerza	Esfuerzo Unitario	Relación τ/σ	
Área	A = 25,81 cm ²	Def. LC-8		Def. LC-9	Def. LC-2	T	τ_f		
Profundidad	D = 4,12 cm	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	kg	kg/cm ²	
Alt. bloque de carga	B = 2,90 cm	0	0,000	100	2,540	0	0,00	0,00	0,00
Distancia tope	T = 0,90 cm	0	0,000	92	2,337	0	0,00	0,00	0,00
Anillo de carga No.	= 6984	10	0,254	92	2,337	60	8,24	0,32	0,64
Constante	= 0,1374 kg	20	0,508	92	2,337	70	9,62	0,37	0,75
		30	0,762	92	2,337	85	11,68	0,45	0,91
Datos de la muestra		40	1,016	93	2,362	92	12,64	0,49	0,98
Espesor	= 2,12 cm	50	1,270	95	2,413	96	13,19	0,51	1,02
Volumen	= 54,71 cm ³	60	1,524	97	2,464	98	13,47	0,52	1,04
Masa inicial	= 178,13 g	70	1,778	99	2,515	100	13,74	0,53	1,06
Masa final	= 113,10 g	80	2,032	100	2,540	102	14,01	0,54	1,09
Masa del suelo	= 65,03 g	90	2,286	100	2,540	102	14,01	0,54	1,09
Masa unitaria	= 1,19 g/cm ³								
Esfuerzo Normal									
Carga total	= 12,90 kg								
Esfuerzo Normal	= 0,50 kg/cm ²								



Esfuerzo cortante de falla = 0,54 kg/cm²

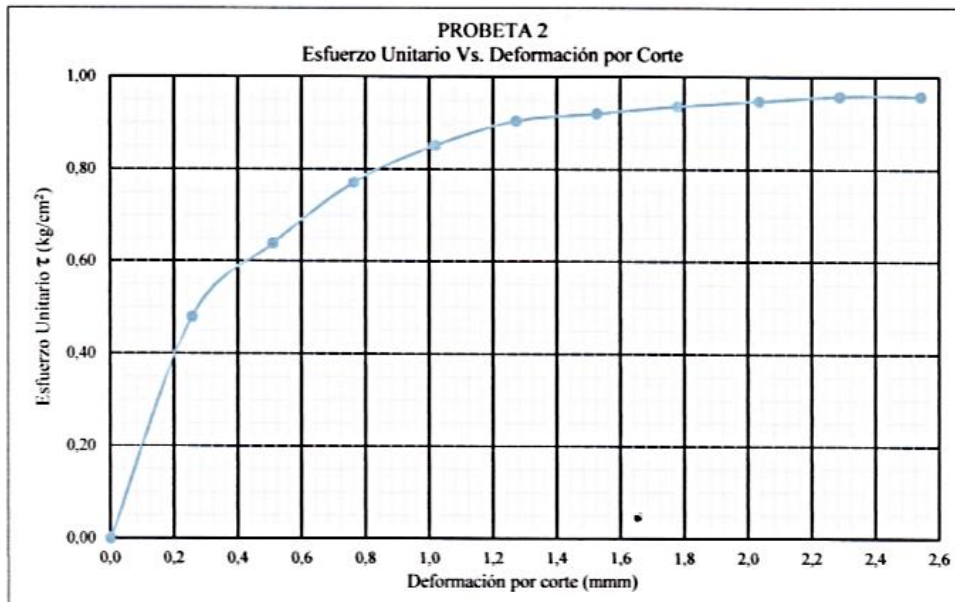


UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

DATOS DEL EQUIPO			EJECUCIÓN DEL ENSAYO - PROBETA 2							
Caja de corte			DEFORMACIONES				ESFUERZO CORTANTE			
Lado	L =	5.08 cm	Corte		Normal		Anillo	Fuerza	Esfuerzo Unitario	Relación τ/σ
Área	A =	25.81 cm ²	Def. LC-8		Def. LC-9		Def. LC-2	T	τ_f	
Profundidad	D =	4.12 cm	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	kg	kg/cm ²	
Alt. bloque de carga	B =	2.90 cm	0	0.000	200	5.080	0	0.00	0.00	0.00
Distancia tope	T =	0.90 cm	0	0.000	195	4.953	0	0.00	0.00	0.00
Anillo de carga No.	=	6984	10	0.254	196	4.978	90	12.37	0.48	0.48
Constante	=	0.1374 kg	20	0.508	197	5.004	120	16.49	0.64	0.64
			30	0.762	198	5.029	145	19.92	0.77	0.77
Datos de la muestra			40	1.016	200	5.080	160	21.98	0.85	0.85
Espesor	=	2.12 cm	50	1.270	203	5.156	170	23.36	0.91	0.91
Volumen	=	54.71 cm ³	60	1.524	205	5.207	173	23.77	0.92	0.92
Masa inicial	=	186.90 g	70	1.778	207	5.258	176	24.18	0.94	0.94
Masa final	=	120.55 g	80	2.032	207	5.258	178	24.46	0.95	0.95
Masa del suelo	=	66.35 g	90	2.286	207	5.258	180	24.73	0.96	0.96
Masa unitaria	=	1.21 g/cm ³	100	2.540	207	5.258	180	24.73	0.96	0.96
Esfuerzo Normal										
Carga total	=	25.80 kg								
Esfuerzo Normal	=	1.00 kg/cm ²								



Esfuerzo cortante de falla = 0.96 kg/cm²

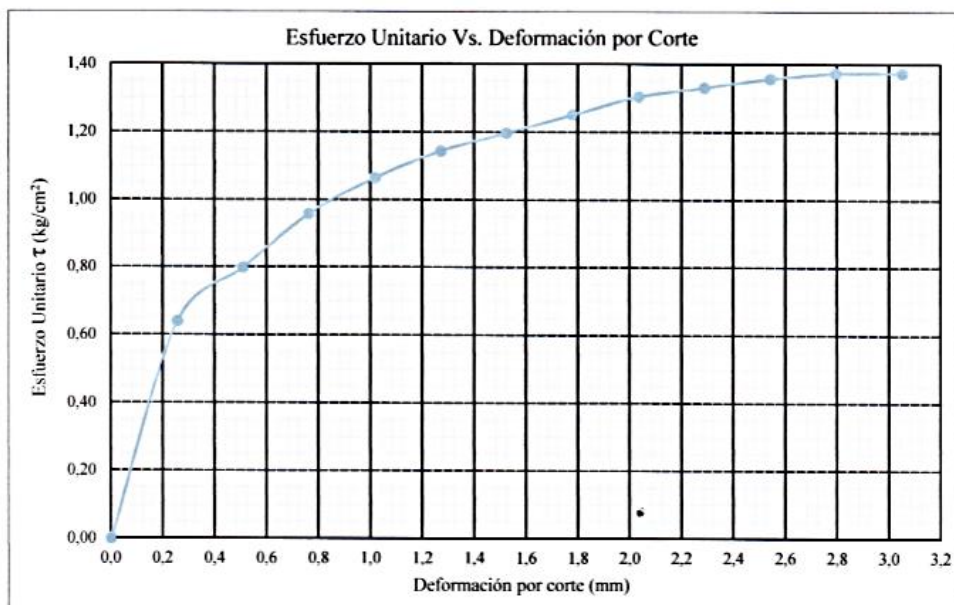


UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

DATOS DEL EQUIPO		EJECUCIÓN DEL ENSAYO - PROBETA 3							
Caja de corte		DEFORMACIONES				ESFUERZO CORTANTE			
Lado	L = 5,08 cm	Corte		Normal		Anillo	Fuerza	Esfuerzo Unitario	Relación τ/σ
		Def. LC-8		Def. LC-9		Def. LC-2	T	τ_f	
Área	A = 25,81 cm ²	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	kg	kg/cm ²	
Profundidad	D = 4,12 cm	0	0,000	300	7,620	0	0,00	0,00	0,00
Alt. bloque de carga	B = 2,90 cm	0	0,000	290	7,366	0	0,00	0,00	0,00
Distancia tope	T = 0,90 cm	10	0,254	290	7,366	120	16,49	0,64	0,43
Anillo de carga No.	= 6984	20	0,508	291	7,391	150	20,61	0,80	0,53
Constante	= 0,1374 kg	30	0,762	292	7,417	180	24,73	0,96	0,64
Datos de la muestra		40	1,016	293	7,442	200	27,48	1,06	0,71
Espesor	= 2,12 cm	50	1,270	294	7,468	215	29,54	1,14	0,76
Volumen	= 54,71 cm ³	60	1,524	295	7,493	225	30,92	1,20	0,80
Masa inicial	= 182,40 g	70	1,778	296	7,518	235	32,29	1,25	0,83
Masa final	= 117,20 g	80	2,032	297	7,544	245	33,66	1,30	0,87
Masa del suelo	= 65,20 g	90	2,286	298	7,569	250	34,35	1,33	0,89
Masa unitaria	= 1,19 g/cm ³	100	2,540	299	7,595	255	35,04	1,36	0,91
		110	2,794	300	7,620	258	35,45	1,37	0,92
Esfuerzo Normal		120	3,048	300	7,620	258	35,45	1,37	0,92
Carga total	= 38,70 kg								
Esfuerzo Normal	= 1,50 kg/cm ²								



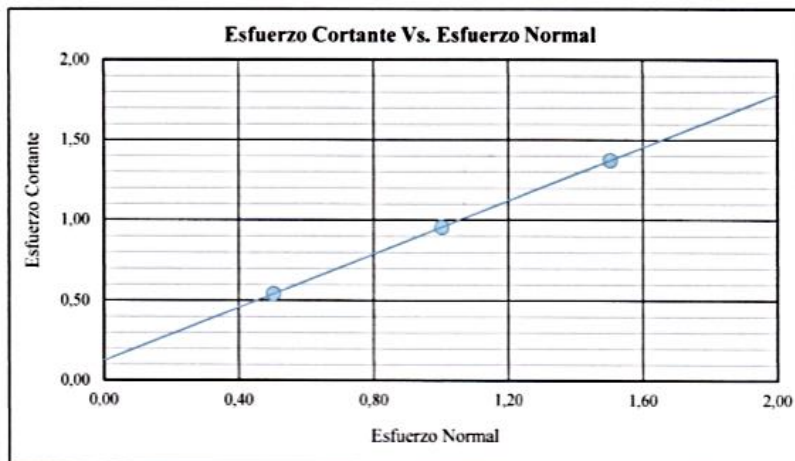
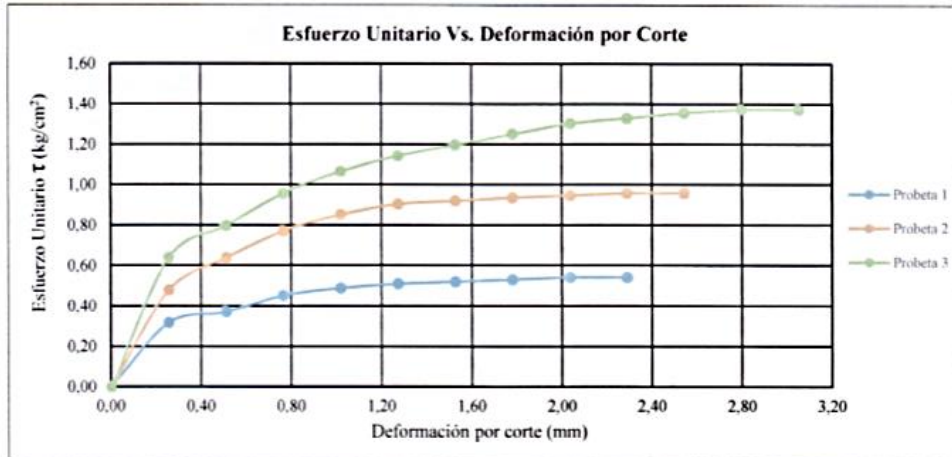
Esfuerzo cortante de falla = 1,37 kg/cm²



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CORTE DIRECTO

ASTM D-3080



Probeta	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
No.	kg/cm ²	kg/cm ²
1	0.50	0.54
2	1.00	0.96
3	1.50	1.37

RESULTADOS	
COHESIÓN	ANGULO DE FRICCIÓN
kg/cm ²	Ø (°)
0.13	39.71


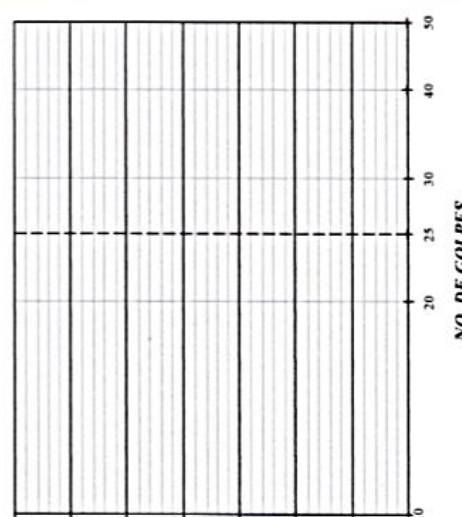


OBSERVACIONES: _____

Supervisado y Calculado por:

Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos

Ing. Ivonne Caicedo T.

Ing. Carlos Ortega O.

	UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS																																																																																																																		
ENSAYO CLASIFICACIÓN ASTM D-3080																																																																																																																			
PROYECTO: Estudio del comportamiento de hormigón lanzado en la estabilidad de taludes OBRA: Estabilidad de taludes LOCALIZACIÓN: Paso Lateral Ambato km 2+180 CONTRATISTA: - FISCALIZACIÓN: - PERFORACIÓN: - MUESTRA: P-3 PROFUNDIDAD: - m DESCRIPCIÓN: - OPERADOR: J. C. FECHA: 2018-07-07																																																																																																																			
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">No. de Golpes</th> <th colspan="2">Recipiente</th> <th>% de Humedad</th> </tr> <tr> <th>No.</th> <th>Peso (g)</th> <th>Promedio (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>234</td> <td>7,65</td> <td>5,84</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>216</td> <td>7,68</td> <td>5,86</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td>5,85</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">No. de Golpes</th> <th colspan="2">Peso Suelo</th> <th rowspan="2">LÍMITE LÍQUIDO (%)</th> </tr> <tr> <th>Húmedo (g)</th> <th>Seco (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">No. de Golpes</th> <th colspan="2">Peso Suelo</th> <th rowspan="2">LÍMITE PLÁSTICO (%)</th> </tr> <tr> <th>Húmedo (g)</th> <th>Seco (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)				No. de Golpes	Recipiente		% de Humedad	No.	Peso (g)	Promedio (%)	-	234	7,65	5,84	-	216	7,68	5,86	-			5,85	LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)				No. de Golpes	Peso Suelo		LÍMITE LÍQUIDO (%)	Húmedo (g)	Seco (g)	-				-				-				-				LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)				No. de Golpes	Peso Suelo		LÍMITE PLÁSTICO (%)	Húmedo (g)	Seco (g)	-				-				-				-				<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO</p>																																							
HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)																																																																																																																			
No. de Golpes	Recipiente		% de Humedad																																																																																																																
	No.	Peso (g)	Promedio (%)																																																																																																																
-	234	7,65	5,84																																																																																																																
-	216	7,68	5,86																																																																																																																
-			5,85																																																																																																																
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)																																																																																																																			
No. de Golpes	Peso Suelo		LÍMITE LÍQUIDO (%)																																																																																																																
	Húmedo (g)	Seco (g)																																																																																																																	
-																																																																																																																			
-																																																																																																																			
-																																																																																																																			
-																																																																																																																			
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)																																																																																																																			
No. de Golpes	Peso Suelo		LÍMITE PLÁSTICO (%)																																																																																																																
	Húmedo (g)	Seco (g)																																																																																																																	
-																																																																																																																			
-																																																																																																																			
-																																																																																																																			
-																																																																																																																			
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">GRANULOMETRÍA (ASTM D422)</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Tamiz</th> <th colspan="2">PESO REFINIDO</th> <th colspan="2">PORCENTAJE</th> </tr> <tr> <th>PARCIAL</th> <th>ACUMULADO</th> <th>QUE PASA</th> <th>ESPECIFICADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0</td><td>100</td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0</td><td>100</td></tr> <tr><td>2"</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0</td><td>100</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0</td><td>100</td></tr> <tr><td>1"</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0</td><td>100</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0</td><td>100</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0</td><td>100</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0</td><td>100</td></tr> <tr><td>No. 4</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0</td><td>100</td></tr> <tr><td>< No. 4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 10</td><td>0,91</td><td>0,91</td><td>1</td><td>99</td></tr> <tr><td>No. 40</td><td>22,29</td><td>23,20</td><td>16</td><td>84</td></tr> <tr><td>No. 50</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 100</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 200</td><td>56,18</td><td>79,38</td><td>56</td><td>44</td></tr> <tr><td>< No. 200</td><td></td><td></td><td>44</td><td></td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>No. Recipien 021</p> <p>Recipiente = 27,95 g Recipiente + Suelo Húm. = 176,81 g Peso Suelo Húmedo = 148,86 g Peso Suelo Seco = 140,64 g Después = 79,38 g</p> <p>GRAVA: 0 % ARENA: 56 % FINOS: 44 %</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CLASIFICACIÓN:</td> <td>HUMEDAD NATURAL:</td> <td>5,85 %</td> </tr> <tr> <td></td> <td>LÍMITE LÍQUIDO:</td> <td>0,00 %</td> </tr> <tr> <td>SUCS:</td> <td>SM</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>AASTHO:</td> <td>A-4</td> <td>1,71</td> </tr> </table>	GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				Tamiz	PESO REFINIDO		PORCENTAJE		PARCIAL	ACUMULADO	QUE PASA	ESPECIFICADO	3"	0,00	0,00	0	100	2 1/2"	0,00	0,00	0	100	2"	0,00	0,00	0	100	1 1/2"	0,00	0,00	0	100	1"	0,00	0,00	0	100	3/4"	0,00	0,00	0	100	1/2"	0,00	0,00	0	100	3/8"	0,00	0,00	0	100	No. 4	0,00	0,00	0	100	< No. 4					No. 8					No. 10	0,91	0,91	1	99	No. 40	22,29	23,20	16	84	No. 50					No. 100					No. 200	56,18	79,38	56	44	< No. 200			44		Total					CLASIFICACIÓN:	HUMEDAD NATURAL:	5,85 %		LÍMITE LÍQUIDO:	0,00 %	SUCS:	SM	0,00	AASTHO:	A-4	1,71
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)																																																																																																																			
Tamiz	PESO REFINIDO		PORCENTAJE																																																																																																																
	PARCIAL	ACUMULADO	QUE PASA	ESPECIFICADO																																																																																																															
3"	0,00	0,00	0	100																																																																																																															
2 1/2"	0,00	0,00	0	100																																																																																																															
2"	0,00	0,00	0	100																																																																																																															
1 1/2"	0,00	0,00	0	100																																																																																																															
1"	0,00	0,00	0	100																																																																																																															
3/4"	0,00	0,00	0	100																																																																																																															
1/2"	0,00	0,00	0	100																																																																																																															
3/8"	0,00	0,00	0	100																																																																																																															
No. 4	0,00	0,00	0	100																																																																																																															
< No. 4																																																																																																																			
No. 8																																																																																																																			
No. 10	0,91	0,91	1	99																																																																																																															
No. 40	22,29	23,20	16	84																																																																																																															
No. 50																																																																																																																			
No. 100																																																																																																																			
No. 200	56,18	79,38	56	44																																																																																																															
< No. 200			44																																																																																																																
Total																																																																																																																			
CLASIFICACIÓN:	HUMEDAD NATURAL:	5,85 %																																																																																																																	
	LÍMITE LÍQUIDO:	0,00 %																																																																																																																	
SUCS:	SM	0,00																																																																																																																	
AASTHO:	A-4	1,71																																																																																																																	
Supervisado y Calculado por:  Ing. Ivonne Caicedo T. Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos  Ing. Carlos Ortega O.																																																																																																																			



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

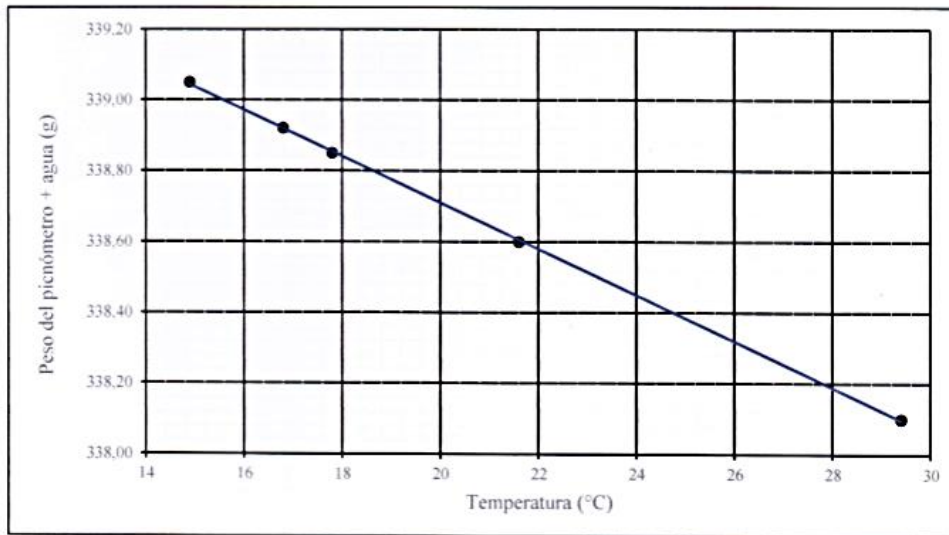
PESO UNITARIO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS ASTM D-854

PROYECTO: Estudio del comportamiento de hormigón lanzado en la estabilidad de taludes
OBRA: Estabilidad de taludes **LOCALIZACIÓN:** Paso Lateral Ambato km 2+180
CONTRATISTA: - **FISCALIZACIÓN:** -
PERFORACIÓN: - **MUESTRA:** P-3 **PROFUNDIDAD:** - m
DESCRIPCIÓN: - **OPERADOR:** J. C. **FECHA:** 2018-07-09

CALIBRACIÓN DEL PICNÓMETRO

No.	Mediciones	1	2	3	4	5	6	Corrección por balanza	
	Peso picnómetro + agua (g)	339,05	338,92	338,85	338,60	338,10		Peso del plato	= 0 g
	Temperatura (°C)	14,9	16,8	17,8	21,6	29,4		Peso del porta picnómetro	= 0 g
	Peso picnómetro + agua (g)							Corrección	= 0 g
	Temperatura (°C)								

CURVA DE CALIBRACIÓN



Ensayo	Picnómetro	Método de extracción del aire	Peso del picnómetro mas sólidos y agua sin corrección	Peso del picnómetro mas sólidos y agua corregido	Temperatura	Peso del picnómetro mas agua	recipiente para evacuación	Peso del recipiente	Peso del recipiente + suelo seco	Peso de las partículas sólidas	W _A + W _s - W _B	RESULTADO	
												Parcial	Promedio
No.	No.	-	-	W _B	T	W _A	No.	-	-	W _s	W _w	γ _s	γ _c
			g	g	°C	g		g	g	g	g	g/cm ³	g/cm ³
1	01	Vacio	379,4	379,4	20	338,71	18	68,19	133,93	65,74	25,05	2,62	2,62

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el usuario

Supervisado y Calculado por:

Ing. Ivonne Caicedo T.

Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos

Ing. Carlos Ortega O.



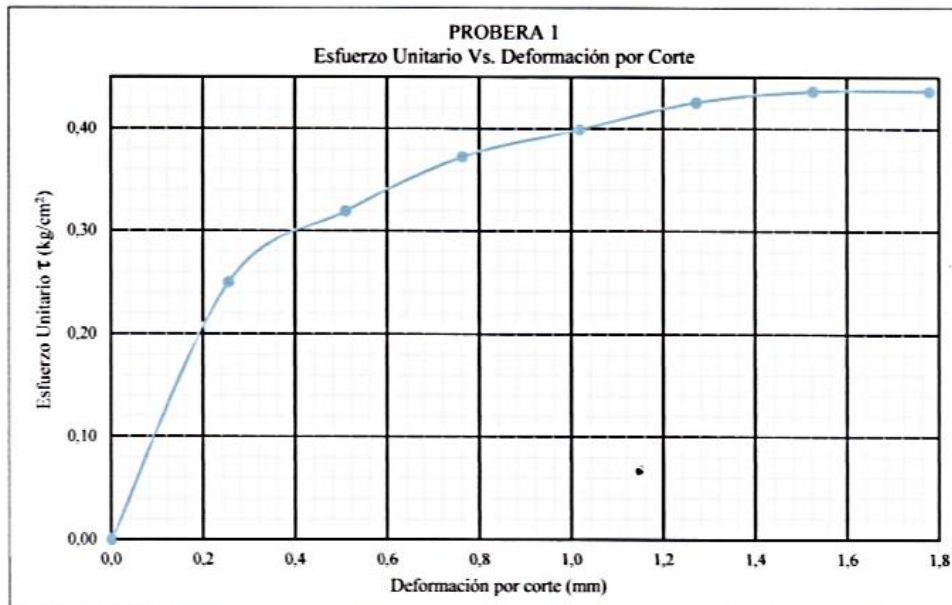
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

PROYECTO: Estudio del comportamiento de hormigón lanzado en la estabilidad de taludes
OBRA: Estabilidad de taludes **LOCALIZACIÓN:** Paso Lateral Ambato km 2+180
CONTRATISTA: - **FISCALIZACIÓN:** -
PERFORACIÓN: - **MUESTRA:** P-3 **PROFUNDIDAD:** - m
DESCRIPCIÓN: - **OPERADOR:** J. C. **FECHA:** 2018-07-09

DATOS DEL EQUIPO		EJECUCIÓN DEL ENSAYO - PROBETA 1						
Caja de corte		DEFORMACIONES			ESFUERZO CORTANTE			
Lado	L = 5.08 cm	Corte		Normal	Anillo	Fuerza T	Esfuerzo Unitario τ _r	Relación τ/σ
		Def. LC-8	Def. LC-9	Def. LC-2				
Área	A = 25.81 cm ²	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	kg	kg/cm ²
Profundidad	D = 4.12 cm	0	0.000	100	2.540	0	0.00	0.00
Alt. bloque de carga	B = 2.90 cm	0	0.000	105	2.667	0	0.00	0.00
Distancia tope	T = 0.90 cm	10	0.254	104	2.642	47	6.46	0.25
Anillo de carga No.	= 6984	20	0.508	103	2.616	60	8.24	0.32
Constante	= 0.1374 kg	30	0.762	102	2.591	70	9.62	0.37
Datos de la muestra		40	1.016	101	2.565	75	10.31	0.40
Espesor	= 2.12 cm	50	1.270	100	2.540	80	10.99	0.43
Volumen	= 54.71 cm ³	60	1.524	98	2.489	82	11.27	0.44
Masa inicial	= 70.24 g	70	1.778	97	2.464	82	11.27	0.44
Masa final	= 70.24 g							
Masa del suelo	= 0.00 g							
Masa unitaria	= 0.00 g/cm ³							
Esfuerzo Normal								
Carga total	= 6.45 kg							
Esfuerzo Normal	= 0.25 kg/cm ²							



Esfuerzo cortante de falla = 0.44 kg/cm²

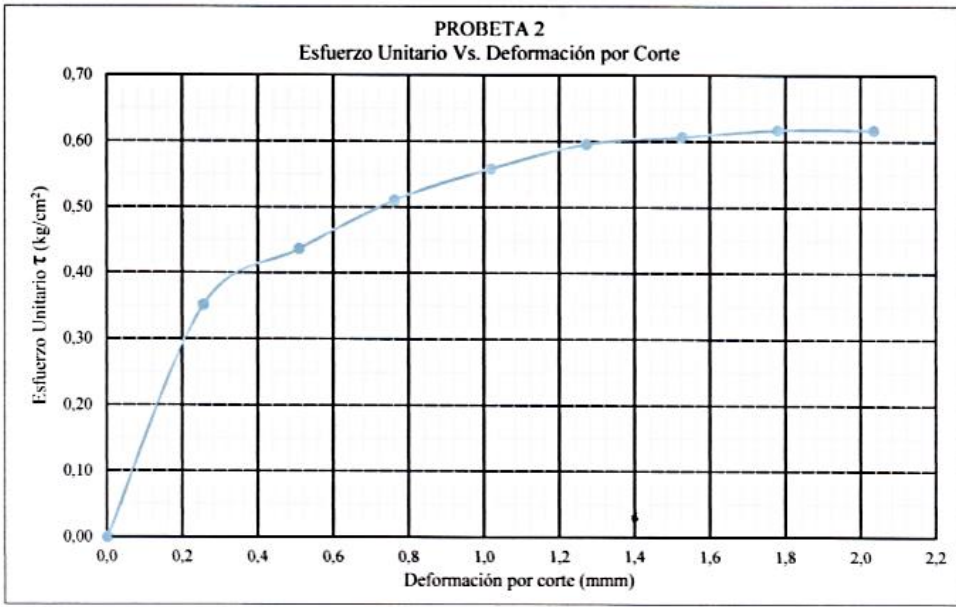


UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

DATOS DEL EQUIPO		EJECUCIÓN DEL ENSAYO - PROBETA 2							
Caja de corte		DEFORMACIONES				ESFUERZO CORTANTE			
Lado	L = 5.08 cm	Corte		Normal		Anillo	Fuerza	Esfuerzo Unitario	Relación τ/σ
		Def. LC-8		Def. LC-9		Def. LC-2	T	τ_f	
Área	A = 25.81 cm ²	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	kg	kg/cm ²	
Profundidad	D = 4.12 cm	0	0.000	200	5.080	0	0.00	0.00	0.00
Alt. bloque de carga	B = 2.90 cm	0	0.000	192	4.877	0	0.00	0.00	0.00
Distancia tope	T = 0.90 cm	10	0.254	192	4.877	66	9.07	0.35	0.70
Anillo de carga No.	= 6984	20	0.508	190	4.826	82	11.27	0.44	0.87
Constante	= 0.1374 kg	30	0.762	188	4.775	96	13.19	0.51	1.02
Datos de la muestra		40	1.016	186	4.724	105	14.43	0.56	1.12
Espesor	= 2.12 cm	50	1.270	184	4.674	112	15.39	0.60	1.19
Volumen	= 54.71 cm ³	60	1.524	182	4.623	114	15.66	0.61	1.21
Masa inicial	= 71.52 g	70	1.778	180	4.572	116	15.94	0.62	1.24
Masa final	= 71.52 g	80	2.032	178	4.521	116	15.94	0.62	1.24
Masa del suelo	= 0.00 g								
Masa unitaria	= 0.00 g/cm ³								
Esfuerzo Normal									
Carga total	= 12.90 kg								
Esfuerzo Normal	= 0.50 kg/cm ²								



Esfuerzo cortante de falla = 0.62 kg/cm²

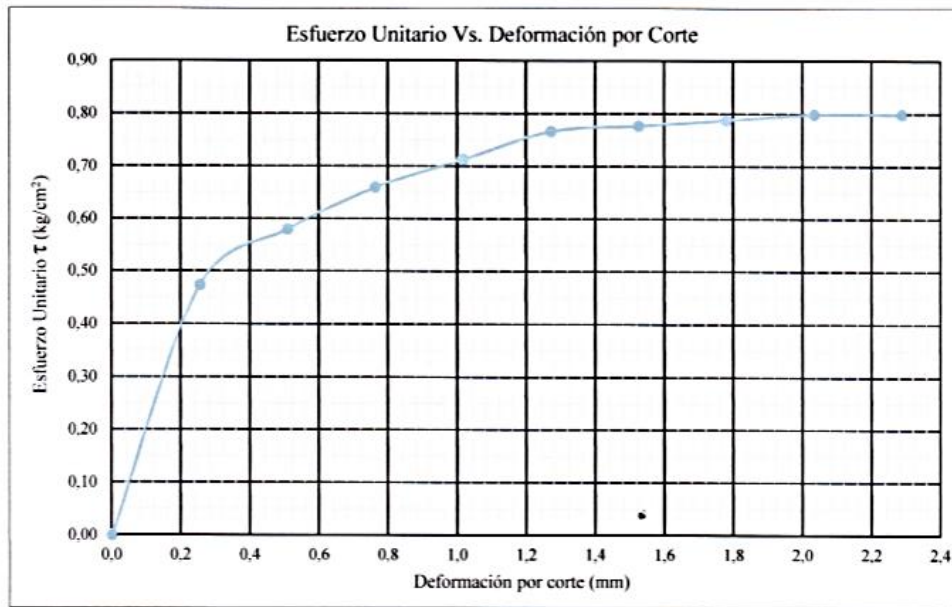


UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

DATOS DEL EQUIPO		EJECUCIÓN DEL ENSAYO - PROBETA 3							
Caja de corte		DEFORMACIONES				ESFUERZO CORTANTE			
Lado	L = 5,08 cm	Corte		Normal		Anillo	Fuerza	Esfuerzo Unitario	Relación τ/σ
		Def. LC-8		Def. LC-9		Def. LC-2	T	τ_f	
Área	A = 25,81 cm ²	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	mm	10 ⁻³ pulgadas	kg	kg/cm ²	
Profundidad	D = 4,12 cm	0	0,000	300	7,620	0	0,00	0,00	0,00
Alt. bloque de carga	B = 2,90 cm	0	0,000	290	7,366	0	0,00	0,00	0,00
Distancia tope	T = 0,90 cm	10	0,254	290	7,366	89	12,23	0,47	0,63
Anillo de carga No.	= 6984	20	0,508	291	7,391	109	14,98	0,58	0,77
Constante	= 0,1374 kg	30	0,762	292	7,417	124	17,04	0,66	0,88
Datos de la muestra		40	1,016	293	7,442	134	18,41	0,71	0,95
Espesor	= 2,12 cm	50	1,270	294	7,468	144	19,79	0,77	1,02
Volumen	= 54,71 cm ³	60	1,524	295	7,493	146	20,06	0,78	1,04
Masa inicial	= 72,10 g	70	1,778	296	7,518	148	20,34	0,79	1,05
Masa final	= 72,10 g	80	2,032	297	7,544	150	20,61	0,80	1,06
Masa del suelo	= 0,00 g	90	2,286	297	7,544	150	20,61	0,80	1,06
Masa unitaria	= 0,00 g/cm ³								
Esfuerzo Normal									
Carga total	= 19,35 kg								
Esfuerzo Normal	= 0,75 kg/cm ²								



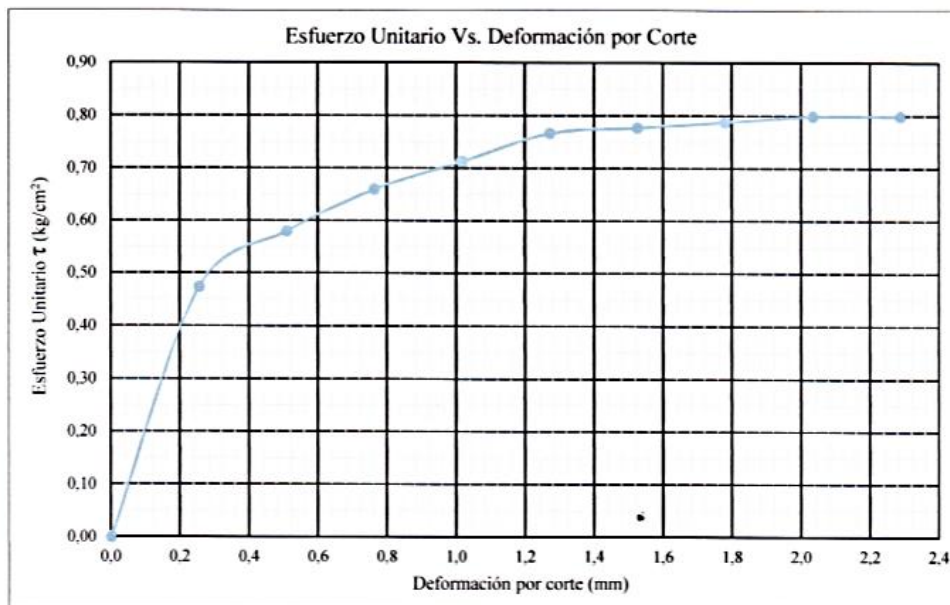


UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

DATOS DEL EQUIPO		EJECUCIÓN DEL ENSAYO - PROBETA 3							
Caja de corte		DEFORMACIONES				ESFUERZO CORTANTE			
Lado	L = 5,08 cm	Corte		Normal		Anillo	Fuerza	Esfuerzo Unitario	Relación τ/σ
		Def. LC-8		Def. LC-9		Def. LC-2	T	τ_f	
		<small>10⁻³ pulgadas</small>	mm	<small>10⁻³ pulgadas</small>	mm	<small>10⁻³ pulgadas</small>	kg	kg/cm ²	
Área	A = 25.81 cm ²	0	0.000	300	7.620	0	0.00	0.00	0.00
Profundidad	D = 4.12 cm	0	0.000	290	7.366	0	0.00	0.00	0.00
Alt. bloque de carga	B = 2.90 cm	10	0.254	290	7.366	89	12.23	0.47	0.63
Distancia tope	T = 0.90 cm	20	0.508	291	7.391	109	14.98	0.58	0.77
Anillo de carga No.	= 6984	30	0.762	292	7.417	124	17.04	0.66	0.88
Constante	= 0.1374 kg	40	1.016	293	7.442	134	18.41	0.71	0.95
Datos de la muestra		50	1.270	294	7.468	144	19.79	0.77	1.02
Espesor	= 2.12 cm	60	1.524	295	7.493	146	20.06	0.78	1.04
Volumen	= 54.71 cm ³	70	1.778	296	7.518	148	20.34	0.79	1.05
Masa inicial	= 72.10 g	80	2.032	297	7.544	150	20.61	0.80	1.06
Masa final	= 72.10 g	90	2.286	297	7.544	150	20.61	0.80	1.06
Masa del suelo	= 0.00 g								
Masa unitaria	= 0.00 g/cm ³								
Esfuerzo Normal									
Carga total	= 19.35 kg								
Esfuerzo Normal	= 0.75 kg/cm ²								



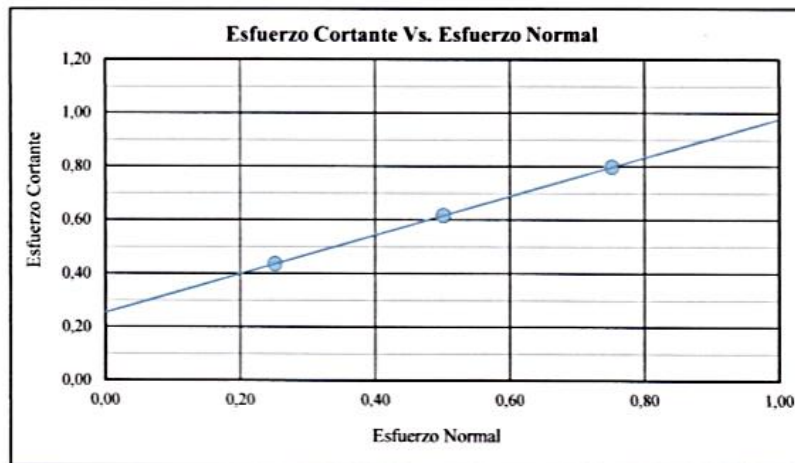
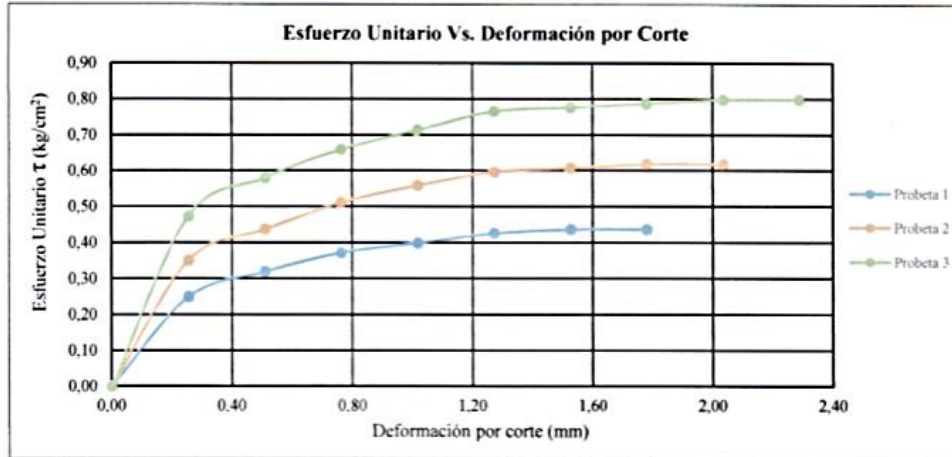
Esfuerzo cortante de falla = 0,80 kg/cm²



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CORTE DIRECTO

ASTM D-3080



Probeta No.	Esfuerzo Normal (kg/cm²)	Esfuerzo Cortante (kg/cm²)
1	0.25	0.44
2	0.50	0.62
3	0.75	0.80

RESULTADOS	
COHESIÓN (kg/cm²)	ANGULO DE FRICCIÓN (°)
0.26	35.91

OBSERVACIONES: _____

Supervisado y Calculado por:

Ing. Ivonne Caicedo T.

Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos

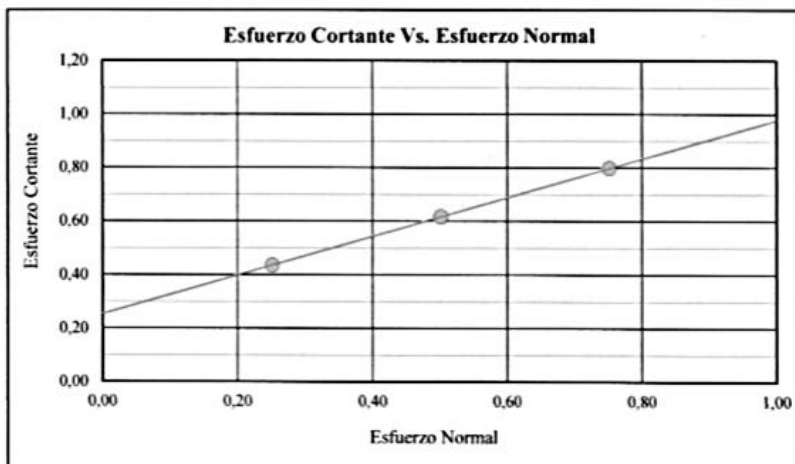
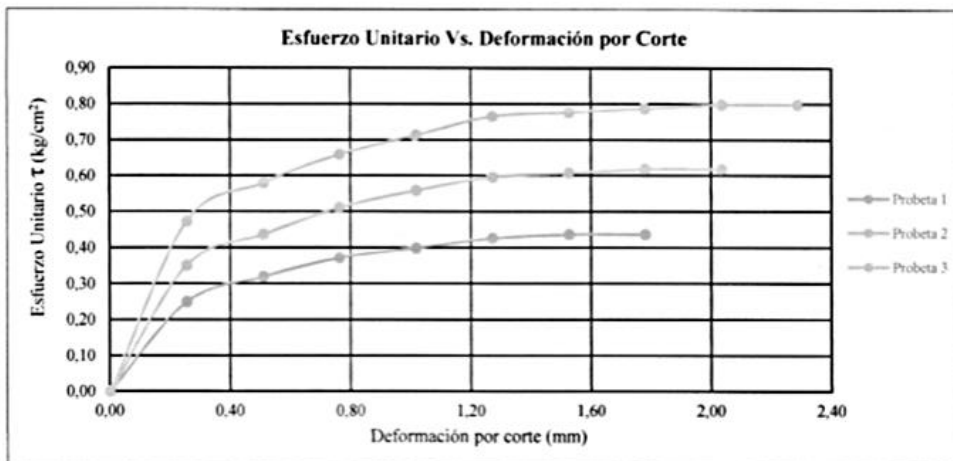
Ing. Carlos Ortega O.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CORTE DIRECTO

ASTM D-3080



Probeta	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
No.	kg/cm ²	kg/cm ²
1	0.25	0.44
2	0.50	0.62
3	0.75	0.80

RESULTADOS	
COHESIÓN	ANGULO DE FRICCIÓN
kg/cm ²	Ø (°)
0.26	35.91

OBSERVACIONES: _____

Supervisado y Calculado por:

Ing. Ivonne Caicedo T.

Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos

Ing. Carlos Ortega O.

1.2 ANEXO FOTOGRAFICO

Toma de Muestras de Suelo del Talud

Ubicación:

- Provincia de Tungurahua
- Paso Lateral Ambato
- Abscisa 2 + 220 km



Fotografía No 01
Toma de Muestra base del Talud



Fotografía No 02
Cubo de 20*20*20cm



Fotografía No 03
Extracción de la muestra



Fotografía No 04
Extracción de la muestra



Fotografía No 05



Fotografía No 06

Extracción de la muestra



Fotografía No 07
Cama de suelo para transportar la muestra

Extracción de la muestra y forma del cubo



Fotografía No 08
Preparación para transportar la muestra



Fotografía No 09
Cama de suelo para transportar la muestra



Fotografía No 10
Preparación para transportar la muestra

1.3 ANEXO DE UBICACIÓN

Ubicación:

Coordenadas UTM

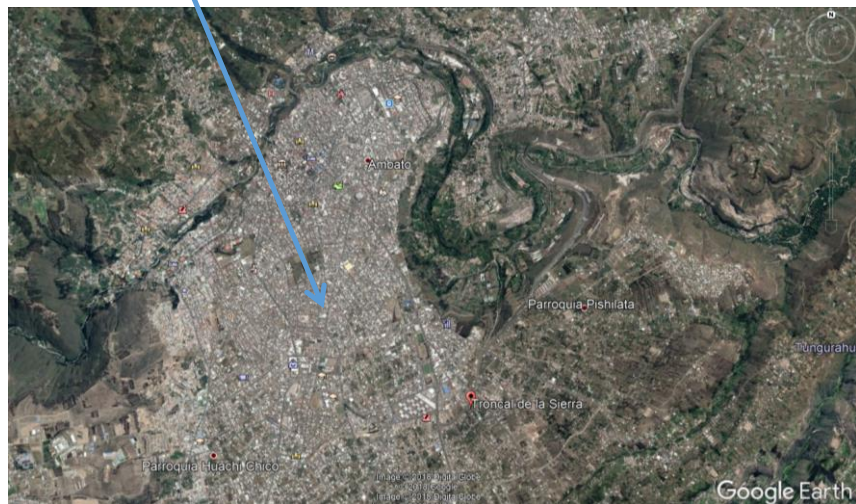
Latitud W (X) 766 898.5

Longitud S (Y) 9 860 791.5

Con DATUM WGS 84

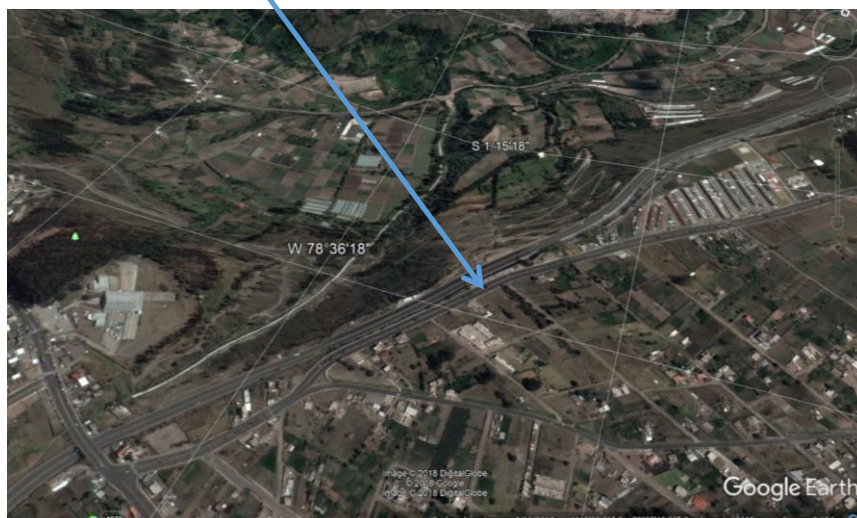
Zona 17

- **Cantón Ambato**



Fuente: Google Earth

- **Paso Lateral Ambato**



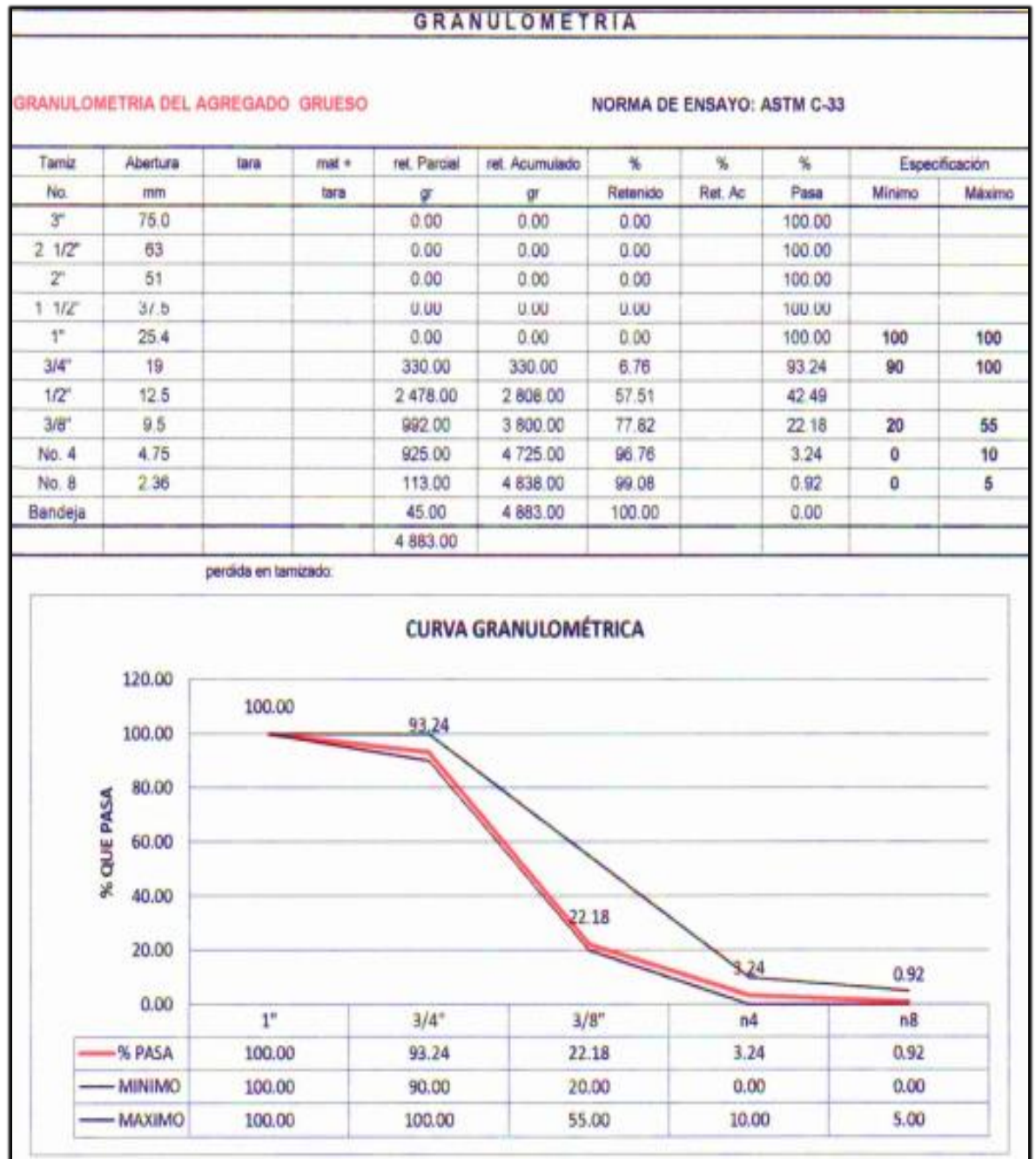
Fuente: Google Earth

- **Abscisa 2 + 240 km**



Fuente: Google Earth

1.4 ANEXO PARA DISEÑO DE HORMIGÓN DE 240-350KG/CM2



GRANULOMETRIA

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

NORMA DE ENSAYO: ASTM C-33

Tamiz	Abertura	tara	mat + tara	ret. Parcial gr	ret. Acumulado gr	% Retenido	% Ret. Ac	% Pasa	Especificación	
No.	mm								Mínimo	Máximo
3"	75.0			0.00	0.00	0.00		100.00		
2 1/2"	63			0.00	0.00	0.00		100.00		
2"	51			0.00	0.00	0.00		100.00		
1 1/2"	37.5			0.00	0.00	0.00		100.00		
1"	25.4			0.00	0.00	0.00		100.00		
3/4"	19			0.00	0.00	0.00		100.00		
1/2"	12.5			0.00	0.00	0.00		100.00	100	100
3/8"	9.5			146.00	146.00	12.28		87.72	85	100
No. 4	4.75			840.00	886.00	82.93		17.07	10	30
No. 8	2.36			147.00	1 133.00	95.29		4.71	0	10
No. 16	1.18			38.00	1 171.00	98.49		1.51	0	5
Bandeja				18.00	1 189.00	100.00		0.00		
				1 189.00						

perdida en tamizado:

CURVA GRANULOMÉTRICA



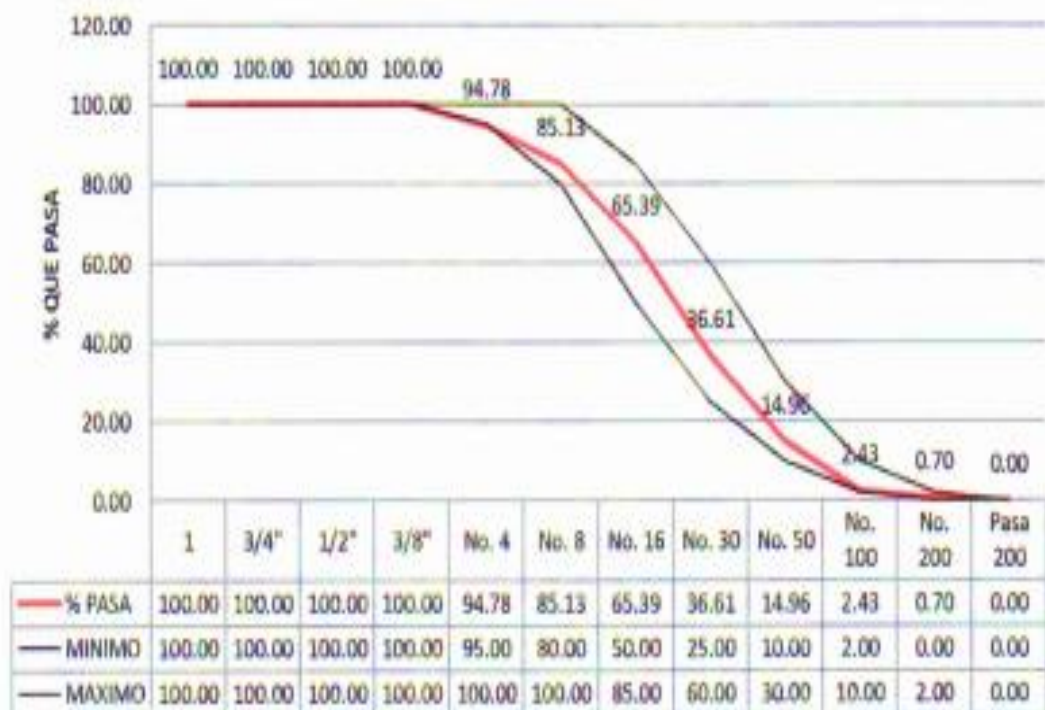
GRANULOMETRIA

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

NORMA DE ENSAYO: ASTM C-33

Tamiz	Apertura	tam	mat + tam	ret. Parcial gr	ret. Acumulado gr	% Retenido	% Pasa	Especificación	
No	mm							Mínimo	Máximo
1-3/4"	38.1						100.00		
1	25.4				0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"					0.00	0.00	100.00	100	100
1/2"	12.5			0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.5			0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
No. 4	4.75			60.00	60.00	6.22	94.78	95	100
No. 8	2.30			111.00	171.00	14.87	85.13	80	100
No. 16	1.18			227.00	388.00	34.81	65.39	50	85
No. 30	600			331.00	729.00	63.39	36.61	25	60
No. 50	300			249.00	978.00	95.04	14.96	10	30
No. 100	150			144.00	1 122.00	97.57	2.43	2	10
No. 200	75			20.00	1 142.00	99.30	0.70	0	2
Pasa 200				8.00	1 150.00	100.00	0.00		
				1 150.00					

CURVA GRANULOMÉTRICA



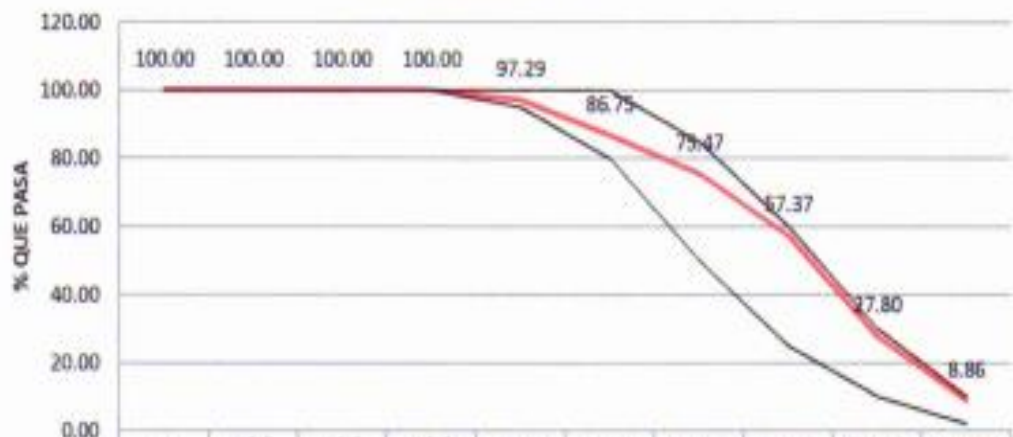
GRANULOMETRIA

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

NORMA DE ENSAYO: ASTM C-33

Tamiz No.	Abeertura mm	tara	mat +	ret. Parcial	ret. Acumulado	%	%	Especificación	
			tara	gr	gr	Retenido	Pasa	Mínimo	Máximo
1-1/4"	38.1						100.00		
1	25.4				0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"					0.00	0.00	100.00	100	100
1/2"	12.5			0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.5			0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
No. 4	4.75			29.00	29.00	2.71	97.29	95	100
No. 8	2.36			113.00	142.00	13.25	86.75	80	100
No. 16	1.18			121.00	263.00	24.53	75.47	50	85
No. 30	600			194.00	457.00	42.63	57.37	25	60
No. 50	300			317.00	774.00	72.20	27.80	10	30
No. 100	150			203.00	977.00	91.14	8.86	2	10
No. 200	75			78.00	1 055.00	98.41	1.59		
Pasa 200				17.00	1 072.00	100.00	0.00		
				1 072.00	MF	2.46			

CURVA GRANULOMÉTRICA



	1	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100
— % PASA	100.00	100.00	100.00	100.00	97.29	86.75	75.47	57.37	27.80	8.86
— MINIMO	100.00	100.00	100.00	100.00	95.00	80.00	50.00	25.00	10.00	2.00
— MAXIMO	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	85.00	60.00	30.00	10.00

ENSAYOS (AGREGADO GRUESO)

PESOS UNITARIOS:

PESO UNITARIO COMPACTO

NORMA DE ENSAYO: INEN 858

DATOS
 Peso molde (gr)
 peso molde+muestra (gr)
 Volumen (V) (cm³)
 Peso de la muestra (A) (gr)
 Peso unitario (r) (gr/cm³)
 Valor promedio: (gr/cm³)

PESO UNITARIO COMPACTO			
1	2	3	4
7 406	7 406	7 406	7 406
14 713	14 727	14 740	14 731
4 264	4 264	4 264	4 264
7 307	7 321	7 334	7 325
1.714	1.717	1.720	1.718
			1.717

PESO UNITARIO SUELTO

NORMA DE ENSAYO: INEN 858

DATOS
 Peso molde (gr)
 peso molde+muestra (gr)
 Volumen (V) (cm³)
 Peso de la muestra (A) (gr)
 Peso unitario (r) (gr/cm³)
 Valor promedio: (gr/cm³)

PESO UNITARIO SUELTO			
1	2	3	4
7 406	7 406	7 406	7 406
13 459	13 467	13 447	13 461
4 264	4 264	4 264	4 264
6 053	6 061	6 041	6 055
1.420	1.421	1.417	1.420
			1.419

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y ABSORCION DEL AGUA: NORMA DE ENSAYO: INEN 856

Material pasa el tamiz 1" retenido en el tamiz: No. 4

DATOS

RESULTADOS:

Peso muestra secada al horno: (A) 4 950.00 (gr)
 Peso en el aire muestra saturada (B) 5 022.00 (gr)
 Peso de agua añadida: (C) 3 100.00 (gr)

RESULTADOS

Peso específico seco (BULK): 2.58
 Peso específico (sss) (sup. seca saturada): 2.61
 Peso específico aparente: 2.68
 Porcentaje de absorción: 1.45%

ENSAYOS (AGREGADO GRUESO)

PESOS UNITARIOS:

PESO UNITARIO COMPACTO

NORMA DE ENSAYO: INEN 858

DATOS

Peso molde	(gr)
peso molde+muestra	(gr)
Volúmen (V)	(cm ³)
Peso de la muestra (A)	(gr)
Peso unitario (r)	(gr/cm ³)
Valor promedio:	(gr/cm ³)

PESO UNITARIO COMPACTO			
1	2	3	4
7 406	7 406	7 406	7 406
14 859	14 850	14 867	14 875
4 264	4 264	4 264	4 264
7 453	7 444	7 461	7 469
1.748	1.746	1.750	1.752
			1.749

PESO UNITARIO SUELTO

NORMA DE ENSAYO: INEN 858

DATOS

Peso molde	(gr)
peso molde+muestra	(gr)
Volúmen (V)	(cm ³)
Peso de la muestra (A)	(gr)
Peso unitario (r)	(gr/cm ³)
Valor promedio:	(gr/cm ³)

PESO UNITARIO SUELTO			
1	2	3	4
7 406	7 406	7 406	7 406
13 607	13 594	13 586	13 599
4 264	4 264	4 264	4 264
6 201	6 188	6 180	6 193
1.454	1.451	1.449	1.452
			1.452

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y ABSORCION DEL AGUA: NORMA DE ENSAYO: INEN 856

Material pasa el tamiz 1* retenido en el tamiz: No. 4

DATOS

RESULTADOS:

Peso muestra secada al horno:	(A)	4 960.00	(gr)
Peso en el aire muestra saturada	(B)	5 019.00	(gr)
Peso de agua añadida:	(C)	3 109.00	(gr)

RESULTADOS

Peso específico seco (BULK):	2.60
Peso específico (sss) (sup. seca saturada):	2.63
Peso específico aparente:	2.68
Porcentaje de absorción:	1.19%

ENSAYOS (AGREGADO GRUESO)

PESOS UNITARIOS:

PESO UNITARIO COMPACTO

NORMA DE ENSAYO: INEN 858

DATOS

Peso molde (gr)
 peso molde+muestra (gr)
 Volúmen (V) (cm³)
 Peso de la muestra (A) (gr)
 Peso unitario (r) (gr/cm³)
 Valor promedio: (gr/cm³)

PESO UNITARIO COMPACTO			
1	2	3	4
7 406	7 406	7 406	7 406
14 969	14 980	15 022	14 936
4 264	4 264	4 264	4 264
7 563	7 574	7 616	7 530
1.774	1.776	1.786	1.766
			1.776

PESO UNITARIO SUELTO

NORMA DE ENSAYO: INEN 858

DATOS

Peso molde (gr)
 peso molde+muestra (gr)
 Volúmen (V) (cm³)
 Peso de la muestra (A) (gr)
 Peso unitario (r) (gr/cm³)
 Valor promedio: (gr/cm³)

PESO UNITARIO SUELTO			
1	2	3	4
7 406	7 406	7 406	7 406
13 515	13 573	13 548	13 504
4 264	4 264	4 264	4 264
6 109	6 167	6 142	6 098
1.433	1.446	1.440	1.430
			1.437

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y ABSORCION DEL AGUA: NORMA DE ENSAYO: INEN 856

Material pasa el tamiz 1" retenido en el tamiz: No. 4

DATOS

Peso muestra natural: (N) 896.00 (gr)
 Peso muestra secada al horno: (A) 687.00 (gr)
 Volúmen de la probeta: (B) 706.00 (cm³)
 Peso de agua añadida: (C) 365.00 (gr)

RESULTADOS:

RESULTADOS

Peso específico seco (BULK): 2.14
 Peso específico (sss) (sup. seca saturada): 2.20
 Peso específico aparente: 2.27
 Porcentaje de absorción: 2.77%
 Humedad natural: 1.31%

ENSAYOS

DETERMINACIÓN DE LOS MATERIALES MAS FINOS DE 75 μ NORMA DE ENSAYO: INEN 697

DATOS

Peso de material antes del lavado	(gr)	1 340.00
Peso de material después del lava	(gr)	1 272.00
peso de la Tara	(gr)	317.00
Peso de material antes del lavado	(gr)	1 023.00
Peso de material después del lava	(gr)	955.00

RESULTADOS:

pérdida peso (por lavad	(gr)	68.00
pérdida en % (por lavad	(%)	7.12%
Contenido de Humedad.	(%)	

PESOS UNITARIOS:

PESO UNITARIO COMPACTO

NORMA DE ENSAYO: INEN 858

DATOS

Peso molde	(gr)	
peso molde+muestra	(gr)	
Volúmen (V)	(cm ³)	
Peso de la muestra (A)	(gr)	
Peso unitario (r)	(gr/cm ³)	
Valor promedio:	(gr/cm ³)	

PESO UNITARIO COMPACTO

1	2	3	4
6 635	6 635	6 635	6 635
16 470	16 451	16 439	16 436
5 612	5 612	5 612	5 612
9 835	9 816	9 804	9 801
1.752	1.749	1.747	1.746
			1.749

PESO UNITARIO SUELTO

NORMA DE ENSAYO: INEN 858

DATOS

Peso molde	(gr)	
peso molde+muestra	(gr)	
Volúmen (V)	(cm ³)	
Peso de la muestra (A)	(gr)	
Peso unitario (r)	(gr/cm ³)	
Valor promedio:	(gr/cm ³)	

PESO UNITARIO SUELTO

1	2	3	4
6 635	6 635	6 635	6 635
15 261	15 249	15 253	15 273
5 612	5 612	5 612	5 612
8 626	8 614	8 618	8 638
1.537	1.535	1.536	1.539
			1.537

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DEL AGUA:

NORMA DE ENSAYO: INEN 856

DATOS:

RESULTADOS:

Peso de mat. en estado natural	(N)	489.00	(gr)
Peso de mat. en el aire (secada al horno)	(A)	476.90	(gr)
Volúmen de la probeta:	(V)	500.00	(gr)
Peso agua añadida:	(W)	269.60	(gr)

RESULTADOS:

Peso específico seco: BULK	2.07
Peso específico (sss):	2.17
Peso específico aparente:	2.30
Porcentaje de absorción:	4.84%
Humedad natural:	2.54%

DISEÑO DE HORMIGÓN**RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS MATERIALES A SER UTILIZADOS**

MATERIAL	ORIGEN	MF/TM	peso u. suelto	peso u. compacto	peso esp. BULK	peso esp. s.s.s.	peso esp. aparente	absorción	humedad natural
RIPIO 1/2"	PROGRESO	1/2"	1.452	1.749	2.60	2.63	2.68	1.19%	
RIPIO 3/8"	PROGRESO	3/8"	1.437	1.776	2.14	2.20	2.27	2.77%	1.31%
ARENA	SAN RAMÓN	2.46	1.537	1.749	2.07	2.17	2.30	4.84%	2.54%
CEMENTO	ROCAFUERTE				3.05				
AGUA	RIO				1.00				

SOLICITACIONES DE DISEÑO

RESISTENCIA DEL HORMIGÓN (28 días)	(f _c)	350	kg/cm ²
CONSISTENCIA EN OBRA (REVENIMIENTO)	(cm)	12	+/- 2 cm.
USO DE ADITIVO PLASTIFICANTE		SI	

CALCULO DE LA DOSIFICACION (METODO ACI)

- * CANTIDAD DE AGUA: 240 litros (TABLA RELACION CONSISTENCIA - TAMAÑO MAXIMO AGREGADO GRUESO)
- * RELACION AGUACEMENTO: (TABLA RELACION AGUA - CEMENTO)

SOLICITACION:	(f _c)	350	(kg/cm ²)
DESVIACION ESTANDAR		10	(%)
DISEÑO:	(f _c)	385	(kg/cm ²)
RELACION AGUACEMENTO		0.44	
- * FACTOR: 0.45 (TABLA RELACION TAMAÑO MAXIMO - MODULO DE FINURA)

CALCULOS:

- 1- CANTIDAD DE CEMENTO: (kg/m³) C= CANTIDAD DE AGUA / RELACION AGUA-CEMENTO
- 2- CANTIDAD DE RIPIO (kg/m³) R= FACTOR * PESO UNITARIO COMPACTO RIPIO
- 3- CANTIDAD DE ARENA: (AL PESO) A= PESO U. HORMIGON - (PESO AGUA + PESO CEMENTO + PESO RIPIO)
- (AL VOLUMEN) A= 1000 - (VOL. AGUA + VOL. AIRE + VOL. CEMENTO + VOL. RIPIO)
- 4- REESTIMACION DE LOS AGREGADOS POR LA HUMEDAD NATURAL

VALORES Y RESULTADOS (DOSIFICACION AL PESO)**RESULTADOS DIRECTOS**

CANTIDAD DE AGUA	240.00	LITROS
CANTIDAD DE CEMENTO	800.00	KILOS
CANTIDAD DE 3/8"	904.00	KILOS
CANTIDAD DE 1/2"	226.00	KILOS
CANTIDAD DE ARENA	500.00	KILOS

VALORES Y RESULTADOS (DOSIFICACION AL VOLUMEN)

VOLUMEN DE AGUA	0.240	m ³
VOLUMEN DE AIRE	0.000	m ³
VOLUMEN CEMENTO	0.197	m ³
VOLUMEN 3/8"	0.276	m ³
VOLUMEN 1/2"	0.070	m ³
VOLUMEN ARENA	0.215	m ³
	1.000	m ³

1.5 ANEXO DE MANUAL DE BOLSILLO PARA CONSTRUCCIÓN DE TALUD CON HORMIGÓN PROYECTADO O LANZADO

En este anexo se presenta a modo de conclusión un resumen que brevemente detalla las partes más importantes tanto de la construcción como el diseño de muros anclados de hormigón proyectado o lanzado.

El lector reconocerá que la información presentada ya ha sido discutida anteriormente sin embargo se encuentra condensada en este anexo.

HORMIGÓN PROYECTADO EN EL TALUD

PASO 1: EXCAVACIÓN DEL TALUD

Primero se debe trazar canales y bajantes para desviar toda corriente de agua que este circulando por la parte superior del talud para ser eliminada la posibilidad de que la presión de esta agua ocasione una falla en el talud. La inclinación inicial del talud debe ser tal que permita al talud una inclinación con la cual se realiza el diseño, es decir, el ángulo de inclinación del talud inicial debe ser igual al ángulo de inclinación del talud completo.

PASO 2: PERFORACIÓN DE LOS ORIFÍCIOS PARA LOS ANCLAJES

Cuando el talud ya se encuentra configurado, se procede a realizar las perforaciones, con la inclinación, diámetro y longitud de los anclajes determinada en el diseño. En este proceso también es importante el equipo y el método de perforación utilizado ya que es tomado en cuenta para la resistencia al arrancamiento de los anclajes.

PASO 3: INSTALACIÓN DE LOS ANCLAJES Y VERTIDO DEL MORTERO DE CEMENTO EN LAS PERFORACIONES

La malla electro soldada será instalada previamente antes de instalar los anclajes y los drenes, ya que una vez ubicada se podrá realizar la ubicación de los anclajes y drenes que necesita el talud, La malla electrosoldada a usar será de acuerdo al diseño establecido.

Esta deberá ser colocada de manera vertical, en lo posible con soportes o pesos en los extremos para que no se mueva al momento del hormigonado.

El traslape entre mallado será por lo menos de 0.2m (Elías, 2003), pero por efectos constructivos se puede traslapar en cuadro entre malla y malla.

Por motivos de diseño y recubrimiento ante la corrosión, los anclajes deben estar ubicados en el centro de la perforación. El mortero de cemento utilizado es una mezcla entre cemento, macadán y agua con una relación agua/cemento que generalmente varía entre 0,4 a 0,5(Elías, 2003). Los morteros rígidos utilizados para conseguir un buen centrado del anclaje tienen por lo general un asentamiento de 30mm medido con el cono de Abrahms (Elías, 2003). En el caso que el mortero se deslice más rápidamente hasta el fondo del anclaje, se pueden utilizar aditivos plastificantes o acelerantes.

PASO 4: INSTALACIÓN DE DRENAJE

Antes de armar la pantalla del muro se deben colocar los drenajes con los criterios técnicos ya que el agua lluvia penetrara al talud y lo debilitara pudiendo causar una falla peligrosa durante la construcción y en su vida útil.

PASO 5: ARMADO DE LA PANTALLA DEL MURO

Cuando los anclajes y drenes ya hayan sido instalados, se procede a configurar la pantalla del muro con la malla electro soldada antes de disparar el hormigón proyectado como manera de encontrar alguna anomalía dentro de anclajes y drenes.

En algunos casos se puede utilizar varillas adiciónelas ubicadas en la zona de anclaje para incrementar la resistencia al punzonamiento de la misma. La pantalla del muro sirve como complemento estructural a los anclajes ya que recoge las tensiones que generan en el muro y los traslada hacia los anclajes. Su grosor típico varía entre 6 y 12 cm y está determinado en el diseño de la misma.

PASO 6: APLICACIÓN DEL HORMIGÓN PROYECTADO O LANZADO

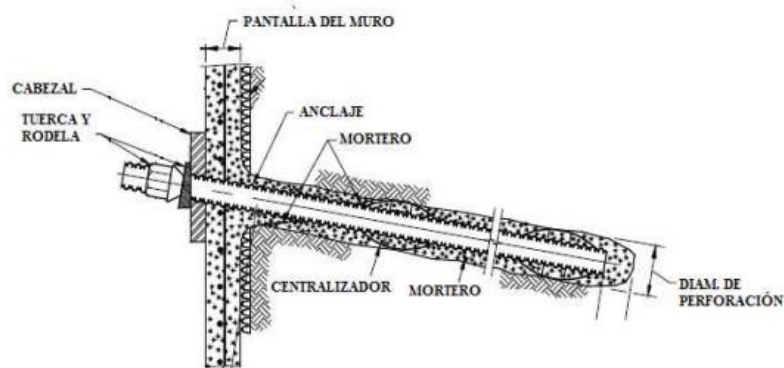
Cuando ya se ha terminado de armar el refuerzo del muro (malla), los anclajes en su posición y drenes de igual manera bien ubicados, se procederá a disparar el hormigón proyectado formando una pantalla en el muro.

Para lograr una correcta aplicación del hormigón se debe minimizar el rebote que se produce entre el hormigón y la superficie aplicada. Para ello, se debe tratar de que la manguera de lanzado se encuentre totalmente en ángulo recto a la superficie proyectada (Byrne, 1998).

PASO 7: REFUERZO DE ANCLAJE-MURO

Una vez terminada la aplicación del hormigón proyectado se debe esperar de dos a tres horas hasta que el hormigón fragüe y se pueda reforzar los anclajes del muro.

El cabezal en una placa acero de A36 de 200X200X19 mm, la cual tiene una abertura en el centro para canalizar en anclaje, esta se la fija muy suavemente con una llave de tuercas la misma que llevara su arandela, esta tuerca debe tener la misma resistencia que todo el conjunto y su espesor es casi siempre mayor que el cabezal.



(Elias et al., 2003)

1.6 ANEXO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA TALUD CON HORMIGON PROYECTADO

Las presentes especificaciones técnicas tienen por objetivo mejorar la calidad de las obras que se ejecuten dentro de cada entidad ya se pública o privada.

Estas especificaciones técnicas comprenden los requisitos, condiciones y normas técnicas que deben cumplir los contratistas durante la ejecución de las obras y al mismo tiempo permitir a los supervisores, interventores controlar la calidad y correcta ejecución de las obras.

Rubro No. 01 Replanteo y nivelación (m2).

Descripción, materiales y ejecución

Se define como replanteo el trazado en el terreno, confirmación de longitudes y niveles llevados de los planos Arquitectónicos y/o las órdenes del Fiscalizador al sitio donde se construirá el proyecto; como paso previo a la construcción.

Los trabajos de replanteo y de nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión certificados, como: estación total, teodolito, nivel de precisión, cintas métricas metálicas, etc. este trabajo estará a cargo de personal profesional experimentado.

El proyecto deberá localizarse horizontal y verticalmente dejando elementos de referencia permanente con base en las libretas de topografía y los planos del proyecto. El replanteo y nivelación de la obra será ejecutado por el Contratista, utilizando personal que posea licencia para ejercer la profesión y equipos de precisión adecuados para trabajo a realizar.

Medida y pago

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Materiales mínimos: Estacas, clavos, pingos, tiras de eucalipto, piola.

Equipo mínimo: Equipo de topografía, herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada

Los costos de mano de obra, equipo y materiales, y los costos de vigilancia que requieran para la realización de esta actividad deberá tenerlos en cuenta en contratista como costos indirectos de administración al elaborar la propuesta. Este ítem se pagara por metro cuadrado.

Rubro No. 02 Excavación sin clasificar incluido desalojo (m3).

Descripción, materiales y ejecución

Las excavaciones de realizaran en los sitios necesarios según el proyecto y de conformidad con las dimensiones autorizadas por fiscalización, retiro máximo se encuentra en la parte de presupuesto.

Se garantizara la estabilidad del talud, donde se realizara la intervención sin afectar a terceros.

El desalojo de material se lo hará por medio de la maquinaria previamente autorizada y siempre con la autorización de fiscalización.

La perfilada del talud se lo hará con estricta supervisión tanto de la parte contratante como de la de fiscalización.

Medida y forma de pago

La medida será el metro cubico (m3), y se pagara según lo pactado en las cantidades y valores establecidos en el presupuesto y/o contrato previa aprobación de fiscalización.

Rubro No. 03 Excavación de cunetas y encausamiento manual (m3).

Descripción, materiales y ejecución

Las excavaciones de realizaran en los sitios necesarios según el proyecto y de conformidad con las dimensiones autorizadas por fiscalización, retiro máximo se encuentra en la parte de presupuesto.

Se garantizara la estabilidad del talud, donde se realizara la intervención sin afectar a terceros.

Antes de trazar las excavaciones por donde pasa la cuneta de coronación con sus medidas indicadas y previa autorización de fiscalización.

El desalojo de material se lo hará por medio de la maquinaria previamente autorizada y siempre con la autorización de fiscalización.

El fondo de las excavaciones deberá quedar totalmente limpio. Los costados de las excavaciones deberán quedar totalmente verticales y su fondo vertical.

.Medida y forma de pago

La medida será el metro cubico (m3), y se pagara según lo pactado en las cantidades y valores establecidos en el presupuesto y/o contrato previa aprobación de fiscalización

Rubro No. 04 Razanteo de zanja (m2).

Descripción, materiales y ejecución

Se refiere a este rubro al razanteo de la cuneta de coronación, con métodos manuales por medio de herramientas menores de obra.

Este razanteo manual será ejecutado de una manera prolija de manera que ayude a minimizar costo y material en trabajos posteriores.

Se tendrá especial cuidado en la pendiente autorizada por fiscalización.

Medida y forma de pago

La medida será el metro cuadrado (m2), y se pagara según lo pactado en las cantidades y valores establecidos en el presupuesto y/o contrato previa aprobación de fiscalización

Rubro No. 05 Mejoramiento de suelo base tipo 4 (m3)

Este rubro se refiere a rellenos con materiales compactados por métodos mecánicos, en zanjas, con el fin de mejorar su calidad y propiedades mecánicas.

Podrá utilizarse para el relleno los materiales que a juicio y criterio de fiscalización y previo análisis de laboratorio, presente propiedades físicas y mecánicas apropiadas para lograr una captación que garantice la resistencia adecuada y el mínimo asentamiento.

La fiscalización dispondrá si es necesario o no ensayos de laboratorio.

El contratista deberá en todo momento tomar las medidas necesarias para el control de humedad de compactación en la obra. Se tendrá mucho cuidado cuando se compacte para no tener problemas de deslizamientos en el talud, y así evitar problemas de mayor consideración dentro de la obra.

El espesor de cada capa y el número de pasadas del equipo de compactación estarán definidos por la clase de material, el equipo utilizado y la densidad especificada.

Medida y forma de pago

La medida de los rellenos compactados se hará por metro cúbico (m³), con base en el volumen medido del material ya colocado y compactado hasta las líneas, pendientes y dimensiones indicadas por fiscalización. Su pago se efectuará dependiendo del tipo de relleno y de la procedencia del material, de acuerdo con lo establecido en el formulario de cantidades de obra y a los precios contemplados en el presupuesto.

Rubro No. 06 Encofrado de madera para cunetas (m2)

Descripción.-

Los encofrados se refieren a la construcción de formas temporales para contener el concreto de modo que éste, al endurecer, adopte la forma indicada en los planos respectivos, tanto en dimensiones como en su ubicación dentro de la estructura.

Los encofrados pueden ser cara vista, cara no vista, estar en lugares secos o bajo agua; por lo que el contratista, conector del Proyecto, deberá tomar todas las medidas necesarias a fin de atender estas circunstancias. Cualquier olvido, no dará pie a reclamo alguno y su ejecución correrá a cuenta del contratista.

Materiales.-

Los encofrados a utilizar pueden ser de madera, metálicos o madera laminada o fibra prensada. El encofrado no deberá presentar deformaciones, defectos, irregularidades o puntos frágiles que puedan influir en la forma, dimensión o acabado de los elementos de concreto a los que sirve de molde.

Para superficies no visibles, el encofrado puede ser construido con madera en bruto, pero con juntas debidamente calafateadas para evitar la fuga de pasta de concreto.

Para superficies visibles, también denominada caravista, el encofrado deberá ser construido con paneles de $\frac{3}{4}$ " de madera laminada, madera machihembrada o con planchas duras de fibra prensada y marcos de madera cepillada. La línea de contacto entre paneles deberá ser cubierta con cintas, para evitar la formación de rebabas; dichas cintas deberán estar convenientemente adheridas para evitar su desprendimiento durante el llenado.

Los alambres a emplearse en la sujeción de encofrados, no deben atravesar las caras del concreto, especialmente las que vayan a quedar expuestas. En general, se deberá unir los encofrados por medio de clavos que puedan ser retirados posteriormente, de manera que el desencofrado no produzca daños en la superficie del concreto.

Ejecución.-

Los encofrados deberán ser diseñados y construidos de modo que resistan totalmente el empuje del concreto al momento del vaciado sin deformarse, incluyendo el efecto de vibrado para densificación y que su remoción no cause daño al concreto. Para efectos de diseño, se tomará un coeficiente aumentativo de impacto igual al 50% del empuje del material que debe ser recibido por el encofrado.

Antes de proceder a la construcción de los encofrados, el Contratista deberá presentar los diseños de los encofrados para la revisión y aprobación del Supervisor.

Los encofrados deberán ser construidos de manera que el elemento de concreto vaciado tenga la forma y dimensiones del proyecto y que se encuentre de acuerdo con los alineamientos y cotas aprobadas por el Supervisor y deberán presentar una superficie lisa y uniforme.

Antes de armar el encofrado, se deberá verificar que la superficie del encofrado se encuentre exenta de elementos extraños y con un recubrimiento adecuado de una membrana sintética para evitar la adherencia del mortero o del procedimiento que el Contratista crea por conveniente, con la única condición que el resultado sea igual o superior al antes descrito y sea aprobado por el Supervisor.

Salvo indicación contraria, todas las intersecciones de planos de encofrados deberán ser achaflanadas, tanto en el caso de ángulos entrantes como en las aristas. En el caso de aristas, el achaflanado se realizará por medio de una tira de madera, de sección transversal en forma de triángulo rectángulo, isósceles, con catetos de 2 cm de longitud.

El encofrado deberá encontrarse debidamente apuntalado y arriostrado de manera que la rigidez y estabilidad del mismo no se vea amenazada. Se deberá dar especial cuidado a las juntas entre tablas, paneles o planchas.

Se deberá evitar el apoyo del encofrado en elementos sujetos a flexión o deslizamiento. Cuando el terreno natural sea rocoso, el apoyo puede realizarse directamente sobre éste.

Cuando el terreno natural tenga buena resistencia sin ser susceptible a la erosión o desmoronamiento el apoyo puede realizarse sobre elementos dispuestos horizontalmente. En caso de que el terreno natural no tenga buena capacidad de soporte, deberán ser clavadas estacas conjuntamente con los refuerzos horizontales antes mencionados.

No se puede efectuar llenado alguno sin la autorización escrita del Supervisor quien previamente habrá verificado el dimensionamiento, nivelación, verticalidad, estructuración del encofrado, humedecimiento adecuado de la caja del encofrado, la

no existencia de elementos libres (esquirlas o astillas), concretos antiguos pegados o de otro material que pueda perjudicar el vaciado y el acabado del mismo. En caso de elementos de gran altura en donde resulta difícil la limpieza, el encofrado debe contar con aberturas para facilitar esta operación.

El tiempo para la remoción del encofrado y obra falsa está acondicionado por el tiempo y localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto. Los tiempos mínimos recomendados son los siguientes:

- | | |
|--------------------------------------|----------|
| • Costados de viga | 24 horas |
| • Superficie de elementos verticales | 48 horas |
| • Losas superiores de alcantarillas | 14 días |
| • Losas superiores de pontones | 14 días |

En el caso de utilizarse aditivos acelerantes de fragua y previa autorización del Supervisor, los tiempos de desencofrado pueden reducirse, de acuerdo al tipo y proporción del aditivo que se emplee. En general, el tiempo de desencofrado se fijará de acuerdo con las pruebas de resistencia en muestras del concreto, cuando ésta supere el 70% de su resistencia de diseño. Todo trabajo de desencofrado deberá contar la previa autorización escrita del Supervisor.

Todo encofrado, para ser reutilizado, no deberá presentar alabeos, deformaciones, incrustaciones y deberá presentar una superficie limpia.

Medición y pago.-

El pago del encofrado medido de la manera antes descrita, se realizará con las partidas correspondientes, según sea el caso del área a encofrar, en base al precio unitario por metro cuadrado (m²). Este precio y pago incluirá, además de los materiales, mano de obra, beneficios sociales, equipos dentro del cual se considera bombas de agua para el caso de estar bajo agua, transporte de los encofrados a las diferentes zonas de trabajo y herramientas necesarias para ejecutar el encofrado propiamente dicho, todas las obras de refuerzo y apuntalamiento, así como de apoyos indispensables para asegurar la estabilidad, resistencia

y buena ejecución de los trabajos. Igualmente, incluirá el costo total del desencofrado respectivo.

Rubro No. 07 Cuneta H.S $f_c=210\text{kg/cm}^2$ (m3)

Descripción.-

Es el hormigón simple de resistencia determinada, destinado a conformar la cuneta, y es parte integrante de la estructura que requieren de encofrados para su hormigonado. El objetivo es la construcción de la cuneta de hormigón, especificados en presupuesto y demás documentos del proyecto. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón control de calidad, referencias normativas, aprobaciones requerimientos previos revisión de los diseños del hormigón a ejecutar y los planos del proyecto. Encofrados estables, estancos y húmedos para recibir el hormigón, aprobados por Fiscalización. Trazado de niveles y colocación de guías que permitan una fácil determinación de las alturas y anchos de cuneta. Verificación del replanteo. Tipo, dosificación, instrucciones y recomendaciones al utilizar aditivos. Fiscalización indicará que se puede iniciar con el hormigonado. Durante la ejecución niveles y cualquier deformación de los encofrados. Inicio del vertido del hormigón, de abajo hacia arriba. Vigilar el proceso continuo de vibrado. Posterior a la ejecución Las superficies a la vista serán lisas y limpias de cualquier rebaba o desperdicio. Para su posterior utilización. Cuidados para no provocar daños al hormigón, durante el proceso de desencofrado y su posterior uso; de requerirlo Fiscalización, se protegerán con tableros de madera, hasta la colocación del acabado final. Evitar el tránsito y carga del elemento fundido hasta que el hormigón adquiera el 70% de su resistencia de diseño. Conservación hasta el momento de entrega recepción del rubro.

Medición y pago.-

La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico “M3”; es decir el volumen real ejecutado en base de una medición en obra o en planos del proyecto.

Rubro No. 08 Malla Electrosoldada 150X150X8mm (m2)

Descripción, materiales y ejecución

La malla electrosoldada para ser usada en obra, deberá estar libre de escamas, grasas, arcilla, oxidación, pintura o recubrimiento de cualquier materia extraña que pueda reducir o hacer desaparecer la adherencia, y cumpliendo la norma ASTM A 497. Toda malla electrosoldada será colocada en obra en forma segura y con los elementos necesarios que garanticen su recubrimiento, espaciamiento, ligadura y anclaje. No se permitirá que, contraviniendo las disposiciones establecidas en los planos o en estas especificaciones, la malla sea de diferente calidad o esté mal colocada. Toda armadura o características de estas, serán comprobadas con lo indicado en los planos estructurales correspondientes. Para cualquier remplazo o cambio se consultará con la Fiscalización.

Descripción.-

Este rubro contempla el suministro y provisión de la malla electrosoldada, más accesorios e insumos, incluida mano de obra para la colocación y fijación de ésta en los puntos indicados en los planos o en los que señale Fiscalización. Control de calidad, referencias normativas, aprobaciones Requerimientos previos Los sitios en donde deban colocarse y/o fijarse las mallas, deben encontrarse terminados, con los niveles adecuados señalizados y contarán con el visto bueno de Fiscalización.

Durante la ejecución Verificar que la malla quede sujeta con alambre de amarre a los elementos fijos

Procedimiento.-

La malla a utilizarse será electrosoldada, identificada con el número indicado en los planos de diseño la misma que se utilizará para el talud que se haya planificado con este tipo de material. La malla para su colocación deberá estar perfectamente templada y alineada de acuerdo a la forma y espacio destinado para evitar flexiones que pudieran ocurrir luego de su instalación.

Medición y pago.-

Se medirá el material en obra antes de iniciar colocación del hormigón y se pagará por metro cuadrado “m² “.El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el Fiscalizador.

Rubro No. 09 Suministro e instalación de anclajes Diam=8mm (u)

Descripción.-

Este ítem se refiere a la fijación de barras corrugadas en estructuras de concreto, que sirve para reforzamiento de estructuras, para recrecimiento de secciones de elementos estructurales como vigas, columnas, losas y muros. Este anclaje es de tipo químico ya que es por medio de un adherente epóxico que se anclan estas barras.

Ejecución.-

Primero se cortan las barras o refuerzos según los planos estructurales, teniendo en cuenta la longitud de anclaje, es decir la longitud de la barra que va dentro del concreto.

Se ubican los puntos donde van los anclajes, para luego perforarlos.

Se perfora los lugares donde van los anclajes, el diámetro del hueco deberá ser de 1/8 a 1/4 de pulgada (3,2 mm a 6,4 mm) mayor que el diámetro de la barra a anclar, la perforación se hace con un taladro rotopercutor y la broca adecuada, es decir si la barra es de 3/8 de pulgada la broca deberá ser de 5/8 o 1/2 pulgadas de diámetro.

Luego se limpia el hueco con aire a presión y un cepillo de cerdas de alambre o churrusco esto para limpiar muy bien la superficie del hueco, se realiza mínimo 3 veces esa operación de aire y cepillo.

Limpiar la barra a anclar por medios mecánicos hasta que esté totalmente libre de oxido, grasa o cualquier partícula o material contaminante La barra debe estar completamente recta para que el epóxico quede en todo su contorno.

Luego se aplica el adhesivo epóxico para anclajes, que vienen dos cartuchos plásticos gemelos, listo para ser usado. Se retira los tapones de salida del producto de los cartuchos y se ajusta la boquilla de mezclado y salida del producto.

Se instala luego los cartuchos gemelos en una pistola de calafateo doble.

Se presiona el gatillo fuera de la perforación hasta que por la punta de la boquilla salga el adhesivo con un color y consistencia uniforme y hay si poder usar el adhesivo.

Introducir la boquilla hasta el fondo de la perforación, inyectar el adhesivo y llenar hasta 3/4 de la perforación (aproximadamente), se retira suavemente la boquilla a medida que se llene el hueco para evitar la inclusión de aire. En huecos profundos usar extensión.

Luego después de limpiar la barra a anclar se introduce girándola lentamente hasta que esta toque el fondo de la perforación de tal forma que el adhesivo epóxico se desplace a la superficie para garantizar que este ocupó la totalidad de la longitud del anclaje.

Por ultimo limpiar el sobrante si es necesario y garantizar que el elemento no se mueva durante las próximas 4 horas.

Medida y forma de pago.

La unidad de medida de pago será por unidad (u.) de barras ancladas descritas en los planos estructurales.

Su forma de pago se hará según los precios establecidos en el contrato. En este valor se incluye el costo de equipo, herramienta, mano de obra y transporte.

Rubro No. 10 Hormigon Proyectado o Lanzado $f_c=350\text{kg/cm}^2$ (m³)

Definición

Consiste en la construcción de elementos inclinados y horizontales para gradas de hormigón estructural, de acuerdo a las dimensiones y niveles señalados en el proyecto; este rubro incluye el encofrado, el apuntalamiento y desencofrado.

Especificación

Todos los hormigones a ser utilizados en la obra deberán ser diseñados en un laboratorio calificado por la Entidad Contratante. El contratista realizará diseños de mezclas, y mezclas de prueba con los materiales a ser empleados que se acopien en la obra, y sobre esta base y de acuerdo a los requerimientos del diseño entregado por el laboratorio, dispondrá la construcción de los hormigones. No deberán utilizarse cementos de diferentes marcas en una misma fundición. Los cambios en la dosificación contarán con la aprobación del Fiscalizador.

Referencia normas

Forman parte de estas especificaciones todas las regulaciones establecidas en el Código Ecuatoriano de la Construcción. Todo el cemento será de una calidad tal que cumpla con la norma INEN 152. A criterio del fabricante, pueden utilizarse aditivos durante el proceso de fabricación del cemento, siempre que tales materiales, en las cantidades utilizadas, hayan demostrado que cumplen con los requisitos especificados en la norma INEN 1504. El cemento será almacenado en un lugar perfectamente seco y ventilado, bajo cubierta y sobre tarimas de madera. No es recomendable colocar más de 14 sacos uno sobre otro y tampoco deberán permanecer embodegados por largo tiempo. El cemento Portland que permanezca almacenado a granel más de 6 meses o almacenado en sacos por más de 3 meses, será nuevamente muestreado y ensayado y deberá cumplir con los requisitos previstos, antes de ser usado. La comprobación de la calidad del cemento, indicado en el párrafo anterior, se referirá a: TIPO DE ENSAYO NORMA INEN Análisis químico INEN 152:05 Finura INEN 196, 197 Id: Tiempo de fraguado INEN 158, 159 Consistencia normal

INEN 157 Resistencia a la compresión de morteros INEN 488 Resistencia a la flexión que a la compresión de mortero INEN 198 Resistencia a la tracción AASHTO T-132 Si los resultados de las pruebas no satisfacen los requisitos especificados, el cemento será rechazado.

Composición agregado fino

Los agregados finos para hormigón de cemento Portland estarán formados por arena natural, arena de trituración (polvo de piedra) o una mezcla de ambas. La arena deberá ser limpia, silícica (cuarzosa o granítica), de mina o de otro material inerte con características similares. Deberá estar constituida por granos duros, angulosos, ásperos al tacto, fuertes y libres de partículas blandas, materias orgánicas, esquistos o pizarras. Se prohíbe el empleo de arenas arcillosas, suaves o disgregables. Igualmente no se permitirá el uso del agregado fino con contenido de humedad superior al 8 %. Los requerimientos de granulometría deberá cumplir con la norma INEN 872: Áridos para hormigón. Requisitos. El módulo de finura no será menor que 2.4 ni mayor que 3.1; una vez que se haya establecido una granulometría, el módulo de finura de la arena deberá mantenerse estable, con variaciones máximas de ± 0.2 , en caso contrario el fiscalizador podrá disponer que se realicen otras combinaciones, o en último caso rechazar este material. Ensayos y tolerancias Las exigencias de granulometría serán comprobadas por el ensayo granulométrico especificado en la norma INEN 697. Áridos para hormigón. El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma INEN 856. Áridos para hormigón. El peso unitario del agregado se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma INEN 858. Áridos para hormigón. El árido fino debe estar libre de cantidades dañinas e impurezas orgánicas, se aplicará el método de ensayo INEN 855. Se rechazará todo material que produzca un color más oscuro que el patrón. Un árido fino rechazado en el ensayo de impurezas orgánicas puede ser utilizado, si la decoloración se debe principalmente a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas discretas similares. También puede ser aceptado si, al ensayarse para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en la resistencia de morteros, la resistencia relativa calculada

a los 7 días, de acuerdo con la norma INEN 866, no sea menor del 95 %. El árido fino por utilizarse en hormigón que estará en contacto con agua, sometida a una prolongada exposición de la humedad atmosférica o en contacto con la humedad del suelo, no debe contener materiales que reaccionen perjudicialmente con los álcalis del cemento, en una cantidad suficiente para producir una expansión excesiva del mortero o del hormigón. Si tales materiales están presentes en cantidades dañinas, el árido fino puede utilizarse, siempre que se lo haga con un cemento que contenga menos del 0.6 % de álcalis calculados como óxido de sodio. El árido fino sometido a 5 ciclos de inmersión y secado para el ensayo de resistencia a la disgregación (norma INEN 863), debe presentar una pérdida de masa no mayor del 10 %, si se utiliza sulfato de sodio; o 15 %, si se utiliza sulfato de magnesio. El árido fino que no cumple con estos porcentajes puede aceptarse siempre que el hormigón de propiedades comparables, hecho de árido similar proveniente de la misma fuente, haya mostrado un servicio satisfactorio al estar expuesto a una intemperie similar a la cual va a estar sometido el hormigón por elaborarse con dicho árido. El árido fino que requerido para ensayos, debe cumplir los requisitos de muestreo establecidos en la norma INEN 695. La cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se especifican en la norma INEN 872

Porcentajes máximos de sustancias extrañas en los agregados

Los siguientes son los porcentajes máximos permisibles (en peso de la muestra) de sustancias indeseables y condicionantes de los agregados.

Agregado Fino % DEL PESO

Material que pasa el tamiz No. 200 3.00

Arcillas y partículas desmenuzables 0.50

Hulla y lignito 0.25

Otras sustancias dañinas 2.00

Total máximo permisible 4.00

En todo caso la cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se estipula en la norma INEN 872. Áridos para hormigón requeridos.

Agregado grueso

Los agregados gruesos para el hormigón de cemento Portland estarán formados por grava, roca triturada o una mezcla de estas que cumplan con los requisitos de la norma INEN 872. Áridos para hormigón requeridos. Para los trabajos de hormigón, la roca triturada mecánicamente, será de origen andesítico, preferentemente de piedra azul. Se empleará ripio limpio de impurezas, materias orgánicas, y otras sustancias perjudiciales, para este efecto se lavará perfectamente. Se recomienda no usar el ripio que tenga formas alargadas o de plaquetas. También podrá usarse canto rodado triturado a mano o ripio proveniente de cantera natural siempre que tenga forma cúbica o piramidal, debiendo ser rechazado el ripio que contenga más del 15 % de formas planas o alargadas. La producción y almacenamiento del ripio, se efectuará dentro de tres grupos granulométricos separados, designados de acuerdo al tamaño nominal máximo del agregado y según los siguientes requisitos:

Tamiz inen porcentaje en masa que deben pasar por los tamices (aberturas cuadradas)

No.4 a 3/4"(19 mm)
3/4" a 1 1/2"(38mm)
1 1/2 a 2" (76mm)
3" (76 mm) 90-100
2" (50 mm) 100 20- 55
1 1/2" (38 mm) 90-100 0- 10
1" (25 mm) 100 20- 45 0- 5
3/4(19mm) 90-100 0- 10
3/8(10mm) 30- 55 0- 5
No. 4(4.8mm) 0- 5

En todo caso los agregados para el hormigón de cemento Portland cumplirán las exigencias granulométricas que se indican en la tabla 3 de la norma INEN 872. Ensayos y tolerancias Las exigencias de granulometrías serán comprobadas mediante el ensayo granulométrico según la Norma INEN 696. El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo INEN 857.

Porcentajes máximos de sustancias extrañas en los agregados

Los siguientes son los porcentajes máximos permisibles (en peso de la muestra) de sustancias indeseables y condicionantes de los agregados.

Agregado Grueso % DEL PESO

Solidez, sulfato de sodio, pérdidas en cinco ciclos: 12.00 Abrasión - Los Ángeles (pérdida): 35.00 Material que pasa tamiz No. 200: 0.50 Arcilla: 0.25 Hulla y lignito: 0.25 Partículas blandas o livianas: 2.00 Otros: 1.00 En todo caso la cantidad de sustancias perjudiciales en el árido grueso no debe exceder los límites que se estipula en la norma INEN 872.

Agua

El agua para la fabricación del hormigón será potable, libre de materias orgánicas, deletéreos y aceites, tampoco deberá contener sustancias dañinas como ácidos y sales, deberá cumplir con la norma INEN 1108 Agua Potable: Requisitos. El agua que se emplee para el curado del hormigón, cumplirá también los mismos requisitos que el agua de amasado.

Aditivos

Esta especificación tiene por objeto establecer los requisitos que deben de cumplir los aditivos químicos que pueden agregarse al hormigón para que éste desarrolle ciertas características especiales requeridas en obra. En caso de usar aditivos, estos estarán sujetos a aprobación previa de fiscalización. Se demostrará que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición y rendimiento del hormigón en todos los elementos donde se emplee aditivos. Se respetarán las proporciones y dosificaciones establecidas por el productor. Los aditivos que se empleen en hormigones cumplirán las siguientes normas: Aditivos para hormigones. Aditivos químicos. Requisitos. Norma INEN PRO 1969.

Aditivos para hormigones.

Definiciones.

Norma INEN PRO 1844 Aditivos reductores de aire. Norma NTE INEN 0152:05
Los aditivos reductores de agua, retardadores y acelerantes deberán cumplir la "Especificación para aditivos químicos para concreto" (ASTM - C - 490) y todos los demás requisitos que esta exige exceptuando el análisis infrarrojo.

Amasado del hormigón

Se recomienda realizar el amasado a máquina, en lo posible una que posea una válvula automática para la dosificación del agua. La dosificación se la hará al peso. El control de balanzas, calidades de los agregados y humedad de los mismos deberá hacerse por lo menos a la iniciación de cada jornada de fundición. La norma que regirá al hormigón premezclado será la NTE INEN 1855-1:0. **MANIPULACIÓN** La manipulación del hormigón en ningún caso deberá tomar un tiempo mayor a 30 minutos. Previo al vaciado, el constructor deberá proveer de canalones, elevadores, artesas y plataformas adecuadas a fin de transportar el hormigón en forma correcta hacia los diferentes niveles de consumo. En todo caso no se permitirá que se deposite el hormigón desde una altura tal que se produzca la separación de los agregados. El equipo necesario tanto para la manipulación como para el vaciado, deberá estar en perfecto estado, limpio y libre de materiales usados y extraños.

Vaciado

Para la ejecución y control de los trabajos, se podrá utilizar las recomendaciones del ACI 614 - 59 o las del ASTM. El constructor deberá notificar al fiscalizador el momento en que se realizará el vaciado del hormigón fresco, de acuerdo con el cronograma, planes y equipos ya aprobados. Todo proceso de vaciado, a menos que se justifique en algún caso específico, se realizará bajo la presencia del fiscalizador. El hormigón debe ser colocado en obra dentro de los 30 minutos después de amasado, debiendo para el efecto, estar los encofrados listos y limpios, asimismo deberán estar colocados, verificados y comprobados todas las armaduras y chicotes, en estas condiciones, cada capa de hormigón deberá ser vibrada a fin de desalojar las burbujas de aire y oquedades contenidas en la masa, los vibradores podrán ser de tipo eléctrico o neumático, electromagnético o mecánico, de inmersión o de superficie, etc. De ser

posible, se colocará en obra todo el hormigón de forma continua. Cuando sea necesario interrumpir la colocación del hormigón, se procurará que esta se produzca fuera de las zonas críticas de la estructura, o en su defecto se procederá a la formación inmediata de una junta de construcción técnicamente diseñada según los requerimientos del caso y aprobados por la fiscalización. Para colocar el hormigón en vigas o elementos horizontales, deberán estar fundidos previamente los elementos verticales. Las jornadas de trabajo, si no se estipula lo contrario, deberán ser tan largas, como sea posible, a fin de obtener una estructura completamente monolítica, o en su defecto establecer las juntas de construcción ya indicadas.

Consolidación

El hormigón armado o simple será consolidado por vibración y otros métodos adecuados aprobados por el fiscalizador. Se utilizarán vibradores internos para consolidar hormigón en todas las estructuras. Deberá existir suficiente equipo vibrador de reserva en la obra, en caso de falla de las unidades que estén operando. El vibrador será aplicado a intervalos horizontales que no excedan de 75 cm, y por períodos cortos de 5 a 15 segundos, inmediatamente después de que ha sido colocado. El apisonado, varillado o paleteado será ejecutado a lo largo de todas las caras para mantener el agregado grueso alejado del encofrado y obtener superficies lisas.

Curado del hormigón

El constructor, deberá contar con los medios necesarios para efectuar el control de la humedad, temperatura y curado del hormigón, especialmente durante los primeros días después de vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación del cemento y de la resistencia del hormigón. El curado del hormigón podrá ser efectuado siguiendo las recomendaciones del Comité 612 del ACI. De manera general, se podrá utilizar los siguientes métodos: esparcir agua sobre la superficie del hormigón ya suficientemente endurecida; utilizar mantas impermeables de papel, compuestos químicos líquidos que formen una membrana sobre la superficie del hormigón y que satisfaga las especificaciones ASTM - C309, también podrá utilizarse arena o aserrín en capas y con la suficiente humedad. El

curado con agua, deberá realizárselo durante un tiempo mínimo de 14 días. El curado comenzará tan pronto como el hormigón haya endurecido. Además de los métodos antes descritos, podrá curarse al hormigón con cualquier material saturado de agua, o por un sistema de tubos perforados, rociadores mecánicos, mangueras porosas o cualquier otro método que mantenga las superficies continuamente, no periódicamente, húmedas. Los encofrados que estuvieren en contacto con el hormigón fresco también deberán ser mantenidos húmedos, a fin de que la superficie del hormigón fresco, permanezca tan fría como sea posible. El agua que se utilice en el curado, deberá satisfacer los requerimientos de las especificaciones para el agua utilizada en las mezclas de hormigón. El curado de membrana, podrá ser realizado mediante la aplicación de algún dispositivo o compuesto sellante que forme una membrana impermeable que retenga el agua en la superficie del hormigón. El compuesto sellante será pigmentado en blanco y cumplirá los requisitos de la especificación ASTM C309, su consistencia y calidad serán uniformes para todo el volumen a utilizarse. El constructor, presentará los certificados de calidad del compuesto propuesto y no podrá utilizarlo si los resultados de los ensayos de laboratorio no son los deseados.

Medición y pago.-

La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico (m³). Se cubicará las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; es decir el volumen real del rubro ejecutado.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales mínimos: Cemento tipo portland, árido fino, árido grueso, agua, encofrados; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales, conforme se indica en el APU

Rubro No. 11 Cinta de seguridad con barreras móviles (ml)

Descripción, materiales y ejecución

Descripción.-

Con el fin de aislar las zonas demarcadas para la ejecución de los trabajos y evitar accidentes en la circulación vehicular y peatonal, se utilizarán barreras móviles de cinta plástica reflectiva.

Procedimiento de trabajo.-

Las barreras estarán formadas por dos bandas horizontales de cinta reflectiva de polietileno, calibre 4, de diez (10) centímetros de ancho, con franjas alternadas de color “anaranjado y negro” o “amarillo y negro” con la leyenda “PELIGRO” que proporcionen la máxima visibilidad, sostenida de soportes verticales prefabricados de una altura mínima de 1.30 m que se mantengan firmes en los sitios donde sean colocados y se puedan trasladar fácilmente cuando así se necesite. Se pasarán dos hileras de cinta como mínimo. Se considerará pitutos señalizadores prefabricados en polipropileno color fluorescente de tres ranuras como los que se muestra en la figura, siempre y cuando se acoplen a la altura de 1.30 m.

Las barreras de cinta plástica reflectiva se colocarán en las longitudes y sitios que las necesidades de construcción de las obras lo requieran o en los sitios indicados por el Fiscalizador. Los elementos integrantes de las barreras serán aprobados previamente por el Fiscalizador; el mantenimiento de los mismos estará a cargo del Contratista, quien los reemplazará cuando por efectos de su uso se encuentren deteriorados a juicio del Fiscalizador



1.7

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: -ESTABILIDAD DE TALUD EN EL PASO LATERAL DE AMBATO

RUBRO : Replanteo y nivelacion

UNIDAD: m2

ITEM : 01

FECHA :

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Estacion Total	1.00	25.00	25.00	0.100	2.50

SUBTOTAL M

2.52

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Topografo	C1 1.00	4.01	4.01	0.030	0.12
Cadenero	C1 1.00	3.58	3.58	0.026	0.09
Ayudante	C3 1.00	3.58	3.58	0.026	0.09

SUBTOTAL N

0.30

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
				0.00

SUBTOTAL O

0.00

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
				0.00

SUBTOTAL P

0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.82
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.71
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.53
VALOR UNITARIO	3.53

SON: TRES DÓLARES CON CINCUENTA Y TRES CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO: Luis Rafael López

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: -ESTABILIDAD DE TALUD EN EL PASO LATERAL DE AMBATO

RUBRO :Excavacion sin clasificar inc. Desalojo

UNIDAD: m3

ITEM : 02

FECHA :

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 0% de M.O.					0.00
Excavadora de oruga 150HP	1.00	75.00	75.00	0.014	1.05
Volqueta de 8 m3	3.00	15.00	45.00	0.028	1.26
Cargadora frontal	1.00	10.00	10.00	0.083	0.83
SUBTOTAL M					3.14

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
O.E.P C1	C1 1.00	4.01	4.01	0.600	2.41
Ayudante de maquinaria	C1 1.00	3.62	3.62	0.800	2.90
Chofer Oc. C1	C1 1.00	4.01	4.01	0.500	2.01
SUBTOTAL N					7.32

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		10.46
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)	25.00	2.62
OTROS INDIRECTOS(%)		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		13.08
VALOR UNITARIO		13.08

SON: TRECE DÓLARES CON OCHO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO: Luis Rafael López

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: -ESTABILIDAD DE TALUD EN EL PASO LATERAL DE AMBATO

RUBRO : Excavacion de cunetas y encausamiento (manual)

UNIDAD: m3

ITEM : 03

FECHA :

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 0% de M.O.					0.00
SUBTOTAL M					0.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albanil	C1 1.00	4.01	4.01	0.100	0.40
Peon	C1 2.00	3.58	7.16	0.450	3.22
Maestro de obra	C1 1.00	4.01	4.01	0.050	0.20
SUBTOTAL N					3.82

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.82
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.96
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.78
VALOR UNITARIO	4.78

SON: CUATRO DÓLARES CON SETENTA Y OCHO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO: Luis Rafael López

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: -ESTABILIDAD DE TALUD EN EL PASO LATERAL DE AMBATO

RUBRO : Razanteo de zanja

UNIDAD: m2

ITEM : 04

FECHA :

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.11

SUBTOTAL M

0.11

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Peon	C1 1.00	3.58	3.58	0.310	1.11
Albanil	C1 1.00	4.01	4.01	0.270	1.08

SUBTOTAL N

2.19

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
--------------------	---------------	-----------------	---------------------	--------------

SUBTOTAL O

0.00

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
--------------------	---------------	-----------------	---------------	--------------

SUBTOTAL P

0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) 2.30

INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00 0.58

OTROS INDIRECTOS(%) 0.00

COSTO TOTAL DEL RUBRO 2.88

VALOR UNITARIO **2.88**

SON: DOS DÓLARES CON OCHENTA Y OCHO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO: Luis Rafael López

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: -ESTABILIDAD DE TALUD EN EL PASO LATERAL DE AMBATO

RUBRO : Mejoramiento de suelo base tipo 4

UNIDAD: m3

ITEM : 05

FECHA :

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Compactadora tipo plancha	1.00	20.00	20.00	0.027	0.54

SUBTOTAL M

0.56

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador Plancha	C1 1.00	3.58	3.58	0.021	0.08
Peon	C1 2.00	3.58	7.16	0.024	0.17
Albanil	C1 1.00	4.01	4.01	0.018	0.07
Maestro de obra	C1 1.00	4.01	4.01	0.005	0.02

SUBTOTAL N

0.34

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Base tipo 4	m3	1.000	7.50	7.50

SUBTOTAL O

7.50

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Base tipo 4	m3	1.00	0.20	0.20

SUBTOTAL P

0.20

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) 8.60

INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00 2.15

OTROS INDIRECTOS(%) 0.00

COSTO TOTAL DEL RUBRO 10.75

VALOR UNITARIO **10.75**

SON: DIEZ DÓLARES CON SETENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO: Luis Rafael López

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: -ESTABILIDAD DE TALUD EN EL PASO LATERAL DE AMBATO

RUBRO : Encofrado de madera para cunetas

UNIDAD: m2

ITEM : 06

FECHA :

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.16

SUBTOTAL M

0.16

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peon	C1 1.00	3.58	3.58	0.580	2.08
Albanil	C1 1.00	4.01	4.01	0.280	1.12
Maestro de Obra	C1 1.00	4.01	4.01	0.020	0.08

SUBTOTAL N

3.28

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Tabla de monte	u	1.000	2.50	2.50
Alfagias	u	1.750	1.80	3.15
Estacas	u	1.000	0.40	0.40
Clavos	kg	0.062	0.80	0.05

SUBTOTAL O

6.10

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Estacas	u	1.00	0.01	0.01

SUBTOTAL P

0.01

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) 9.55

INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00 2.39

OTROS INDIRECTOS(%) 0.00

COSTO TOTAL DEL RUBRO 11.94

VALOR UNITARIO 11.94

SON: ONCE DÓLARES CON NOVENTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO: Luis Rafael López

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: -ESTABILIDAD DE TALUD EN EL PASO LATERAL DE AMBATO

RUBRO : Cunetas H.S f c=210kg/cm2

UNIDAD: m3

ITEM : 07

FECHA :

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.69
Vibrador	1.00	35.00	35.00	0.330	11.55
Concretera	1.00	6.25	6.25	0.600	3.75
SUBTOTAL M					16.99

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peon	P1 9.00	3.58	32.22	0.800	25.78
Albanil	C1 3.00	4.01	12.03	0.600	7.22
Maestro de Obra	C1 1.00	4.01	4.01	0.200	0.80
SUBTOTAL N					33.80

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Cemento	sacos	7.200	7.50	54.00
Ripio	m3	0.650	7.50	4.88
Macadan	m3	0.450	5.70	2.57
Agua	m3	0.270	5.50	1.49
Aditivo acelerante	kg	2.000	1.30	2.60
SUBTOTAL O				65.54

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Cemento	sacos	7.20	0.02	0.14
Ripio	m3	0.65	0.01	0.01
Macadan	m3	0.45	0.01	0.00
Agua	m3	0.27	2.00	0.54
Aditivo acelerante	kg	2.00	0.05	0.10
SUBTOTAL P				0.79

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	117.12
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	29.28
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	146.40
VALOR UNITARIO	146.40

SON: CIENTO CUARENTA Y SEIS DÓLARES CON CUARENTA CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO: Luis Rafael López

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: -ESTABILIDAD DE TALUD EN EL PASO LATERAL DE AMBATO

RUBRO : Malla electrosoldada 150X150X8mm

UNIDAD: m2

ITEM : 08

FECHA :

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.42

SUBTOTAL M

0.42

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peon	C1 2.00	3.58	7.16	0.760	5.44
Albanil	C1 1.00	4.01	4.01	0.710	2.85
Maestro Obra	C1 1.00	4.01	4.01	0.020	0.08

SUBTOTAL N

8.37

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Malla Electrosoldada 10x10x8mm	kg	1.000	8.60	8.60
Alambre de amarre	kg	1.000	1.80	1.80
Tubería PVC	ml	1.000	2.65	2.65

SUBTOTAL O

13.05

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Malla Electrosoldada 10x10x8mm	kg	1.00	0.02	0.02
Alambre de amarre	kg	1.00	0.02	0.02
Tubería PVC	ml	1.00	0.01	0.01

SUBTOTAL P

0.05

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		21.89
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)	25.00	5.47
OTROS INDIRECTOS(%)		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		27.36
VALOR UNITARIO		27.36

SON: VEINTE Y SIETE DÓLARES CON TREINTA Y SEIS CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO: Luis Rafael López

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: -ESTABILIDAD DE TALUD EN EL PASO LATERAL DE AMBATO

RUBRO : Suministro e instalacion de anclajes Diam=8mm bulobo concreto

UNIDAD: u

ITEM : 09

FECHA :

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 0% de M.O.					0.00
Martillo Neumatico	1.00	3.13	3.13	0.600	1.88
SUBTOTAL M					1.88

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peones	C1 1.00	3.58	3.58	0.133	0.48
Albanil	C1 1.00	4.01	4.01	0.133	0.53
Operador de Martillo Neumático	C1 1.00	4.01	4.01	0.800	3.21
SUBTOTAL N					4.22

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Anclajes tipo rosca icl. Tuerca de sujeción y placa	u	1.000	4.80	4.80
Cemento	saco	1.000	1.50	1.50
Macadan	m3	0.760	5.70	4.33
Agua	lts	0.020	0.25	0.01
Aditivo	kg	3.000	0.20	0.60
SUBTOTAL O				11.24

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Anclajes tipo rosca icl. Tuerca de sujeción y placa	u	1.00	0.01	0.01
Cemento	saco	1.00	0.01	0.01
Macadan	m3	0.76	0.01	0.01
Agua	lts	0.02	0.20	0.00
Aditivo	kg	3.00	0.02	0.06
SUBTOTAL P				0.09

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	17.43
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	4.36
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	21.79
VALOR UNITARIO	21.79

SON: VEINTIÚN DÓLARES CON SETENTA Y NUEVE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO: Luis Rafael López

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: -ESTABILIDAD DE TALUD EN EL PASO LATERAL DE AMBATO

RUBRO : Hormigon lanzado o proyectado $f_c=350\text{kg/cm}^2$

UNIDAD: m3

ITEM : 10

FECHA :

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.41

SUBTOTAL M

0.41

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peon	P1 2.00	3.58	7.16	0.666	4.77
O.E.P	C1 1.00	4.01	4.01	0.800	3.21
Maestro de obra	C1 1.00	4.01	4.01	0.050	0.20

SUBTOTAL N

8.18

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Hormigon Proyectado	m3	1.000	250.00	250.00
Aditivo	kg	2.000	0.20	0.40
Fibra para hormigon lanzado	kg	3.000	0.80	2.40

SUBTOTAL O

252.80

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Hormigon Proyectado	m3	1.00	0.01	0.01
Aditivo	kg	2.00	0.02	0.04
Fibra para hormigon lanzado	kg	3.00	0.01	0.03

SUBTOTAL P

0.08

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	261.47
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	65.37
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	326.84
VALOR UNITARIO	326.84

SON: TRESCIENTOS VEINTE Y SEIS DÓLARES CON OCHENTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO: Luis Rafael López

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: -ESTABILIDAD DE TALUD EN EL PASO LATERAL DE AMBATO

RUBRO : Cinta de seguridad con barreras moviles

UNIDAD: ml

ITEM : 11

FECHA :

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.04

SUBTOTAL M

0.04

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Peon	C2 1.00	3.58	3.58	0.200	0.72

SUBTOTAL N

0.72

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Cinta de seguridad peligro de 250 mts.	ml	1.000	15.00	15.00
Poste de seguridad plastico	u	1.000	8.90	8.90

SUBTOTAL O

23.90

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
Poste de seguridad plastico	u	1.00	0.01	0.01

SUBTOTAL P

0.01

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) 24.67

INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00 6.17

OTROS INDIRECTOS(%) 0.00

COSTO TOTAL DEL RUBRO 30.84

VALOR UNITARIO **30.84**

SON: TREINTA DÓLARES CON OCHENTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO: Luis Rafael López

1.8 ANEXO DE PRESUPUESTO DE LA OBRA

INSTITUCION: *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO*

PROYECTO: *ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN EL PASO LATERAL DE AMBATO*

UBICACION: *CANTON AMBATO*

OFERENTE: *FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL*

ELABORADO: *LUIS LÓPEZ*

FECHA: *21/05/2019*

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

<u>COD.</u>	<u>RUBRO</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>P.UNITARIO</u>	<u>P.TOTAL</u>
ET-00	01	Replanteo y nivelacion	m2	240.00	3.53	847.20
ET-01	02	Excavacion sin clasificar inc. Desalojo	m3	880.00	13.08	11,510.40
ET-02	03	Excavacion de cunetas y encausamiento (manual)	m3	6.30	4.78	30.11
ET-08	04	Razanteo de zanja	m2	21.00	2.88	60.48
ET-10	05	Mejoramiento de suelo base tipo 4	m3	1.31	10.75	14.08
ET-09	06	Encofradode madera para cunetas	m2	63.00	11.94	752.22
ET-03	07	Cunetas H.S f'c=210kg/cm2	m3	4.20	146.40	614.88
ET-11	08	Malla electrosoldada 150X150X8mm	m2	960.00	27.36	26,265.60
ET-12	09	Suministro e instalacion de anclajes Diam=8mm bulobo concreto	u	1,200.00	21.79	26,148.00
ET-05	10	Hormigon lanzado o proyectado f'c=350kg/cm2	m3	80.00	326.84	26,147.20
ET-14	11	Cinta de seguridad con barreras moviles	ml	90.00	30.84	2,775.60
					TOTAL:	95,165.77

SON : NOVENTA Y CINCO MIL CIENTO SESENTA Y CINCO, 77/100 DÓLARES

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO: Luis López

