

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE
TALUD EN EL SECTOR SAUSACOA – PALLAR
KM. 8+000 AL 9+000 PROVINCIA DE SÁNCHEZ
CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD,
2017**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

CARLOS HUMBERTO CARRIÓN AGUILAR

Chiclayo 15 de Marzo del 2019

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD
EN EL SECTOR SAUSACocha – PALLAR KM. 8+000
AL 9+000 PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN,
DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017**

POR:

CARLOS HUMBERTO CARRIÓN AGUILAR

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR

**Ing. Aníbal Teodoro Díaz Orrego
PRESIDENTE**

**Ing. Eduardo Antonio Larrea Wong
SECRETARIO**

**Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez
ASESOR**

DEDICATORIA

Primeramente a Dios por la vida y sabiduría que me ha brindado.
A mis padres Mario y Mercy por su sacrificio y apoyo incondicional.
A mis hermanos, tíos y abuelos por su aprecio y ayuda en mis estudios.

EPÍGRAFE

“No existe amor tan verdadero como el que muere sin revelarse.”

JJ Benítez.

“El hombre no está hecho para la derrota. Un hombre puede ser destruido pero no derrotado.”

Ernest Hemingway

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme brindado la fuerza espiritual para culminar mis estudios.

A mis padres por el sacrificio que han hecho para culminar mis estudios profesionales.

A mi familia por haberme brindado su apoyo en todo.

A los ingenieros de la carrera Civil Ambiental por los conocimientos brindados en los diferentes cursos.

A mi asesor por su paciencia y orientación para culminar satisfactoriamente la tesis.

A las personas que fueron participes en el desarrollo de mi tesis.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1	Antecedentes	5
2.2	Bases Teórico Científicas.	8
2.2.1	Talud.....	8
2.2.1.1	Generalidades.....	8
2.2.1.2	Definición.	8
2.2.1.2.1	Tipos de taludes.	9
2.2.1.2.2	Parte de un talud	10
2.2.1.3	Influencia del tipo de material.....	11
2.2.1.4	Tipos de movimientos.....	14
2.2.1.4.1	Desprendimientos	14
2.2.1.4.2	Vuelcos.....	15
2.2.1.4.3	Deslizamientos	16
2.2.1.5	Morfología y partes de un deslizamiento	23
2.2.1.6	Factores condicionantes y desencadenantes.....	29
2.2.1.7	Tipología y peligrosidad.....	32
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.	33
3.1	Diseño de investigación	33
3.1.1	Tipo de estudio y Diseño de Contrastación de Hipótesis.	33
3.1.2	Métodos y técnicas de recolección de datos	34
3.1.3	Técnicas de procesamiento de datos	34
3.2	Metodología.....	35
3.2.1	Estudio topográfico	35
3.2.1.1	Generalidades.....	36
3.2.1.2	Objetivo del estudio	36
3.2.1.3	Reconocimiento del terreno	36
3.2.1.4	Planificación	36
3.2.1.5	Trabajo de campo	37
3.2.1.6	Trabajo de gabinete.....	37
3.2.1.7	Instrumentación y personal.....	38
3.2.2	Estudio de suelos.....	38
3.2.2.1	Generalidades.....	38
3.2.2.2	Trabajos de campo	39
3.2.2.2.1	Exploración en el terreno de fundación.	39
3.2.2.2.2	Toma de muestras.	39
3.2.2.2.3	Método de evaluación.	40
3.2.3	Estudio Geológico	59
3.2.4	Estudio Hidrológico	59
3.2.5	Análisis del talud.....	60
3.2.5.1	Procedimiento para el estudio del análisis del talud.	60
3.2.5.2	Método de análisis de talud	61
3.2.5.3	Calculo de presión de poros.....	64
IV.	RESULTADOS.....	66
4.1	Estudio Hidrológico	66
4.1.1	Clima.....	66
4.1.2	Precipitaciones	67

4.1.3	Estudio de Cuenca.....	68
4.1.3.1	Breve Descripción	68
4.1.3.2	Parámetros Físicos-Morfometría	70
4.1.3.3	Curva hipsométrica (curva hipsográfica)	73
4.1.3.4	Caudal de los cauces.....	75
4.2	Análisis del talud.....	76
4.2.1	Ubicación.....	76
4.2.2	Características del talud.....	76
4.2.3	Modelamiento en el programa SLIDE.	76
4.2.3.1	Modelamiento del análisis de estabilidad de talud en condiciones estáticas.	77
4.2.3.2	Modelamiento del análisis de estabilidad de talud cuando se presenta lluvia.	80
4.2.4	Modelamiento en el programa GEO5.....	82
4.2.4.1	Modelamiento del análisis de estabilidad de talud en condiciones estáticas.	83
4.2.4.2	Modelamiento del análisis de estabilidad de talud cuando se presenta lluvia.	87
4.2.5	Análisis de alternativas de solución para la estabilización del talud. ..	91
4.2.5.1	Estabilización de taludes mediante Malla Anclada (Sistema TECCO).91	
4.2.5.2	Estabilización de taludes mediante Suelo Reforzado.	100
4.2.5.3	Estabilización de taludes mediante el sistema Erdox.....	103
V.	DISCUSIÓN.....	105
VI.	CONCLUSIONES.	107
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	109
VIII.	ANEXOS.	110

FÍGURAS

Figura 2.1	Talud natural o ladera	9
Figura 2.2	Talud artificial	10
Figura 2.3	Deslizamientos en suelos blandos	17
Figura 2.4	Desplazamiento de rotación de una ladera.....	19
Figura 2.5	Deslizamientos sucesivos dentro de un movimiento general de rotación.....	19
Figura 2.6	Desplazamiento de traslación.....	20
Figura 2.7	Relaciones D/L para deslizamientos de traslación y rotación (Abramson 2002).....	21
Figura 2.8	Esquema de una extensión lateral.	22
Figura 2.9	Extensión lateral por flujo plástico.	23
Figura 2.10	Nomenclatura de las diferentes partes que conforman un deslizamiento	23
Figura 2.11	Dimensiones de los movimientos en masa de acuerdo a IAEG Commission on Landslides 1990.....	26
Figura 2.12	Ángulo de desplazamiento (α).	27
Figura 2.13	Longitud y ángulo de recorrido.	28
Figura 2.14	Efecto del volumen del deslizamiento en la longitud de recorrido.	28
Figura 3.1	Dispositivo Tetraelectrónico Schlumberger- Wenner.....	53

Figura 3.2 Dispositivo Schlumberger: Supone los electrodos de potencial a una separación infinitesimal para los cálculos teóricos, comparados con la separación entre los electrodos de corriente.....	54
Figura 3.3 Valores de resistividad de las rocas más comunes, materiales de suelo.....	54
Figura 3.4 Geología regional a escala 1: 100,000 –ubicación del área de estudio se localiza en la Formación Ucayali (NQ-u).....	57
Figura 3.5 Hidrogeología a escala 1: 100,000 –ubicación del área de estudio se localiza en la zona APNCa –Permeabilidad alta.	58
Figura 3.6 Diagrama para determinar el factor de seguridad para el método de Janbu	63
Figura 3.7 Fuerzas que actúan sobre las dovelas en el método de Spencer.....	64
Figura 3.8 Representación de la presión de poros.	65
Figura 4.1 Cauce Principal de la Cuenca del Río Sarín.....	69
Figura 4.2 Área de la Cuenca del Río Chorro Blanco	71
Figura 4.3 Modelación del talud.	77
Figura 4.4 Factor de Seguridad del talud en condiciones estáticas por el método de Bishop modificado.	78
Figura 4.5 Factor de Seguridad del talud en condiciones estáticas por el método de Janbu modificado.	79
Figura 4.6 Factor de Seguridad del talud en condiciones estáticas por el método de Spencer.....	79
Figura 4.7 Factor de Seguridad del talud afectado por la lluvia por el método de Bishop simplificado.....	81
Figura 4.8 Factor de Seguridad del talud afectado por la lluvia por el método de Janbu simplificado.....	81
Figura 4.9 Factor de Seguridad del talud afectado por la lluvia por el método de Spencer.	82
Figura 4.10 Perfil del talud para modelación del talud.....	83
Figura 4.11 Propiedad del primer estrato.	83
Figura 4.12 Propiedad del segundo estrato.	84
Figura 4.13 Propiedad del tercer estrato.	84
Figura 4.14 Propiedad del tercer estrato.	84
Figura 4.15 Análisis del talud con el método de Bishop en condiciones estáticas.	85
Figura 4.16 Factor de Seguridad calculado con el método de Bishop en condiciones estáticas.....	85
Figura 4.17 Análisis del talud con el método de Janbu en condiciones estáticas.	86
Figura 4.18 Factor de Seguridad calculado con el método de Janbu en condiciones estáticas.....	86
Figura 4.19 Análisis del talud con el método de Spencer en condiciones estáticas.	87
Figura 4.20 Factor de Seguridad calculado con el método de Spencer en condiciones estáticas.....	87
Figura 4.21 Análisis del talud con el método de Bishop afectado por la lluvia.	88
Figura 4.22 Factor de Seguridad calculado con el método de Bishop afectado por la lluvia.....	88
Figura 4.23 Análisis del talud con el método de Janbu afectado por la lluvia.	89

Figura 4.24	Factor de Seguridad calculado con el método de Jambu afectado por la lluvia.....	89
Figura 4.25	Análisis del talud con el método de Spencer afectado por la lluvia.....	90
Figura 4.26	Factor de Seguridad calculado con el método de Spencer afectado por la lluvia.....	90
Figura 4.27	Imagen 3D del perfil del talud con malla anclada (SISTEMA TECCO).....	92
Figura 4.28	Distribución de pernos de anclajes y diagrama de fuerzas del clavo de anclaje.....	94
Figura 4.29	Distribución de pernos de anclajes y diagrama de fuerzas del clavo de anclaje.....	96
Figura 4.30	Factor de seguridad del talud mediante el sistema de malla anclada.....	99
Figura 4.30	Geometría de la malla Terramesh Verde.....	100
Figura 4.31	Perfil del talud con el sistema de suelo reforzado.....	101
Figura 4.32	Perfil del talud con el sistema de suelo reforzado.....	102
Figura 4.33	Resultados obtenidos por el programa GEO5.....	102
Figura 4.34	Resultados obtenidos por el programa GEO5.....	103
Figura 4.35	Perfil del talud con el sistema.....	103
Figura 4.36	Sección típica del talud del sistema Erdox.....	104
Figura 4.37	Detalle de la estructura del ERDOX.....	104

CUADRO

Cuadro 3.1	Ubicación de SEV - áreas de estudio Datum WGS 84 – Zona 18...58
Cuadro 4.1	Datos históricos de la temperatura por meses en el distrito de Huamachuco.....67
Cuadro 4.2	Datos históricos de las precipitaciones por meses en el distrito de Huamachuco.....67
Cuadro 4.3	Cálculos para la obtención de la curva hipsométrica.....74
Cuadro 4.4	Resumen de dimensiones del talud.....76
Cuadro 4.5	Propiedad de los materiales sin presencia de agua.....78
Cuadro 4.5	Propiedad de los materiales con presencia de agua.....80
Cuadro 4.6	Cuadro para el cálculo del factor de presión intersticial Ru.....80
Cuadro 4.7	Propiedades de los estratos de suelo del talud.....91
Cuadro 4.8	Resultados del mecanismo de falla A (lo sombreado en amarillo es lo crítico).....95
Cuadro 4.9	Resultados del mecanismo de falla B (lo sombreado en amarillo es lo crítico).....97
Cuadro 5.1	Resultados del factor de seguridad en condiciones normales del talud con los programas de cálculo.....105
Cuadro 5.2	Resultados del factor de seguridad cuando se presenta precipitación del talud con los programas de cálculo.....106

GRÁFICOS

Grafico 4.1	Diagrama del clima del distrito de Huamachuco por cada mes. ...66
--------------------	---

Grafico 4.2 Histograma de las precipitaciones de cada mes en el distrito de Huamachuco	67
Grafico 4.3 Curva hipsométrica.	75

RESUMEN

La presente investigación contempla el análisis y diseño de la estabilidad de talud en el Sector Sausacocha – Pallar Km. 8+000 al 9+000 Provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad, debido a los constantes deslizamientos que se producen por motivos de la erosión, movimientos sísmicos e intensas lluvias que se presentan en la zona.

Se analizarán los diversos factores que intervienen en la estabilidad de talud, para esto se apoyará de las teorías de mecánica de suelos utilizando métodos no exactos para el estudio del talud. Para ello se buscará alternativas de solución para mitigar un posible deslizamiento en el futuro. Con ello se busca una infraestructura segura, adecuada y eficiente para mantener la estabilidad del talud generando un tránsito fluido y evitando pérdidas materiales y humanas de los pobladores de los sectores Sausacocha y Pallar de la provincia de Sánchez Carrión, región La Libertad.

PALABRAS CLAVE: Estabilidad de talud, deslizamientos, empujes, ángulo de fricción.

ABSTRACT

The present investigation contemplates the analysis and design of slope stability in the Sector Sausacocha - Pallar Km. 8 + 000 to 9 + 000 Province of Sánchez Carrión, department of La Libertad, due to the constant landslides that occur due to the erosion, seismic movements and intense rains that occur in the area.

The various factors that intervene in the stability of the slope will be analyzed, for this it will be supported by the theories of soil mechanics using non-exact methods for the study of the slope. For this purpose, alternative solutions will be sought to mitigate a possible landslide in the future. With this, a safe, adequate and efficient infrastructure is sought to maintain the stability of the slope, generating a fluid traffic, and avoiding material and human losses of the inhabitants of the sectors Sausacocha and Pallar of the province of Sánchez Carrión, La Libertad region.

KEYWORDS: Slope stability, landslides, thrusts, friction angle.

I. INTRODUCCIÓN

En la serranía de nuestro país los desastres ocurridos por huaycos, deslizamientos de taludes ocasionados por fenómenos naturales como precipitaciones, sismos, erosión o también por la modificación topográfica ocasionada por alguna construcción que se esté realizando cerca de la zona.

Una superficie de terreno expuesta situada a un ángulo con la horizontal se llama talud o pendiente no restringida y puede ser natural o construido. Si la superficie del terreno no es horizontal, una componente de la gravedad ocasionará que el suelo se mueva hacia abajo. (Cervantes 2015)

Uno de los problemas que presentan las montañas son los procesos geotécnicos activos de los taludes y laderas corresponden generalmente, a movimientos hacia abajo y hacia afuera de los materiales que conforman un talud de roca, suelo natural o relleno o una combinación de ellos. Los movimientos ocurren generalmente, a lo largo de superficies de falla, por caída libre, movimientos de masa, erosión o flujos. (Suarez 1998)

Un talud de tierra no puede considerarse estable indefinidamente, porque tarde o temprano la estabilidad que pueda presentar se pierde debido a los agentes naturales tales como las presiones hidrostáticas, el Intemperismo y la erosión. Un aumento temporal de cargas, la reducción de la resistencia del suelo o una redistribución desfavorables de esfuerzos son causas que contribuyen de una u otra manera a que el talud busque su posición más estable. (Crespo 2004, 217)

Los deslizamientos de tierra están estrechamente relacionados con la precipitación, la escorrentía y la saturación del suelo por el agua. Además, los flujos de escombros y flujos de lodo por lo general se producen en canales de corriente pequeños, empinadas y con frecuencia se confunden con las inundaciones. (Geological Survey 2004)

Los deslizamientos son muy comunes en intercalaciones de areniscas con limolitas o arcillolitas. Estos deslizamientos generalmente están relacionados con la diferencia en conductividad hidráulica, la cual facilita la saturación de los mantos de arenisca y la presencia de presiones de agua en el contacto de la arenisca con las rocas menos permeables y menos friccionantes. Es muy común que las areniscas se encuentren intercaladas con lutitas y por esta razón, los deslizamientos en intercalaciones de areniscas y lutitas, son muy frecuentes. (Suarez 2010)

En el Perú, los peligros geológicos como deslizamientos, derrumbes, desprendimiento de rocas y erosión de laderas, se producen en gran parte de sus 106 cuencas hidrográficas. Su incidencia se localiza principalmente en los flancos y laderas de fuerte pendiente, de los valles de la costa y la selva alta, así como en los acantilados del litoral y en los cortes de carretera, donde las condiciones litológicas, precipitaciones pluviales, presencia de agua y pendientes les son favorables. En el caso de los derrumbes, entre los factores que los generan están el socavamiento del pie de un talud inferior, la modificación o corte de un talud natural, la presencia de zonas de debilidad como fallas y fracturas, las lluvias y la infiltración de agua, los movimientos sísmicos y el sobreuso de explosivos. (Ministerio del Ambiente 2015, 20)

En la región La Libertad las zonas críticas son áreas o lugares, que luego de la evaluación de las características geológicas-geotécnicas, tipo, frecuencia y daños producidos por procesos naturales que causan desastres, entre otros factores; se consideran más proclives a ser afectadas por desastres y se necesita que se realicen en ellas obras de prevención y/o mitigación. Se han identificado un total de 82 zonas críticas, la mayor cantidad se ubican en la provincia de Otuzco (19) seguido por las provincias de Chepén (11), Sánchez Carrión (11), Pataz (10), Virú (7), Gran Chimú (6), Santiago de Chuco (5), Ascope (4) y finalmente tenemos a las provincias de Pacasmayo, Trujillo, Bolívar con 3 zonas cada uno. (INGEMMET 2008)

La presencia de fallas geológicas en la zona andina de la Región trae como consecuencia deslizamientos poniendo en peligro la vida y patrimonio de sus pobladores, como lo sucedido en el Distrito de Parcoy en el año 2000 y el 2005 en la Provincia de Huamachuco. (SINADECI 2010)

Varios derrumbes se han presentado en la zona del Potrerillo, ha bloqueado en innumerables veces por varias horas la vía que une la provincia de Sánchez Carrión con la provincia de Pataz, en la región La Libertad. El desprendimiento de tierra a la carretera, que se ha registrado en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre. Utilizando innumerables veces maquinaria pesada, para restablecer la vía. Fueron casi medio millar de vehículos que quedaron varados, con destino a Pataz y Trujillo. (PATAZ NOTICIAS 2013)

En la zona del Potrerillo en este actual año se produjo un deslizamiento se provocó en la zona del potrerrillo el 8 de marzo de este año, sepultando una

camioneta que se dirigía a Pataz. La carretera que une a Chagual con Pataz es una de las más accidentadas de La Libertad. Además de ser zona andina, el estado de la vía se empeora en épocas de lluvias, pues estas son intensas y no existe asfaltado. (EL COMERCIO 2017)

La región La Libertad tiene una superficie de 25 500 km² perteneciendo en un 80% de área total la zona andina. Contando la provincia de Sánchez Carrión con un sustrato de depósitos consolidados de 25.58% de la superficie total de la población (INGEMMET 2012) presentándose en esta zona un gran porcentaje de deslizamientos a causa de la erosión, lluvias y sismos.

En el aspecto técnico, en la Libertad se ha registrado un total de 2653 casos de peligros geológicos y geohidrológicos, registrándose en la provincia de Sánchez Carrión en un 14.8% de deslizamientos que han ocurrido, además de siempre se presenta deslizamientos en la zona del Potrerillo ocasionando daños a la infraestructura vial y obstruyendo el tránsito entre los distritos de Huamachuco y Chugay; ante esto existe la necesidad de dar protección ante los constantes deslizamientos, es por este motivo que se hace el análisis y diseño de la estabilidad de taludes, en la que se harán los diferentes estudios y diseños para mitigar las fallas que se encuentra en la zona de estudio.

En el aspecto económico, Nuestro país se encuentra con 19, 991 kilómetros de carreteras listas, con un 79% de carreteras pavimentadas (MTC – Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016), además de tener una inversión comprometida en carreteras del 39% de infraestructura en carreteras (OSITRAN 2016), por tales motivos es pertinente realizar este tipo de análisis de estabilidad de taludes y diseñar un sistema más efectivo para prevenir el riesgo de deslizamiento evitando pérdidas por reparación de la carretera y de los vehículos que transitan.

Los objetivos específicos son:

- Realizar el estudio de mecánica de suelos para identificar el tipo de suelo que presenta la zona de estudio.

- Realizar los estudios topográficos y curvas de nivel de la zona del terreno.

- Identificar las características geotécnicas de la zona de estudio.
- Implementar alternativas de solución ante el fenómeno de deslizamiento de la zona de estudio.
- Conocer cuáles son los factores principales que intervienen en la estabilidad del talud de la zona de estudio.
- Elaborar el diseño de la estabilidad de talud.
- Calcular el presupuesto del proyecto.

En el aspecto científico, por los constantes deslizamientos que ocurren en el tramo de la carretera Huamachuco – Chugay Sector Sausacocha – Pallar kilómetro 8+000 sector Potrerillo. Presentando un suelo gravo, areno limoso como matriz, sustentando gravas, de compacidad baja (MTC -2016), y ante las constantes variaciones de temperaturas que varían entre 15° a 0° , el diseño de un sistema de estabilización de taludes será de importancia para mitigar los fenómenos geológicos que presenta la provincia de Sánchez Carrión, por tal motivo se realiza este estudio.

En el aspecto ambiental, posteriormente a los deslizamientos que ocurren siempre cerca de la carretera ocasionan el bloqueo del tránsito hacia al distrito de Chugay, también se presenta destrozos y distorsión de la biodiversidad de la zona, por tal motivo que se realiza el análisis y diseño de estabilidad de taludes del kilómetro 8+000 del sector Sausacocha – Pallar.

En el aspecto social, el análisis y diseño es de importancia para toda la población de los Distritos de Huamachuco y Chugay, ya que se pretende mejorar la problemática de inestabilidad de taludes que se presentan por erosiones y en épocas de lluvias, poniendo en riesgo a los pobladores que transitan constantemente hacia el distrito de Yanasara y Chugay; además de la gran cantidad de turistas que se dirigen a los baños termales de Yanasara ubicados en

el distrito de Yanasara, es motivo por el cual se realizara se realizará el análisis y diseño de estabilidad de taludes.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Antecedentes

En la presente investigación se menciona las investigaciones realizadas hasta la actualidad sobre el problema del estudio, en este caso el estudio de estabilidad de taludes, a nivel nacional e internacional. Se ha realizado una revisión de la bibliografía y a continuación se presenta su respectiva síntesis conceptual.

Contramestre Boyd, Hugo y González Gruber, Oswaldo, 2007. “Análisis comparativo de sistemas de estabilización de taludes bajo el concepto de suelos reforzados, comparando los sistemas Tierra Armada y Terramesh System para un talud ubicado en Granjerías de la Trinidad” .Tesis de Licenciatura. Universidad Católica Andrés Bello.

En este trabajo se desarrolló dos metodologías de contención de suelo reforzado con Terramesh System y tierra armada, para el acondicionamiento del talud Sur de Granjerías de la Trinidad, con la finalidad de analizar ventajas y desventajas económicas y prácticas para este caso. Se obtuvo el dimensionado del muro sur con ambos sistemas, en Tierra Armada proporcionado por Tierra Armada C.A. y en Terramesh System modelado con el programa Macstar 2000 de Maccaferri C.A. De esta manera se obtuvieron las magnitudes del muro con ambas alternativas pudiendo estimar sus costos y estableciendo comparaciones.

Urteaga Posadas, César Augusto, 2017. “Estabilización de talud con sistema Erdox en taludes de carreteras”. Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Perú.

El presente proyecto de tesis abarca la presentación del proceso constructivo del Sistema ErdoX (de acuerdo a las características del proyecto, materiales, mano de obra, maquinaria, etc.); es decir, desde que surge el problema de falla de un talud, hasta que es concluido el proyecto. Asimismo, comprende el análisis de las características del sistema y las diversas aplicaciones que puede tener.

Además, se analizarán costos y rendimientos del sistema en estabilización de taludes en carreteras, para luego poder compararlos con los de otros sistemas en casos con condiciones similares.

Urteaga Huamán, Carlos y Suarez Risco, Jean Paul, 2016. “Versatilidad del Sistema Erdox aplicando conceptos de Ingeniería Preventiva en Concesiones Viales, Carretera Interoceánica Sur Tramos 2 y 3”.

En nuestro país se introdujo por primera vez este sistema en los tramos 2 y 3 del Corredor Vial Interoceánico Sur (CVIS), que comprenden alrededor de 656 Km de carretera asfaltada, atraviesan una gran diversidad geográfica, que hicieron de su construcción un desafío muy importante para las empresas involucradas. Debido a la diversidad geográfica por la que atraviesa el CVIS, sumado a los factores extremos como intensas precipitaciones pluviales, movimientos telúricos, entre otros; propiciaron realizar trabajos de estabilización de taludes, que permitieran garantizar mayor seguridad para los usuarios de la carretera. Es así, que la Concesionaria implementó un sistema de gestión que permitiera el aprovechamiento y la reutilización del conocimiento de las experiencias iniciales con el Sistema Erdox, logrando además, reducir considerablemente los tiempos de interrupción de la vía.

Torres Chung, César Roberto, 2007. “Valoración del Riesgo en Deslizamientos”. Tesis de Licenciatura. Universidad Ricardo Palma.

La presente investigación desarrolla aspectos básicos para el manejo del riesgo ante eventos de deslizamientos en taludes en suelos y rocas. Con la finalidad de comprender de manera sencilla algo tan complejo como el manejo de deslizamientos, se ha desarrollado capítulo por capítulo conceptos y metodologías básicas que pueden ser llevadas a cabo si se cuenta con la debida información. Se desarrollaron metodologías de estabilidad de taludes conocidas basadas en análisis deterministas, también se busca introducir metodologías basadas en análisis de probabilidad de la estabilidad en un talud. Los análisis realizados comprenden desde la etapa de caracterización de los materiales de suelo y roca presentes en los taludes estudiadas, hasta el proceso final de

valoración de riesgo, en el cual se determina el nivel de riesgo en el cual se encuentra el talud asociado a pérdidas económicas que se pueden presentar.

Granados López, Alan Raúl, 2006. “Estabilización del talud de la Costa Verde en la zona del distrito de Barranco”. Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Perú.

La presente Tesis desarrolla el análisis y diseño de ingeniería, así como el presupuesto de una solución para estabilizar, bajo las condiciones críticas de un sismo, un tramo representativo de 560 metros de longitud del talud de la Costa Verde, ubicado en el distrito de Barranco y medidos en la dirección de la vía costanera, aproximadamente entre ‘la bajada de los baños’ y ‘Armendáriz’. Esta tesis demuestra que el tramo en estudio fallaría en condiciones sísmicas importantes (aceleraciones de suelo mayores a 0.27g), poniendo en grave peligro vidas humanas y propiedades privadas que recientemente están siendo construidas a 20m del pie del talud, por lo que es necesario proponer soluciones de estabilización del talud de la Costa Verde en las zonas que lo requieran luego de un estudio profundo. La propuesta corresponde a un movimiento masivo de tierras (reducción de la pendiente y por lo tanto aumento del Factor de Seguridad) para la estabilidad global y posteriormente la utilización de geomallas y geomantos que ayudarán a la vegetación de la zona mediante la siembra de césped en semilla sobre una capa de suelo vegetal que será colocado sobre el conglomerado. La teoría y ensayos de campo que se utilizaron para el análisis y diseño de esta propuesta son explicados en los capítulos respectivos. El presente trabajo también proporciona ratios de costos; deducidos directamente del presupuesto, para poder tener una herramienta útil que permita tomar decisiones en caso las autoridades correspondientes tomen la determinación de realizar proyectos importantes que prevengan las pérdidas antes mencionadas.

Suárez García, Ofelia Gabriela, 2006. “Susceptibilidad a deslizamientos de laderas en la Sierra Madre Oriental”. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

El problema de deslizamiento de laderas ha generado grandes desastres en la historia de la humanidad; en la República Mexicana se presenta con gran

frecuencia, principalmente en épocas de lluvias o al ocurrir un sismo, que son algunos de los detonantes de este tipo de acontecimientos. En forma general, en este trabajo se destaca la importancia que tiene para México el conocimiento de la remoción en masa que puede representar un peligro por los efectos que causan al hombre y a su desarrollo. Se caracterizan los principales movimientos, tales como: reptación, solifluxión, deslizamientos, flujos, aludes de rocas, licuefacción y colapsos; estas traslaciones pueden ser muy destructivas y se presentan con cierta periodicidad. También, se determinan los factores más comunes que originan estos movimientos, las formas en que se expresan en la superficie y como se pueden identificar en el campo; asimismo, se indican algunas medidas preventivas y de mitigación a través de la búsqueda de evidencias en el terreno y de acciones que la población, sin ser especialista, pueda llevar a cabo.

2.2 Bases Teórico Científicas.

2.2.1 Talud.

2.2.1.1 Generalidades

El análisis de la estabilidad de talud no es una tarea sencilla. La evaluación de variables tales como la estratificación del suelo y sus parámetros de resistencia cortante resulta una tarea formidable. La infiltración a través del talud y la selección de una superficie de deslizamiento potencial se agregan a la complejidad del problema. Este capítulo explica los principios básicos implicados en el análisis de estabilidad.

2.2.1.2 Definición.

Se entiende por talud a cualquier superficie inclinada respecto la horizontal que haya de adoptar permanentemente las estructuras de tierra. El talud constituye una estructura complejo de analizar debido a que en su estudio coinciden los problemas de mecánica de suelos y de mecánica de rocas, tomando en cuenta el papel geológico. Cuando un talud se produce de forma natural se le llama ladera y cuando se produce artificialmente se le llama cortes o taludes artificiales. Una superficie de terreno expuesta situada a un ángulo con la horizontal se llama talud o pendiente no restringida y puede ser natural o construido. Si la superficie del terreno no es horizontal, una componente de la gravedad ocasionara que el suelo se mueva hacia abajo. Si la componente de la gravedad es suficientemente grande ocurrirá la falla de talud, es decir, la masa de suelo en la zona se deslizará hacia

abajo. La fuerza actuante vence a la fuerza de la resistencia al corte del suelo a lo largo de la superficie de ruptura. (DAS 2001)

2.2.1.2.1 Tipos de taludes.

Entre los tipos de taludes que encontramos según el libro Deslizamientos de Jaime Suarez se agrupan en dos categorías:

- a) Taludes naturales: Es el tipo de talud que se ha formado sin ninguna intervención humana, ocasionado como consecuencia de procesos erosivos, al cual se le denomina con ladera.

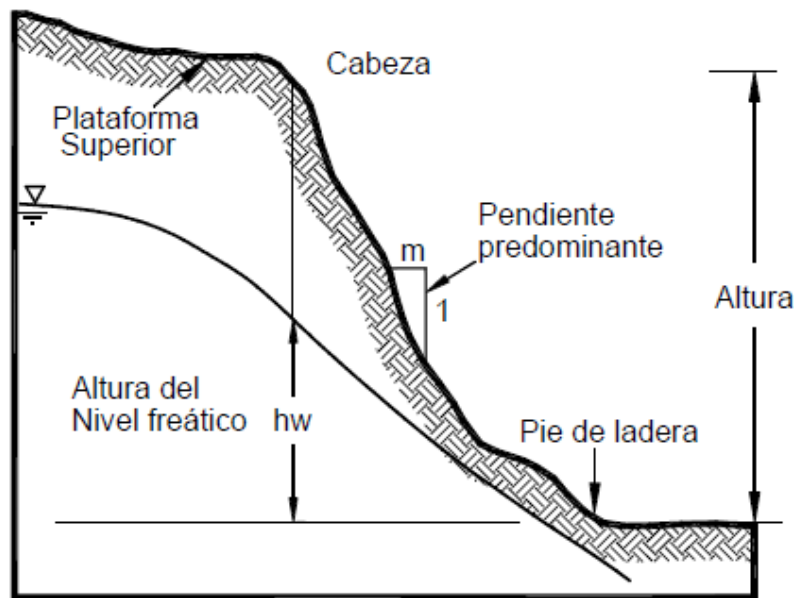


Figura 2.1 Talud natural o ladera

Fuente: Deslizamientos: Analisis Geotécnico – Jaime Suarez

- b) Taludes artificiales:

Los taludes artificiales son consecuencia de la intervención humana por obras ingenieriles. La formación de taludes se debe al requerimiento de una superficie plana en una zona con una determinada pendiente, y es común en cualquier obra de infraestructuras o de presas, entre otras.

Se distinguen dos tipos de taludes artificiales, los terraplenes y los cortes. Los terraplenes son aquellos en los que existe relleno y cuya función es elevar el nivel del terreno mientras que los cortes son la consecuencia de la excavación de una formación geológica.

Ambos se diferencian en el tipo de material que los forman, así como en su pendiente, mientras que los cortes tienen pendientes desde 35° hasta la vertical, la de los terraplenes está en torno a los 27° .

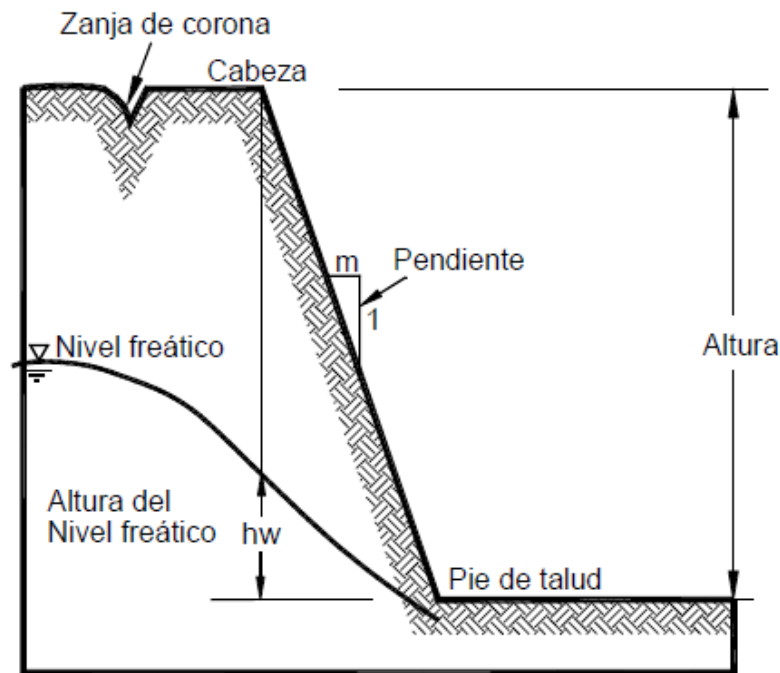


Figura 2.2 Talud artificial

Fuente: Deslizamientos: Analisis Geotécnico – Jaime Suarez

2.2.1.2.2 Parte de un talud

Existen algunos términos para definir las partes de un talud. El talud comprende una parte alta o superior convexa con una cabeza, cima, cresta o escarpe, donde se presentan procesos de denudación o erosión; una parte intermedia semi-recta y una parte baja o inferior cóncava con un pie, pata o base, en la cual ocurren principalmente procesos de depositación según el libro Deslizamientos de Jaime Suarez en un talud o ladera se presentan los siguientes elementos que lo constituyen:

a) Pie, pata o base

El pie corresponde al sitio de cambio brusco de la pendiente en la parte inferior del talud o ladera. La forma del pie de una ladera es generalmente cóncava.

b) Cabeza, cresta, cima o escarpe

Cabeza se refiere al sitio de cambio brusco de la pendiente en la parte superior del talud o ladera. Cuando la pendiente de este punto hacia abajo es semi-vertical o de

alta pendiente, se le denomina “escarpe”. Los escarpes pueden coincidir con coronas de deslizamientos. La forma de la cabeza generalmente es convexa.

c) Altura

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

d) Altura de nivel freático

Es la distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua (la presión en el agua es igual a la presión atmosférica). La altura del nivel freático se acostumbra medirla debajo de la cabeza del talud.

e) Pendiente

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

Los suelos o rocas más resistentes generalmente forman laderas de mayor pendiente y los materiales de baja resistencia o blandos, tienden a formar laderas de baja pendiente.

También existen otros factores topográficos en los taludes, los cuales se requiere definir, tales como: longitud, convexidad (vertical), curvatura (horizontal) y área de la cuenca de drenaje, los cuales pueden tener influencia sobre el comportamiento geotécnico del talud.

2.2.1.3 Influencia del tipo de material

Los diferentes tipos de inestabilidad que puedan ocasionarse mantienen una estrecha relación con la naturaleza específica del material, pudiendo estimarse la susceptibilidad de cada material, y que tipo de movimiento pueda desarrollarse en un futuro determinado.

Los terrenos en donde se ocasionan los movimientos se dividen en tres grupos según el libro Deslizamientos de Jaime Suarez:

a) Macizos rocosos.

La distinta naturaleza de las rocas que forman los macizos rocosos implica una problemática determinada en su comportamiento ante la estabilidad de taludes.

Un macizo rocoso constituye un medio discontinuo que esencialmente se compone de bloques sólidos separados por discontinuidades. A partir de esta definición, se puede deducir que las propiedades tenso-deformacionales de los macizos rocosos son de naturaleza anisótropa.

El comportamiento de un macizo rocoso, generalmente depende de las características de las discontinuidades (estratificación, diaclasas, fallas, esquistosidad, líneas de debilidad, etc.) que presenta, así como de la litología de la roca matriz y su historia evolutiva.

En las discontinuidades ha de considerarse el tipo y origen, distribución espacial, tamaño y continuidad, espaciado, rugosidad, naturaleza del relleno, presencia de agua, etc.

De la roca matriz ha de conocerse su naturaleza, características resistentes, meteorización, características resistentes, meteorización, alterabilidad, etc.

Generalmente los diferentes tipos de rotura que se producen en los medios rocosos siguen superficies preexistentes, aunque cuando los macizos están fuertemente fracturados pueden desarrollarse nuevas superficies de corte, similares a las producidas en suelos.

El conocimiento del conjunto de características mencionadas constituye el paso previo en el análisis de estabilidad de taludes naturales y diseño de desmontes a excavar en medios rocosos.

b) Suelos

Las diferencias de comportamiento que presentan estos materiales frente a los rocosos, se deducen de su definición como: conjunto de partículas sólidas, sueltas o poco cementadas, más o menos consolidadas, de naturaleza mineral, fragmentos de roca, materia orgánica, etc., con fluido intersticial rellenando huecos y que han podido sufrir transporte o desarrollarse “in situ”.

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

Básicamente suelen diferenciarse estos materiales atendiendo a sus orígenes:

- Transportados: coluviones, aluviales, glaciares, etc.
- Desarrollados in situ: eluviales.

Existen definiciones de tipo gradacional desde el punto de vista de la ingeniería civil, así:

- Derrubios: generalmente superficiales con alto contenido en material grueso.
- Depósitos de barro: compuesto por materiales con pocos gruesos y cuya fracción más fina puede oscilar entre arenas no plásticas y arcillas de alta plasticidad.

La dinámica de estos materiales depende de las propiedades y características de sus agregados. Habrá que considerar:

- Tamaño, forma y grado de redondez de las partículas más gruesas.
- Proporción del contenido de arenas y/o arcilla.
- Contenido en agua del suelo y situación del nivel freático, etc.

Toda esta serie de características confieren a los suelos una resistencia intrínseca que constituye el factor dominante de su estabilidad.

Cuando se desarrollan superficies de rotura en el contacto suelo-roca, las características de la estrecha franja del contacto difieren de las generales del suelo.

c) Materiales de rellenos.

Se agrupan bajo esta denominación todos aquellos depósitos artificiales, realizados por la demanda de ciertas actividades, como construcción de obra civil (terraplenes, presas de tierra, etc.) o bien como cúmulo de materiales de desecho, sobrantes, estériles, etc. (vertederos y escombreras).

Las consideraciones técnicas del comportamiento de estos rellenos tienen una gran semejanza con el de los materiales tipo suelo.

Los movimientos que se producen siguen las pautas de los que tienen lugar en los suelos, desarrollándose a través del material, según su superficie no determinada previamente.

Dicho comportamiento puede modificarse en determinados casos, cuando las características de los materiales en contacto difieran considerablemente. Tal es el caso de los terraplenes a media laderas en los que puede producirse movimientos

en el contacto de los materiales que constituyen el núcleo y cimiento del terraplén respectivamente.

2.2.1.4 Tipos de movimientos

Según el libro Deslizamientos de Jaime Suarez la inestabilidad de taludes se traduce en una serie de movimientos, que puede ser clasificado en base a distintos criterios. Los tipos de movimientos que se originan con mayor frecuencia, de acuerdo con los mecanismos que se producen en diferentes materiales y los intervalos de tiempo en que tienen lugar.

Cuando los movimientos producidos son complejos y una combinación de varios tipos, puede conjugarse los términos más sencillos para su completa definición.

La fase de reconocimiento y clasificación del tipo de movimiento es de una gran importancia ya que puede condicionar el análisis y conclusiones de control y estabilización del mismo.

2.2.1.4.1 Desprendimientos

Se define como desprendimiento a una masa separada de un talud (desmonte, acantilado, etc.) mediante una superficie de corte, normalmente pequeña y cuyo recorrido se realiza en gran parte, a través del aire.

Frecuentemente estas inestabilidades afectan a bloques aislados, aunque también a masas rocosas, originando en este caso movimientos de terreno con resultados catastróficos.

Estos fenómenos suelen producirse en zonas constituidas geológicamente por alternancias sedimentarias de capas resistentes y débiles.

Los mecanismos que puede conducir a estas inestabilidades, generalmente sucesivos y complementarios, son: meteorización o extrusión de capas blandas, concentración de presiones en el borde y rotura por flexotracción.

Las posibilidades de que se produzcan estas inestabilidades por descalce vienen condicionadas por una serie de factores como: fracturación, buzamientos de la serie de estratigráfica, inclinación del terreno y disposición respecto al buzamiento, resistencia comparativa de los estratos más rígidos, potencia relativa de los estratos resistentes respecto a los estratos menos competentes, etc.

Existe una gran variedad de formas resultantes de los mecanismos que originan la inestabilidad: basculamiento de bloques, rotura por su base, deslizamiento de un estrato, etc.

Los fragmentos originados por los desprendimientos presentan recorridos varios, pudiendo el material caer libremente, saltar o rodar, dependiendo de la inclinación del talud.

Según el tipo de mecanismo que produzca los desprendimientos, la velocidad con que se desarrolla varía. Una vez originada la grieta de tracción, suelen desarrollarse de forma rápida afectando a los materiales que han quedado formando cornisas o voladizos.

2.2.1.4.2 Vuelcos

Estos movimientos implican una rotación de unidades con forma de columna o bloque sobre una base, bajo la acción de la gravedad y fuerzas ejercidas por unidades adyacentes o por inclusión de agua en las discontinuidades.

Este tipo de movimientos puede culminar en otros tipos, desprendimientos, deslizamientos, etc., dependiendo de los aspectos geométricos del material involucrado según la distribución de las discontinuidades.

Los vuelcos se pueden considerar exclusivos de medios rocosos, condicionados por la disposición estructural de los estratos hacia el interior del talud y un sistema de discontinuidades bien desarrollados.

Existen variedades de estos movimientos:

a) Vuelco por flexión

Tiene determinadas características que le confieren cierta singularidad entre los vuelcos.

Se desarrolla bajo un mecanismo compuesto por flexiones pseudocontinuas del material individualizado en columnas, debido a una serie de movimientos acumulados a lo largo de las discontinuidades.

Cuando se desencadena el movimiento, por transmisión de la carga en el pie del talud, el mecanismo progresa hacia el interior del macizo rocoso, originando grietas de tracción con profundidad y anchura variables.

b) Vuelco de bloques

Es característico de aquellos macizos rocosos que contienen sistemas de discontinuidades ortogonales, dando lugar a una geometría de columnas divididas

en bloques. El empuje sobre los bloques inferiores origina su desplazamiento y una vez producido, el movimiento progresa hacia la parte superior del talud. Cuando las columnas menos esbeltas son desplazadas hacia afuera del talud, por la carga que efectúan las ya giradas, se reinicia el proceso.

c) Vuelco mixto

Es un caso que participa de las características de los dos anteriores descritos. Se produce cuando los bloques son alargados debido a flexiones en el pie del talud e intermovimientos relativos de las distintas unidades.

2.2.1.4.3 Deslizamientos

Los deslizamientos consisten en “movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia abajo de un talud” (Cruden 1991). En el término “deslizamiento” se incluyen tanto los procesos de erosión como los procesos denudacionales. La naturaleza precisa del proceso no está incluida en la definición e incluye procesos que son producto de la acción de las fuerzas gravitacionales, hidráulicas, etc. En el presente texto no se utiliza la denominación “Fenómeno de remoción en masa”, por considerarlo poco universal. Sin embargo, en Colombia, este término es utilizado regularmente. Algunos países utilizan otros nombres autóctonos como “deslaves”. Los movimientos ocurren generalmente a lo largo de las superficies de falla, por caída libre, movimientos en masa, erosión o flujos. Algunos segmentos del talud o ladera, pueden moverse hacia abajo mientras otros se mueven hacia arriba. Los fenómenos de inestabilidad incluyen, generalmente, una combinación de procesos erosionales y denudacionales interrelacionados entre sí y a menudo mezclados.

Por ejemplo, la erosión en ríos es un fenómeno activador de movimientos en masa y los dos fenómenos actúan conjuntamente en el proceso de inestabilidad. Los procesos denudacionales pueden activar procesos erosionales y viceversa. Los procesos de erosión actúan generalmente sobre las capas más subsuperficiales del perfil y los denudacionales o de “remoción en masa” afectan el perfil a una profundidad considerable.

Tipos de deslizamientos

El deslizamiento en masa consiste en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden detectarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada. Los deslizamientos en masa pueden ser de una sola masa

coherente que se mueve, o pueden comprender varias unidades o masas semi-independientes.

El movimiento puede ser progresivo, o sea, que no se inicia simultáneamente a lo largo de toda la que sería la superficie de falla, sino que se va generando en un proceso gradual. La superficie de falla es una zona de determinado espesor, en la cual se producen cambios volumétricos y desplazamientos relacionados con la falla o rotura, al cortante de los materiales.

Los desplazamientos en masa se pueden subdividir en subtipos denominados deslizamientos rotacionales, deslizamientos traslacionales o planares y deslizamientos compuestos de rotación y traslación. Esta diferenciación es importante porque puede definir el sistema de análisis y el tipo de estabilización que se va a emplear.

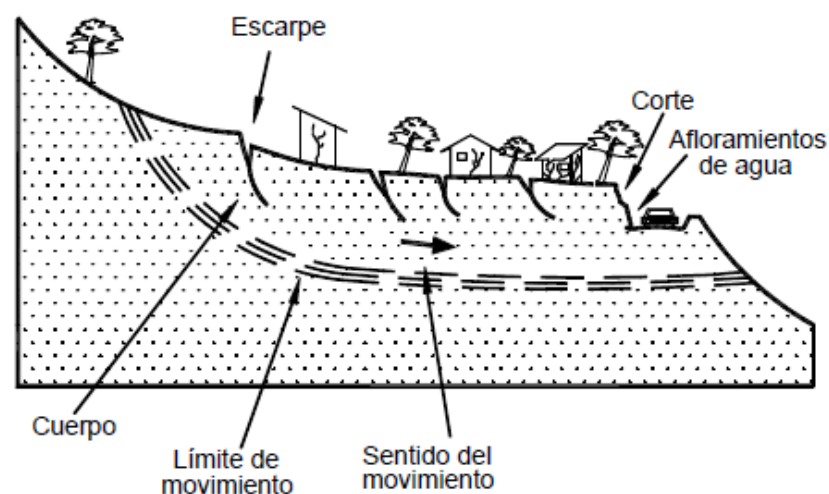


Figura 2.3 Deslizamientos en suelos blandos
Fuente: Deslizamientos: Análisis Geotécnico – Jaime Suarez

a) Deslizamiento rotacional.

En un desplazamiento rotacional, la superficie de falla es cóncava hacia arriba y el movimiento es rotacional con respecto al eje paralelo a la superficie y transversal al deslizamiento.

El centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo del movimiento. Visto en planta, el deslizamiento de rotación posee una serie de agrietamientos concéntricos y cóncavos en la dirección del movimiento. El movimiento produce un área superior de hundimiento y otra inferior de deslizamiento, lo cual genera, comúnmente, flujos de materiales por debajo del pie del deslizamiento. La cabeza del movimiento bascula hacia atrás y los árboles se inclinan, de forma diferente, en la cabeza y en el pie del deslizamiento.

Curvatura de la superficie de falla

Los deslizamientos estrictamente rotacionales (círculos de falla) ocurren usualmente en suelos homogéneos, sean naturales o artificiales y debido a su facilidad de análisis son el tipo de deslizamiento más estudiado en la literatura. En las zonas tropicales cuando existe rotación, la superficie de falla generalmente es curva, pero no necesariamente circular, y está relacionada con la presencia de materiales residuales donde la resistencia al corte de los materiales aumenta con la profundidad. Sin embargo, en las zonas de meteorización muy profunda y en los rellenos de altura significativa, algunas superficies de falla se asemejan a círculos.

En la mayoría de los desplazamientos rotacionales se forma una superficie cóncava en forma de “cuchara” (Figura 1.24). Los desplazamientos rotacionales generalmente tienen una relación D_r/L_r entre 0.15 y 0.33 (Skempton y Hutchinson, 1969).

En la cabeza del movimiento, el desplazamiento aparentemente es semi-vertical y tiene muy poca rotación. No obstante, se puede observar que la superficie original del terreno gira en la dirección de la corona del talud, aunque otros bloques giren en la dirección opuesta.

La formación de los escarpes semi-verticales en los deslizamientos de rotación facilita la ocurrencia de movimientos retrogresivos o progresivos hacia arriba.

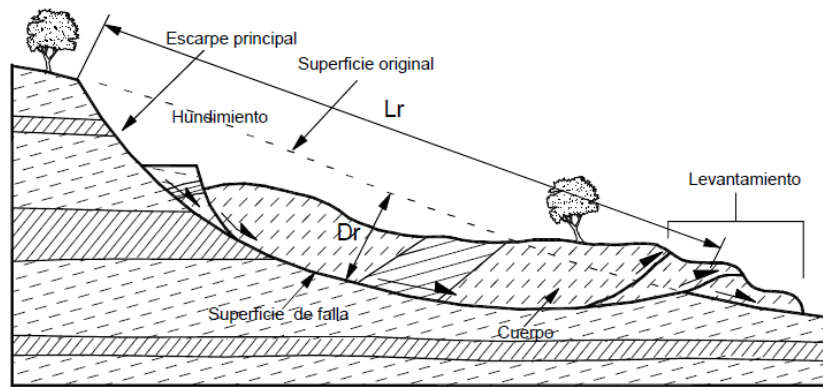


Figura 2.4 Desplazamiento de rotación de una ladera
Fuente: Deslizamientos: Analisis Geotécnico – Jaime Suarez

Dentro del deslizamiento ocurren otros desplazamientos curvos que forman escarpes secundarios y ocasionalmente, ocurren varios desplazamientos sucesivos en su origen pero que conforman una zona de desplazamientos rotacionales independientes. Los casos más conocidos de deslizamientos de rotación, se presentan en suelos arcillosos blandos con perfil profundo y en suelos residuales con perfiles meteorizados de gran espesor.

También se presentan con frecuencia en los terraplenes. Generalmente, la forma y localización de la superficie de falla está influenciada por las discontinuidades y juntas o planos de estratificación.

El efecto de estas discontinuidades debe tenerse muy en cuenta en el momento que se haga el análisis de estabilidad. Las superficies de falla pueden ser tangentes o secantes a esas zonas de debilidad.

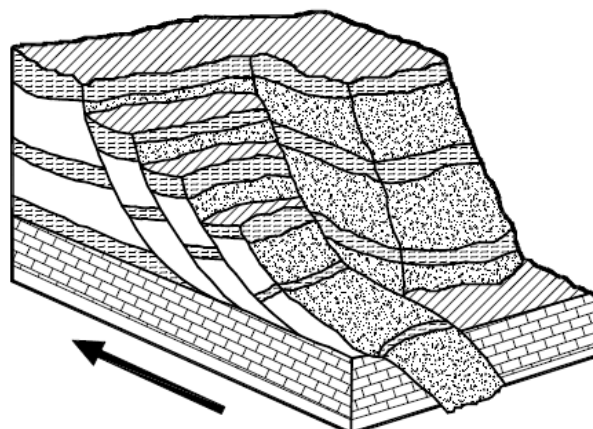


Figura 2.5 Deslizamientos sucesivos dentro de un movimiento general de rotación.

Fuente: Deslizamientos: Analisis Geotécnico – Jaime Suarez

b) Deslizamiento de traslación.

En el desplazamiento de traslación la masa se desliza hacia afuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. Los movimientos traslacionales generalmente, tienen una relación D_r/L_r de menos de 0.1.

En muchos desplazamientos de traslación, la masa se deforma y/o se rompe y puede convertirse en flujo, especialmente en las zonas de pendiente fuerte.

Influencia de la estructura sobre los deslizamientos de traslación

Los movimientos de traslación son comúnmente controlados por superficies débiles tales como fallas, juntas, fracturas, planos de estratificación, foliación, “slickensides” o por el contacto entre la roca y los suelos blandos o coluviones.

A los movimientos sobre discontinuidades sencillas en roca, se les denominan deslizamientos de bloque, los cuales conforman unidades coherentes o grupos de unidades coherentes. Cuando ocurren a lo largo de dos discontinuidades, se les conocen como deslizamientos de cuña y cuando se presentan sobre varios niveles de una familia de discontinuidades, se les puede denominar falla en escalera.

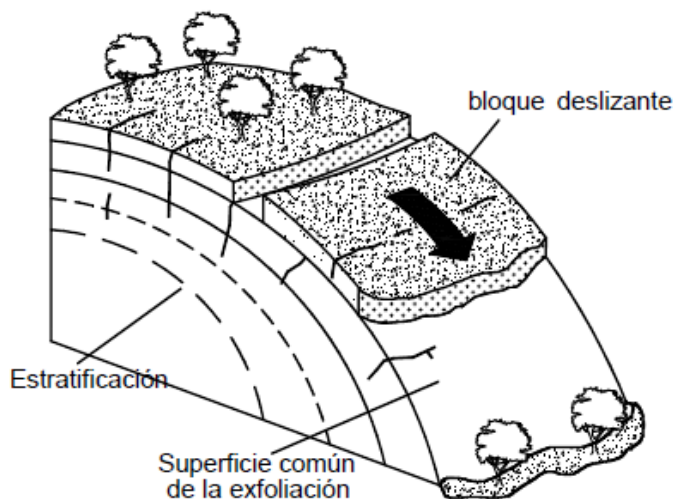


Figura 2.6 Desplazamiento de traslación.

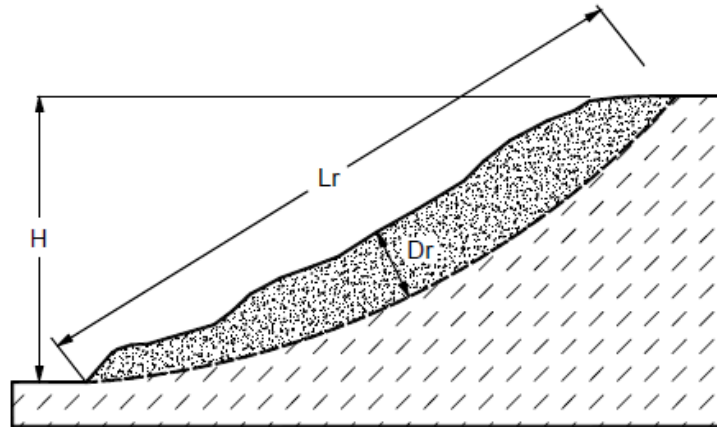
Fuente: Deslizamientos: Analisis Geotécnico – Jaime Suarez

c) Diferencia entre los movimientos de rotación y de traslación.

En los movimientos de rotación la relación D/L es mayor de 0.15, mientras en los de traslación D/L es menor de 0.10. En un movimiento de rotación, la masa trata

de auto-estabilizarse, mientras en uno de traslación, puede progresar indefinidamente a lo largo de la ladera hacia abajo.

La diferencia más importante entre los movimientos de rotación y traslación se relaciona con la aplicabilidad o no, de los diversos sistemas de estabilización.



Deslizamiento Rotacional $0.15 < Dr/Lr < 0.33$

Deslizamiento Traslacional $Dr/Lr < < 0.10$

Figura 2.7 Relaciones D/L para deslizamientos de traslación y rotación (Abramson 2002)

Fuente: Deslizamientos: Analisis Geotécnico – Jaime Suarez

d) Deslizamientos Compuestos de Traslación y Rotación.

Con frecuencia se presentan movimientos que incluyen dentro del patrón de desplazamiento general, movimientos de traslación y de rotación. A estos movimientos se les conoce como “compuestos”. Igualmente se pueden presentar hundimientos o extensiones laterales en forma conjunta.

La mayoría de los movimientos incluyen varios tipos de desplazamiento, aunque sólo predomina uno.

e) Extensión lateral.

Se denomina extensión o esparcimiento lateral a los movimientos con componentes, principalmente laterales, en taludes de baja pendiente. En los esparcimientos laterales el modo del movimiento dominante, es la extensión lateral acomodada por fracturas de corte y tensión (sobre roca o sobre suelos plásticos).

Las extensiones laterales ocurren comúnmente en las masas de roca, sobre suelos plásticos o finos, tales como arcillas y limos sensitivos que pierden gran parte de su resistencia al remodelarse. Los esparcimientos laterales son muy comunes en los sedimentos glaciales y marinos, pero no lo son en las zonas de suelos tropicales

residuales. El mecanismo de falla de una extensión lateral puede incluir además, elementos de rotación, traslación, o de flujo sobre materiales plásticos.

Generalmente, los movimientos son complejos y difíciles de caracterizar. La rata de movimiento es extremadamente lenta. La falla es progresiva, o sea, que se inicia en un área local relativamente pequeña y progresa rápidamente a áreas mayores.

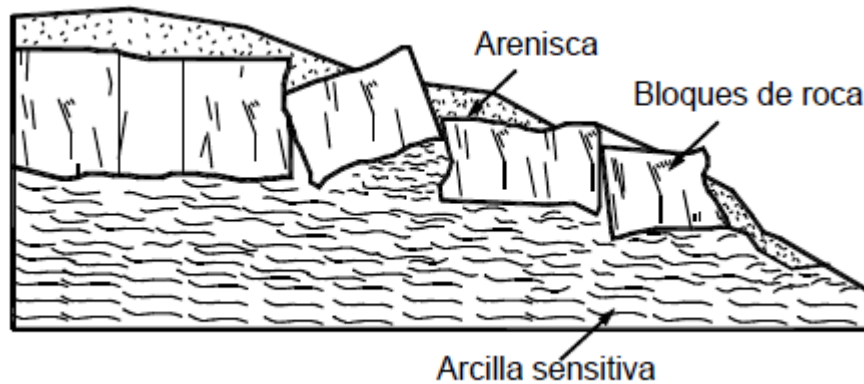


Figura 2.8 Esquema de una extensión lateral.
Fuente: Deslizamientos: Analisis Geotécnico – Jaime Suarez

Tipos de Extensión Lateral

Se debe distinguir entre dos tipos de esparcimiento lateral así:

- Movimientos distribuidos en una extensión, pero sin una superficie basal bien definida de corte o de flujo plástico.

Esto ocurre predominantemente en las rocas, especialmente en las crestas de serranías. La mecánica de este movimiento no es muy bien conocida.

- Movimientos que envuelven fracturas y extensión de roca o suelo, debido a licuación o flujo plástico del material subyacente.
- Las capas superiores pueden hundirse, trasladarse, rotarse, desintegrarse o pueden licuarse y fluir.

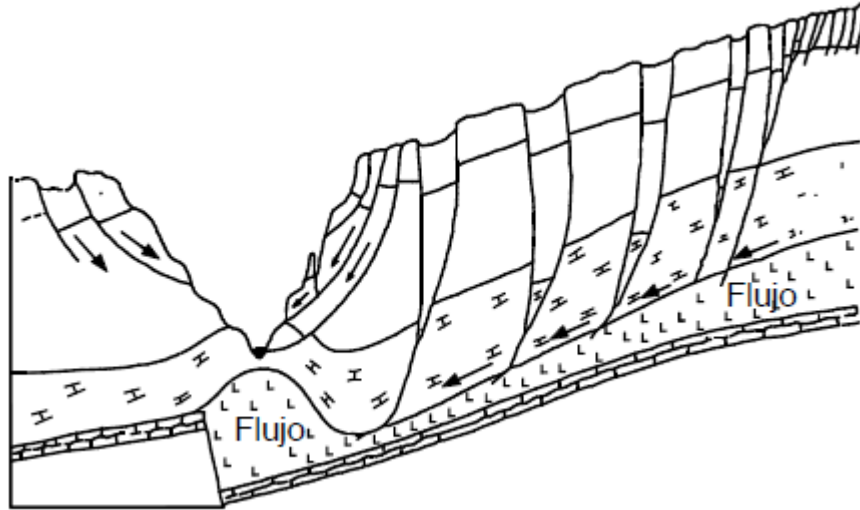


Figura 2.9 Extensión lateral por flujo plástico.
Fuente: Deslizamientos: Analisis Geotécnico – Jaime Suarez

2.2.1.5 Morfología y partes de un deslizamiento

a) Partes de un deslizamiento

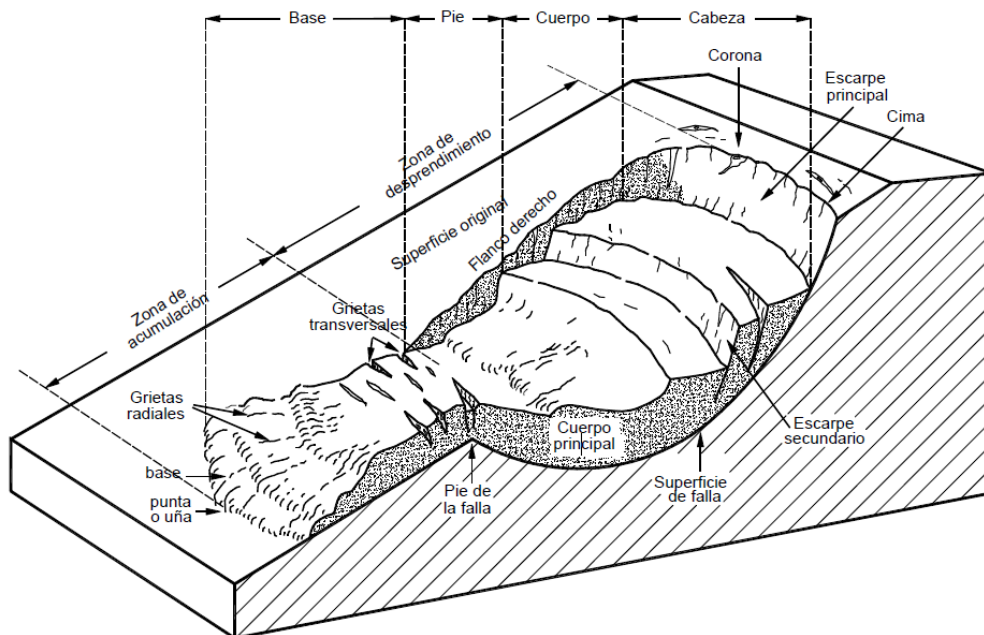


Figura 2.10 Nomenclatura de las diferentes partes que conforman un deslizamiento

Fuente: Deslizamientos: Analisis Geotécnico – Jaime Suarez

Las partes principales son las siguientes:

- Cabeza. Parte superior de la masa de material que se mueve. La cabeza del deslizamiento no corresponde necesariamente a la cabeza del talud. Arriba de la cabeza está la corona.
- Cima. El punto más alto de la cabeza, en el contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.
- Corona. El material que se encuentra en el sitio, (prácticamente inalterado), adyacente a la parte más alta del escarpe principal, por encima de la cabeza.
- Escarpe principal. Superficie muy inclinada a lo largo de la periferia posterior del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material conforma la superficie de la falla.
- Escarpe secundario. Superficie muy inclinada producida por el desplazamiento diferencial dentro de la masa que se mueve. En un deslizamiento pueden formarse varios escarpes secundarios.
- Superficie de falla. Área por debajo del movimiento y que delimita el volumen del material desplazado. El suelo por debajo de la superficie de la falla no se mueve, mientras que el que se encuentra por encima de ésta, se desplaza. En algunos movimientos no hay superficie de falla.
- Pie de la superficie de falla. La línea de interceptación (algunas veces tapada) entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno.
- Base. El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla.
- Punta o uña. El punto de la base que se encuentra a más distancia de la cima.
- Cuerpo principal del deslizamiento. El material desplazado que se encuentra por encima de la superficie de falla. Se pueden presentar varios cuerpos en movimiento.
- Superficie original del terreno. La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento.
- Costado o flanco. Un lado (perfil lateral) del movimiento. Se debe diferenciar el flanco derecho y el izquierdo.

b) Dimensiones de los movimientos

Para definir las dimensiones de un movimiento se utiliza la terminología recomendada por el IAEG (Asociación Internacional para la ingeniería geológica y el medio ambiente).

- Ancho de la masa desplazada “Wd”. Ancho máximo de la masa desplazada, perpendicular a la longitud “Ld”.
- Ancho de la superficie de falla “Wr”. Ancho máximo entre los flancos del deslizamiento perpendicular a la longitud “Lr”.
- Longitud de la masa deslizada “Ld”. Distancia mínima entre la punta y la cabeza.
- Longitud de la superficie de falla “Lr”. Distancia mínima desde el pie de la superficie de falla y la corona.
- Profundidad de la masa desplazada “Dd”. Máxima profundidad de la masa movida perpendicular al plano conformado por “Wd” y “Ld”.
- Profundidad de la superficie de falla “Dr”. Máxima profundidad de la superficie de falla con respecto a la superficie original del terreno, medida perpendicularmente al plano conformado por “Wr” y “Lr”.
- Longitud total “L”. Distancia mínima desde la punta a la corona del deslizamiento.
- Longitud de la línea central “Lc”. Distancia que hay desde la punta (o uña) hasta la corona del deslizamiento, a lo largo de los puntos ubicados sobre la superficie original y equidistantes de los bordes laterales o flancos.

Igualmente, se deben medir alturas del nivel freático, alturas de los escarpes, radios de rotación del movimiento, pendientes de la superficie antes y después de la falla. En los deslizamientos la escala horizontal debe ser igual a la vertical. Se recomienda que las dimensiones sean identificadas en planos en planta y perfil del deslizamiento.

c) Volumen de un deslizamiento

El volumen del deslizamiento se mide en metros cúbicos después de la falla. El volumen aproximado de un desplazamiento de rotación puede calcularse utilizando la expresión:

$$Vol_{des} = \left(\frac{1}{6} \pi D_r * W_r * L_r \right) F_{ex}$$

Donde F_{ex} : Factor de expansión del suelo al ser perturbado.

El volumen de material medido antes del deslizamiento, generalmente aumenta con el movimiento debido a que el material se dilata.

El término “Factor de expansión” puede ser utilizado para describir este aumento en volumen, como un porcentaje del volumen antes del movimiento.

Este factor es comúnmente de 1.25 a 1.30. En algunas ocasiones, como en el caso de la roca el factor de expansión puede ser hasta de un 70% ($F_{expansión} = 1.7$).

El volumen del deslizamiento es importante para determinar la amenaza y el riesgo en los flujos y avalanchas. De acuerdo con el volumen y la concentración de sedimentos se puede determinar la velocidad del flujo.

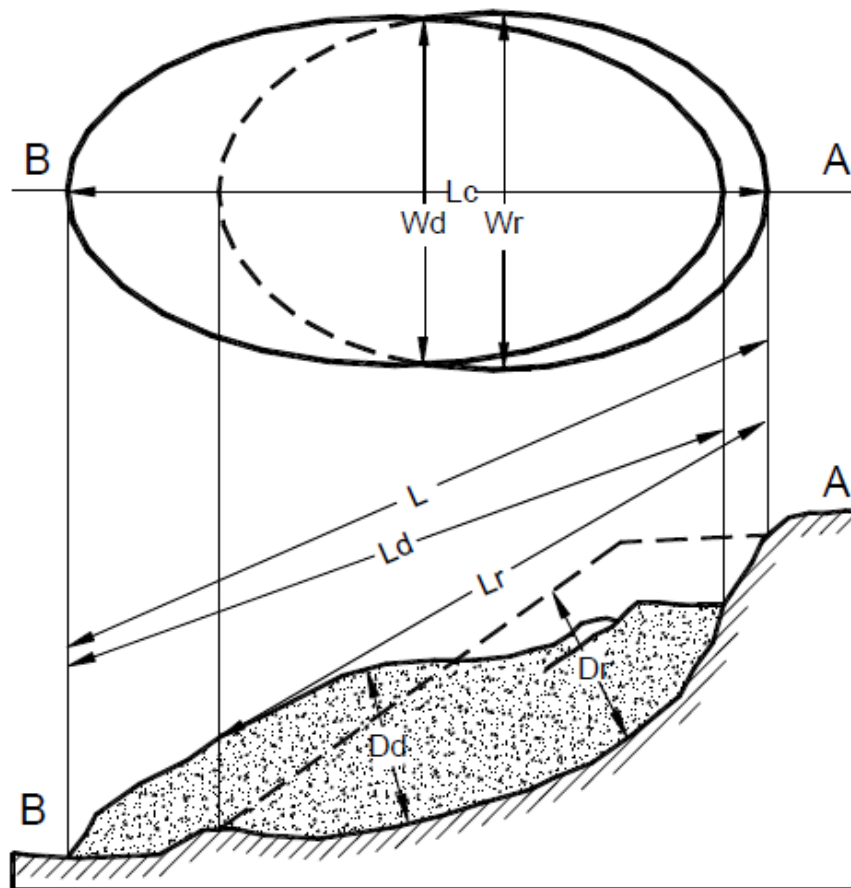


Figura 2.11 Dimensiones de los movimientos en masa de acuerdo a IAEG Commission on Landslides 1990.

Fuente: Deslizamientos: Analisis Geotécnico – Jaime Suarez

d) Ángulo de desplazamiento

El ángulo de desplazamiento α determina el volumen de material de un flujo y su velocidad. A menor α , el volumen total puede ser mayor, pero la velocidad del movimiento tiende a ser menor. Sin embargo, la velocidad también depende de la pendiente de la zona de desprendimiento y la longitud del recorrido.

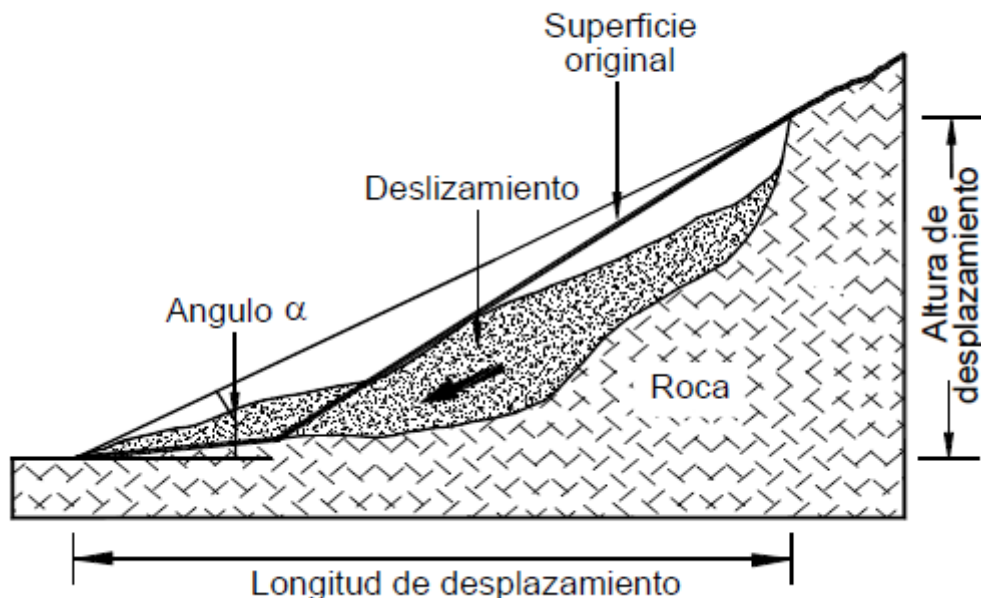


Figura 2.12 Ángulo de desplazamiento (α).
Fuente: Deslizamientos: Análisis Geotécnico – Jaime Suarez

e) Ángulo y longitud de recorrido

En los movimientos de flujo, especialmente en los flujos rápidos, el ángulo y la longitud de recorrido, pueden determinar la magnitud del riesgo. El ángulo de desplazamiento inicial determina las condiciones al inicio del movimiento y el ángulo de recorrido afecta el proceso del flujo hasta que se detiene o alcanza su longitud total de recorrido. Esta longitud depende del ángulo de inclinación y geometría del talud, del tipo de material, del contenido de agua, del volumen del deslizamiento y del confinamiento del canal de flujo, entre otros factores. Por ejemplo, a mayor volumen del deslizamiento, mayor es la longitud de recorrido.

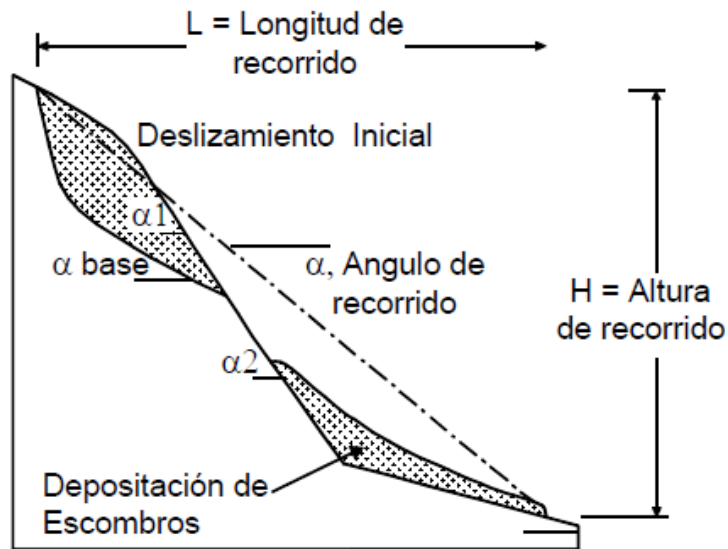


Figura 2.13 Longitud y ángulo de recorrido.
Fuente: Deslizamientos: Análisis Geotécnico – Jaime Suarez

Hunter y Fell (2003) indican algunas de las condiciones que influyen en la longitud de recorrido:

- La distancia de recorrido es significativamente mayor, cuando el canal de flujo es confinado.
- Los deslizamientos de menor volumen (menos de 500 m³), con canales de flujo no confinados, depositan los materiales a lo largo de la totalidad del recorrido independientemente del ángulo de desplazamiento. Si el ángulo de inclinación del canal de flujo es menor de 15°, la longitud de recorrido es relativamente corta.

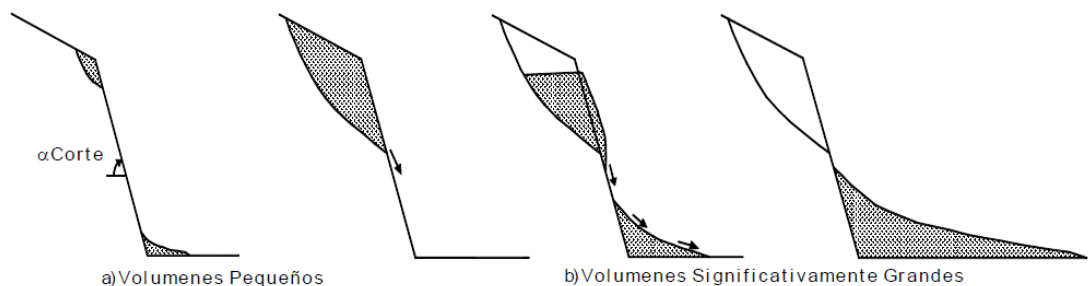


Figura 2.14 Efecto del volumen del deslizamiento en la longitud de recorrido.
Fuente: Deslizamientos: Análisis Geotécnico – Jaime Suarez

2.2.1.6 Factores condicionantes y desencadenantes

En el análisis de los movimientos es de primordial importancia el reconocimiento de los factores que condicionan la estabilidad de los taludes y aquellos otros que actúan como desencadenantes de los movimientos.

El conocimiento de ambos factores permite una evaluación del peligro existente y, por tanto, las medidas necesarias para evitar o corregir los posibles movimientos.

La susceptibilidad de que se produzcan movimientos en los taludes está condicionada por la estructura geológica, la litología, las condiciones hidrogeológicas y la morfología propia de un área determinada.

Una variación de algunos de los condicionantes mencionados, producida por causas naturales o debidas a la actividad humana, puede traducirse en un incremento o disminución del esfuerzo de corte cuyo efecto inmediato desencadena la inestabilidad de una masa de terreno.

La gran variedad de movimientos en los taludes naturales es reflejo de la diversidad de factores que pueden originarlos. Se describen a continuación algunos de los factores más importantes que influyen en la estabilidad de los taludes.

- Factores naturales

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

Existe una distribución geográfica en donde se da un predominio de unos u otros factores, que facilitan o producen determinadas inestabilidades.

La orientación de los taludes hacia el norte favorece que se produzcan determinados factores condicionantes de la estabilidad.

Las áreas con una determinada climatología o ciertas condicionantes de sismicidad y vulcanismo, constituyen entornos más proclives a que se desarrollen factores condicionantes y desencadenantes de los movimientos, respectivamente.

- Agua subterránea

Se consideran como tales, las corrientes y niveles subterráneos y el agua distribuida en el interior de la red de fracturación de macizo rocoso o de forma intersticial en los suelos, que condicionan la estabilidad de los mismos.

Ejercen una serie de disoluciones y otros cambios físico-químicos en el terreno, que disminuyen las características resistentes del mismo.

La absorción del agua de infiltración produce una continua expansión y contracción de los suelos, en periodos alternantes de lluvia y sequía, que varía las características resistentes de los mismos.

Cuando el agua se halla confinada puede producir subpresiones en los materiales suprayacentes. Puede originar la licuación de suelos arenosos por un aumento de la presión intersticial, debido a bruscos cambios en el nivel freático.

Cuando discurre entre las discontinuidades, aumenta la presión entre las mismas y actúa como lubricante según el contenido en minerales arcillosos.

- Lluvia

Constituye un factor desencadenante de inestabilidades, contribuyendo a aumentar la acción de diversos factores condicionantes: meteorización, acción de las aguas subterráneas, etc.

El impacto de las gotas de lluvia sobre los suelos produce salpicaduras que levantan y dejan caer las partículas, tendiendo a transportarlas hacia niveles inferiores de la vertiente. Consecuentemente, se origina una remoción superficial de los suelos, que puede disminuir la capacidad de infiltración del mismo, al taponar las partículas movidas las aberturas naturales del suelo.

Cuando el régimen de lluvias es torrencial, el agua caída se canaliza en zonas deprimidas causando acciones similares a las corrientes de agua.

Aumentan las subpresiones del terreno al infiltrarse por discontinuidades y grietas, y produce una sobrecarga debida a su propio peso.

Cuando se trata de materiales cohesivos, se puede dar una absorción de agua por los minerales arcillosos y producirse un hinchamiento de los mismo, incrementándose las presiones efectivas del terreno.

- Hielo y nieve

Se pueden diferenciar cuantitativamente los efectos de las masas de hielo y nieve que forman los glaciares y los producidos por la acción hielo-deshielo del agua que contiene el terreno.

Los glaciares en su recorrido modelan los valles, debido a los fragmentos rocosos que contienen y que aumentan el poder abrasivo del hielo, originando escarpadas paredes rocosas.

El repetido crecimiento y fusión del hielo en que se transforma el agua intersticial del terreno y la contenida en las discontinuidades, produce una disgregación mecánica de la estructura del mismo. Esta se traduce en una reducción de la

cohesión y ensanchamiento de las discontinuidades condicionando el terreno ante la acción de otros factores.

Las acumulaciones de nieve en algunos puntos producen sobrecargas y aumentan el contenido en agua del terreno durante la fusión, dando paso a la acción específica del agua.

- Sismicidad

Constituyen factores desencadenantes de grandes deslizamientos, pudiendo ocasionar daños graves.

Cuando ocurre un sismo se generan una serie de vibraciones, que se propagan como ondas de diferente frecuencia. La aceleración, vertical y horizontal asociada a esas ondas, origina una fluctuación del estado de esfuerzos en el interior del terreno afectando al equilibrio de los taludes. Así se puede producir una perturbación de la trabazón intergranular de los materiales, disminuyendo su cohesión. En algunas arenas finas saturadas sin drenaje y arcillas, el desplazamiento o rotación de los granos puede dar como resultado una súbita licuefacción del suelo, como consecuencia de un incremento de presión del agua intersticial.

Esta acción sísmica es compleja y origina unos fenómenos de deformaciones que pueden ser de tipo sismotectónico o sismogravitacional.

- Actividad biológica

No constituye un factor determinante en la estabilidad de los taludes, aunque condiciona de forma notable la acción de otros factores, que pueden originar movimientos en los taludes.

Tienen especial interés las acciones que ejerce la vegetación, en sus aspectos positivos y negativos. La cubierta vegetal, a través de sus raíces ayuda a mantener la estabilidad de los taludes debido a que sirve de unión entre los componentes de los suelos.

También contribuye al drenaje absorbiendo parte del agua contenida en el terreno y atenúa la degradación superficial del mismo, dificultando la acción de otros factores.

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

La deforestación de ciertos taludes incide adversamente en el régimen de agua en las capas más superficiales, contribuyendo a la actuación de otros factores desestabilizadores.

La actividad de organismos animales, contribuye en menor medida a crear inestabilidades. Así la acción de gusanos, roedores, etc., modifica el interior del terreno facilitando el desarrollo de otros factores.

- Actividad humana

El desarrollo de los países incluye un conjunto de actuaciones adecuadas a crear una infraestructura que permita el progreso de los mismos.

Destacan los sectores dirigidos a procurar los recursos naturales y aquellos que permitan los servicios necesarios para su transformación y distribución, Dos de las parcelas más importantes son la minería y las obras civiles.

2.2.1.7 Tipología y peligrosidad

Existe una relación de dependencia entre los distintos tipos de movimientos y sus consecuencias. Sin embargo, dicha dependencia ha de matizarse y aparecen conceptos como los de riesgo y peligrosidad.

En los movimientos de los taludes hay una serie de factores que influyen en las consecuencias que pueden originar. Dichos factores son:

- La velocidad con que se desarrolla el fenómeno.
- El volumen de material involucrando.
- La frecuencia con que se producen los movimientos.

La velocidad con que se producen los movimientos depende de:

- Pendiente del talud.
- Forma de la superficie de rotura.
- Propiedades físicas de los materiales.

Como consecuencia existe una relación de los diferentes movimientos y la velocidad con que se desarrollan.

La gama de velocidades de los movimientos de taludes oscila entre algunos mm/año y varios m/seg, pudiendo clasificarse los movimientos según su velocidad.

El volumen de material involucrado es variable y depende de la amplitud de la zona en la que se pueda desarrollar un cierto tipo de movimiento.

Existen movimientos que involucran un volumen menor de 1 m³ (desprendimientos, vuelos) y otros que pueden movilizar millones de m³ (deslizamientos traslacionales, avalanchas, etc.).

La frecuencia con que pueden aparecer determinados movimientos depende de la repetitividad de las circunstancias que favorezcan las inestabilidades. Dichas circunstancias pueden tener un carácter cíclico u ocasional y tener diferente origen (climáticas, sísmicas, etc.).

Existe una interrelación de los conceptos de riesgo y peligrosidad relativa a los movimientos de los taludes.

El riesgo supone la posibilidad de que se produzca una inestabilidad debida a determinadas circunstancias.

La peligrosidad consiste en evaluar las consecuencias o de esa inestabilidad, a nivel humano o material.

No es fácil apreciar el nivel de riesgo para cada fenómeno, Normalmente cuando coexisten varios tipos de fenómenos, se tratará de identificar el que tenga mayor riesgo.

El nivel de riesgo se ha de apreciar evaluando todos los parámetros determinantes de su estabilidad: topografía, discontinuidades, hidrología, etc. También ha de comprender la posibilidad del movimiento, la trayectoria más probable y los antecedentes de la zona.

Los niveles de riesgo puede dividir en cuatro categorías: riesgo débil, mediano, elevado y muy elevado.

El establecimiento de uno u otro nivel ha de basarse en tablas de síntesis que faciliten y contemplen de forma sistemática los diferentes parámetros.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Diseño de investigación

3.1.1 Tipo de estudio y Diseño de Contrastación de Hipótesis.

En este trabajo, de acuerdo al diseño de investigación es descriptivo, pues se proporciona resultados precisos en relación con la realidad, se recogió datos y se expuso un resumen de la información, previo análisis cuidadoso.

De acuerdo al fin que se persigue es aplicativo. Se utilizaron los conocimientos de las prácticas metodológicas para determinar el análisis y diseño de la estabilidad de talud.

El diseño de contrastación de hipótesis es válido por su consistencia científica.

3.1.2 Métodos y técnicas de recolección de datos

Técnicas:

➤ **Estudio de Suelos:**

- Granulometría:
- Peso específico:
- Contenido de humedad:
- Límite líquido:
- Límite plástico:
- Contenido de carbonatos:
- Contenido de materia orgánica:
- Contenido de sulfatos:
- Corte directo:

➤ **Levantamientos Topográfico:**

- Formato (anexos).

Instrumentos:

➤ **Programas de Computo:**

- Autocad
- Civil 3D
- Slide

➤ **Topográficos:**

- Estación Total.
- GPS.

➤ **Laboratorio de Mecánica de Suelos**

- Mallas
- Hornos
- Equipo de corte directo.
- Equipo para límites de Atterberg.

3.1.3 Técnicas de procesamiento de datos

FASE I

1. Visita a la zona del proyecto y recolección de información acerca de la ocurrencia de deslizamientos por la inestabilidad de talud en la zona de estudio.

2. Recolección de información bibliográfica sobre estabilidad de taludes y antecedentes del proyecto.
3. Revisión de la normativa nacional vigente y alineación de la información a la misma.

FASE II

4. Reconocimiento geotécnico del área de estudio.
5. Realizar los estudios topográficos de la zona de estudio.
6. Muestreo de suelos alterados e inalterados.
7. Realizar el estudio de mecánica de suelos correspondientes.

FASE III

8. Estudio Hidrológico.
9. Elaboración de planos topográficos.

FASE IV

10. Elaboración del estudio geológico y geotécnico.
11. Análisis de estabilidad de taludes.
12. Modelamiento del talud en condiciones normales.
13. Modelamiento del talud en afectado por fenómenos naturales.
14. Análisis de alternativas de solución para la estabilización.

FASE V

15. Diseño estructural del talud con el sistema de talud analizado.
16. Elaboración de la memoria descriptiva.
17. Elaboración de especificaciones técnicas.
18. Elaboración de metrados, costos y presupuestos.
19. Elaboración de cronograma de obra.
20. Elaboración de planos definitivos.

FASE VI

21. Elaboración del informe de la Evaluación del Impacto Ambiental.
22. Discusión de datos obtenidos.
23. Conclusiones y Recomendaciones.

3.2 Metodología

3.2.1 Estudio topográfico

3.2.1.1 Generalidades

El objetivo del Estudio Topográfico es proporcionar información básica y necesaria basada en informes recopilados y evaluados, en data topográfica tomada en campo y procesada en gabinete de la topografía, cartografía, elementos estructurales, y demás de la zona materia del estudio. El objetivo de un levantamiento topográfico es la determinación, tanto en planimetría como en altimetría, de puntos del terreno necesarios para la representación fidedigna de un determinado sector del terreno a fin de:

- Elaborar planos topográficos a escalas adecuadas.
- Proporcionar información de base para los estudios de obras de ingeniería.
- Elaborar planos de los elementos estructurales replanteados en campo.

3.2.1.2 Objetivo del estudio

El presente trabajo topográfico tiene el objetivo de efectuar el levantamiento del zona de estudio del proyecto “Análisis y Diseño de la Estabilidad del Talud en el Sector Sausacocha – Pallar Distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, Departamento de La Libertad”, con el fin de obtener las curvas de nivel para analizar la superficie del talud.

3.2.1.3 Reconocimiento del terreno

Este paso es fundamental en la primera visita a la zona del proyecto, se observará muy detenidamente la topografía que presenta el terreno para

3.2.1.4 Planificación

La planificación es la fase más importante de un proyecto, un plan bien estructurado es la garantía de un manejo eficiente de los recursos asignados y de una ejecución a tiempo. En esta etapa se definen las actividades y las tareas que se ejecutaran, desde el inicio hasta el final del proyecto, asignándole a cada uno los recursos humanos, financieros y técnicos, así como el tiempo necesario para su ejecución. La selección del método de campo dependerá de diversos factores:

- Propósito del levantamiento.
- Uso del plano de acuerdo a su precisión.
- Escala del plano.
- Equidistancia de las curvas de nivel.

- Extensión y tipo del terreno a levantar.
- Costos asignados al proyecto.
- Equipo y tiempo disponible.
- Experiencia del personal asignado.

3.2.1.5 Trabajo de campo

En esta etapa comprende la ejecución de todas las actividades y tareas, propias de un levantamiento topográfico que se realizan en la zona a levantar. En esta etapa comprende:

- Recolección o toma de valores de distancias y ángulos (horizontales y verticales).
- Ubicación de puntos naturales, artificiales, permanentes y semipermanentes; marcación de puntos y la catalogación con la descripción respectiva de éstos.
- Dibujo o representación de un croquis del terreno a levantar, con la ubicación de todos los puntos y datos recogidos.
- Establecer en el terreno y en los apuntes, puntos y líneas de referencia permanentes que servirán de referencia para futuros trazos y replanteos.

Preparación de un levantamiento topográfico

Cuando se prepara un levantamiento topográfico, la regla fundamental es proceder de lo general a lo particular. Se debe tener presente el trabajo en su conjunto cuando se dan los primeros pasos. Los diferentes tipos de levantamientos topográficos requieren precisiones diversas, pero es importante determinar con la mayor precisión posible los primeros puntos de cada levantamiento. Los trabajos sucesivos se ajustan en relación a dichos primeros puntos.

3.2.1.6 Trabajo de gabinete

En el trabajo de gabinete se procesaran todos los datos obtenidos en campos, tanto manuales como electrónicos, para la elaboración de los planos. Se realizará las operaciones precisas hasta completar la resolución de la libreta obteniendo las cotas y coordenadas finales, comprobando los márgenes admisibles de error y efectuando las correcciones necesarias. Se identifica los puntos singulares del croquis realizado en el terreno y determinando los datos

definitivos, necesarios para la confección de los planos, anotándolos de forma clara y concisa.

Elegiremos el soporte, el formato, los útiles, la técnica, la escala y el sistema de representación adecuados a la naturaleza del trabajo que hay que realizar y a la extensión del levantamiento.

Analizar la naturaleza del dibujo, seleccionando las escalas que se deben utilizar, de acuerdo con la normativa y determinar los alzados, plantas y secciones que son necesarios para definir adecuadamente la construcción y organizando las vistas y la información que debe aparecer en los distintos planos.

Dibujar las curvas de nivel relacionando la equidistancia con la naturaleza del trabajo, con la escala del plano y lo accidentado del terreno e ilustrando el plano con la simbología necesaria para su comprensión.

3.2.1.7 Instrumentación y personal

Para el levantamiento topográfico se utilizaron los siguientes equipos y herramientas:

- 01 Estación total.
- 02 Prisma.
- 02 Porta prisma.
- 01 GPS.
- 10 Estacas.
- 01 Comba
- 01 Cinta métrica.

El personal que se requirió en el levantamiento topográfico fue de:

- 01 operario.
- 01 peón.

3.2.2 Estudio de suelos

3.2.2.1 Generalidades

El estudio de mecánica de suelos es realizado usando métodos empíricos y mediante estudios de laboratorio, con el propósito de poder saber con precisión las propiedades mecánicas y físicas del suelo. Los ensayos de mecánica de suelos

tienen como propósito identificar (o clasificar) el material, determinándole ciertas propiedades físicas y estableciendo criterios de control sobre el material. Como es imposible ensayar la masa de suelos completa y como el suelo es un material variable, es necesario hacer varios ensayos sobre cantidades pequeñas de suelo que permitan extrapolar los resultados a la masa completa. Para que los ensayos sean válidos para la masa de suelos, deben ser ejecutados sobre muestras que se consideran representativas de la misma y que cumplen las normas de muestreo establecidas.

3.2.2.2 Trabajos de campo

3.2.2.2.1 Exploración en el terreno de fundación.

La excavación de pozos de prueba (calicatas) es el método más barato de exploración superficial. Los pozos se pueden excavar manualmente empleando mano de obra local, pero las pequeñas excavadoras mecánicas en un tractor son, si están disponibles localmente, económicas y rápidas. En caso de que sea necesario que los hombres trabajen en el fondo de los pozos para obtener muestras de suelo. Se debe tomar en cuenta también la posible presencia de gases venenosos o asfixiantes, por lo que se juzga necesario la provisión de aparatos de detección de gases. En suelos con soporte acuífero, especialmente las arenas, surgen dificultades para excavar debajo del manto acuífero, por lo cual los pozos de prueba pueden resultar más costosos que las perforaciones, dadas las condiciones.

Los pozos de prueba proporcionan una visión clara de la estratificación de los suelos y de la presencia de cristales o bolsas de material más débil. Facilitan la toma de muestras de suelo cortadas a mano, evitando la alteración. Son especialmente valiosos para investigar la naturaleza del material de relleno, ya que las capas de depósitos sueltos o material deteriorado se pueden reconocer enseguida. De hecho, los pozos de prueba o las zanjas son el único medio confiable para obtener información pertinente en terrenos con relleno o con depósitos naturales muy variados.

3.2.2.2.2 Toma de muestras.

Existen dos tipos principales de muestras de suelo que pueden obtenerse a partir de perforaciones o pozos de prueba:

- a) Muestras alteradas: como puede deducirse por su nombre, son muestras tomadas de las herramientas de perforación. Ejemplos, raspaduras en la barrena, los contenidos en los muestrarios slit-spoon en la prueba de penetración estándar, residuos encontrados en la concha o en el agua que regresa, o muestras tomadas a mano en los pozos de prueba.
- b) Muestras no alteradas: obtenidas al introducir un tubo de paredes finas en el suelo; proporcionan, en la medida de lo posible, la verdadera estructura y contenido de agua in situ del suelo examinado. Es importante no introducir el tubo más de lo conveniente para evitar así que presione los componentes del suelo. Debe tenerse en cuenta que ninguna mezcla lomada al hacer un muestreo en el suelo puede ser 100 % no alterada.

3.2.2.2.3 Método de evaluación.

Para ilustrarse de las características físicas y mecánicas de un suelo, se puede recurrir a dos métodos: Uno de ellos llamado el ensayo In situ, y el otro llamado Ensayos de laboratorio. Para este estudio se empleó el siguiente método, para lo cual se extrajeron muestras de suelo para analizarlas en el Laboratorio, dividiendo los ensayos en dos clases.

ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

Para estudiar las características físicas y mecánicas de un suelo, se puede recurrir a dos métodos: Uno de ellos llamado Ensayo In situ, que se desarrollaron a partir de la mitad de este siglo, marcando la segunda gran época en el desarrollo de la Mecánica de suelos; permiten determinar directamente las características del suelo. También se tiene el método llamado Ensayos de Laboratorio, cuya aplicación significó la primera época de desarrollo de la Mecánica de Suelos, basándose en las Teorías de Coulomb, Terzaghi, Caquot, Kerisel, etc.

NOTA: En la exploración de calicatas realizadas no se encontró presencia de la Napa Freática.

A. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO:

Con las muestras obtenidas mediante calicatas en la el talud de la zona de estudio se realizaron los ensayos estándar de clasificación de suelos y ensayos especiales.

Todas las muestras representativas obtenidas de los estratos de las calicatas del suelo de fundación deberán contar.

Los ensayos que a continuación se detallan han sido realizados en los laboratorios de Suelos pertenecientes a la Universidad Nacional de Trujillo y la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

1. GRANULOMETRÍA NTP 339.123 (ASTM D 422) :

a) Generalidades:

Llamado también Análisis Mecánico, tienen como finalidad determinar el tamaño de las partículas o granos que constituyen un suelo. La cantidad de granos de los distintos tamaños es expresada en porcentajes de su peso total. Hay dos tipos de Análisis granulométricos:

Análisis por mayas. Para partículas mayores de 0.074 mm, es decir que son retenidas en la malla N° 200.

b) Equipo:

- Juego de mallas que varían desde 2” hasta la N° 200.
- Balanza de torsión (0.1 gr. de aproximación)
- Horno de temperatura constante (105°C – 110°C)
- Accesorios como: brocha, bandejas cucharones, rodillo.

Nota: La cantidad de la muestra depende del tipo de suelo que se va a cribar

c) Procedimiento:

Análisis de mallas en húmedo: Este método es usado cuando el material contiene suficiente cantidad de finos o cuando las aglomeraciones de partículas son duras y difíciles de romper.

Para nuestro análisis se ha usado este método y seguimos el siguiente procedimiento:

- La muestra para el análisis se selecciona por cuarteo y la cantidad a muestrearse se pesa.

2. LÍMITE LIQUIDO NTP 339.129 (ASTM D4318):

a) Generalidades:

Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg.) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.

b) Equipo:

- Recipiente para almacenaje.
- Cuchara de Casa Grande
- Acanalador según norma ASTM D9318.
- Calibrador
- Charolas de aluminio
- Balanza con aproximación de 0.1 gr.
- Espátula de hoja flexible de unos 75 a 100 mm. de longitud y 20 mm. de ancho aproximadamente.
- Horno de temperatura constante (105°C – 110°C).
- Agua destilada.

c) Procedimiento:

- Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200g de material pasante del tamiz 425 µm (Nº 40). Las muestras que fluyen libremente pueden ser reducidas por los métodos de cuarteo o división de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara.
- Colocar una porción del suelo preparado, en la copa del dispositivo de límite líquido en el punto en que la copa descansa sobre la base, presionándola, y esparciéndola en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm en su punto más profundo, formando una superficie aproximadamente horizontal. Tener cuidado en no dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta con el menor número de pasadas de espátula como sea posible. Mantener el

suelo no usado en el plato de mezclado. Cubrir el plato de mezclado con un paño húmedo (o por otro medio) para retener la humedad en la muestra.

- Utilizando el acanalador, dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa. Cuando se corte la ranura, mantener el acanalador contra la superficie de la copa y trazar un arco, manteniendo la corriente perpendicular a la superficie de la copa en todo su movimiento. En los suelos en los que no se puede hacer la ranura en una sola pasada sin desgarrar el suelo, cortar la ranura con varias pasadas del acanalador. Como alternativa, puede cortarse la ranura a dimensiones ligeramente menores que las requeridas, con una espátula y usar la del acanalador las dimensiones finales de la ranura.
- Registrar el número de golpes, N, necesario para cerrar la ranura. Tomar una tajada de suelo de aproximadamente de ancho de la espátula, extendiéndola de extremo a extremo de la torta de suelo en ángulos rectos a la ranura e incluyendo la porción de la ranura en la cual el suelo se deslizó en conjunto, colocarlo en un recipiente de peso conocido, y cubrirlo.
- Regresar el suelo remanente en la copa al plato de mezclado. Lavar y secar la copa y el acanalador y fijar la copa nuevamente a su soporte como preparación para la siguiente prueba.

3. LÍMITE PLÁSTICO NTP 339.129 (ASTM D4318):

a) Generalidades:

El límite plástico es el contenido de humedad para el cual el suelo se fractura al ser amasado en bastoncitos de diámetro 1/8" (3 mm) cuando se amasa una pequeña porción de suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa.

b) Equipos:

- Espátula de hoja flexible de unos 75 a 100 mm. de longitud y 20 mm. de ancho aproximadamente.
 - Recipiente para almacenaje, de porcelana u otro.
 - Balanza con aproximación a 0.1 g.
 - Horno de temperatura constante (105°C – 110°C)
- Tamiz N° 40.

- Agua destilada.

c) Procedimiento:

- Utilizar una porción del material que queda del ensayo del límite líquido.
- Para evitar excesivas demoras en el ensayo con los suelos muy plásticos, es necesario secar el material al aire durante un cierto tiempo extendiéndolo sobre la placa de vidrio o amasándolo; se le puede igualmente colocar sobre el horno (a temperatura baja), al sol, o bien bajo una ampolleta eléctrica; en cualquier caso es necesario asegurarse que se seque de manera uniforme.
- Tomar una bolita de suelo de 1 cm³ y amasarla sobre el vidrio con la palma de la mano hasta formar bastoncitos de 3 mm de diámetro, reconstruir la bolita de suelo, uniendo el material con fuerte presión de las puntas de los dedos y amasar nuevamente un bastoncito hasta llegar al límite plástico, el límite plástico, corresponde al contenido de humedad para el cual un bastoncito de 3 mm, así formado, se rompe en trozos de 0.5 a 1 cm de largo, si no se está seguro de haber alcanzado, es recomendable amasar una vez más el bastoncito, pesar inmediatamente el bastoncito así formado para determinar su contenido de humedad.

4. CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.127 (ASTM D2216):

a) Generalidades:

Este ensayo tiene por finalidad, determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo. El contenido de humedad de una masa de suelo, está formado por la suma de sus aguas libre, capilar. La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa junto con la cantidad de aire, una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este (especialmente en aquellos de textura más fina), como por ejemplo cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

b) Equipos:

- Horno de temperatura constante (105°C – 110°C).
- Balanza con aproximación a 0.1 g.
- Recipiente o tara

c) Procedimiento:

- Se pesaran las taras de metal en una balanza eléctrica, las cuales nos proporcionara datos precisos.
- Se toma el peso de la tara más la muestra húmeda.
- Se coloca las taras con muestras de cada extracto en el horno a 110°C por 24 horas.
- Luego de haberse pasado las 24 horas retiramos cada muestra seca del horno con los guantes y se deja enfriar a temperatura ambiente.
- Se pesa la muestra seca más la tara en gramos.
- Se procede al cálculo para cada una de las muestras, el peso del suelo seco, del agua y obtener el porcentaje de humedad de cada muestra y el promedio que representa el estado final.

5. CONTENIDO DE CARBONATOS (ASTM D511):

a) Generalidades:

Los carbonatos del suelo son sometidos a la acción de un ácido diluido (HCl). La reacción consume ácido en forma estequiometria al contenido de carbonatos. El exceso de ácido que queda sin reaccionar es al final valor mediante NaOHI normal, hasta su neutralización. Después, por medio de cálculos, se determinará el contenido de carbonatos en el suelo.

Comprobará por la efervescencia producida, la existencia de carbonatos alcalinotérreos en el suelo y su cuantía.

La finalidad de este ensayo es ver el contenido de carbonatos que contiene el suelo estudiado, para que en el estudio del talud optemos por alguna alternativa de que componga de alguna planta para estabilizar el talud.

b) Equipos:

- Un matraz Erlenmeyer de 125 ml.
- Embudo.
- Bureta de 50 ml.
- Vaso precipitado.
- Pipeta de 25 ml.
- Papel filtro.

c) Reactivos:

- HCl 1N (83 ml de ácido clorhídrico, completando a un litro con agua destilada).
- NaOH 1N (40 grs. disueltos en agua; enfriar y aforar a un litro).
- Indicador azul de Bromotil (0.1 grs. en 250 ml. de agua, añadiendo 1.6 ml. NaOH N/10)

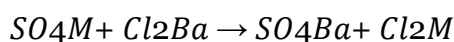
d) Procedimiento:

- Pesar 2.5 grs de suelo tamizado a 2 mm.
- Vaciar la muestra a un matraz Erlenmeyer de 125 ml. y agregar 50 ml. de HCl 1N.
- Se agita la mezcla durante 15 minutos.
- Se deja reposar 4 horas.
- Medir 20 ml. de solución sobrenadante de la muestra en reposo.
- Añadir 4 gotas de indicador azul bromotimol.
- Procediendo a titular con la solución valorada de NaOH, colocándola en una bureta. Dejar caer esta gota a gota en la solución problema hasta la aparición de una coloración azul (vire o cambio brusco de color).

6. CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES NTP 339.178 (ASTM D 516):

a) Generalidades:

El objetivo de este ensayo es determinar el porcentaje de sulfatos solubles de los suelos de la zona del proyecto objeto de este estudio. En líneas generales consiste en disolver parte de la muestra mediante agitación con agua y precipitar los sulfatos disueltos con solución de cloruro bórico, según la siguiente reacción:



b) Equipos:

- Balanza con aproximación a 0.1 g.
- Tamices.
- Aparatos de pulverización.
- Centrifuga.
- Horno de temperatura constante (105°C – 110°C)

- Aparato de filtración.
- Filtro de membrana.
- Filtro de papel.

c) Procedimiento:

- Pipetear 30 ml. del extracto de suelo en un vaso de 250 ml. si se usa una alícuota menor de 30 ml., utilizar un factor apropiado de dilución.
- Calentar la solución hasta la ebullición y lentamente añadir 5 ml. De solución caliente de BaCl₂. Mantener la temperatura justo por debajo del punto de ebullición hasta que el líquido comience a clarificarse y los precipitados hayan sedimentado completamente.
- En ningún caso el periodo de sedimentación puede ser menor de 2 horas.
- Filtrar la suspensión de BaSO₄ sobre un papel de filtro de textura fina, libre de ceniza, y lavar el precipitado con agua caliente hasta que los lavados se encuentre libres de cloruros. Esto se comprobará ensayando las últimas porciones de lavado con solución de AgNO₃. Evitar excesivo lavados. Si algo de BaSO₄ pasa a través del filtro, vaciar nuevamente el filtrado a través del filtro.
- Colocar el papel de filtro y su contenido en un crisol de platino previamente tarado y carbonizar lentamente hasta consumir el papel sin dejarlo arder.
- Calcinar el residuo aproximadamente a 800 °C por 1 hora, o hasta que todo el carbón se haya consumido.
- Añadir una gota de H₂SO₄, unas cuantas gotas de HF y evaporar bajo campana extractora para eliminar la sílice como tetrafluoruro de silicio (SiF₄). Volver a calcina a temperatura cercana a 800 °C, enfriar en desecador y pesar el BaSO₄.

7. PESO VOLUMÉTRICO NTP 339.139 (ASTM D 2937)

a) Generalidades:

El suelo es un material constituido por el esqueleto de partículas solida rodeado por espacios libres (vacíos), en general ocupados por agua y aire. Para poder describir completamente las características de un depósito de suelo es necesario expresar las distintas composiciones de sólidos, líquidos y aire.

Esta es una relación del peso de la masa de suelos entre su volumen de masa, dentro de ella se considera las tres fases del suelo, previamente mencionadas.

Se le dice así a la relación del peso del suelo entre su volumen del mismo.

b) Equipos:

- Balanza con aproximación a 0.1 g.
- Probeta graduada de 1000 ml.
- Parafina sólida.
- Olla pequeña.
- Cocina eléctrica.

c) Procedimiento:

- Comenzamos con la extracción de una muestra de suelo sin grietas tratándola con mucho cuidado para no alterar sus condiciones esta proviene de una muestra embolsada más grande.
- Luego tomamos la muestra extraída y se llevará a parafinarla.
- Para ello, se calentó la parafina en un recipiente hasta que se encuentre en forma líquida es en ese momento que pasamos la muestra y quedo cubierta. Asimismo, se explicó la razón por la que no pasaría agua si la muestra ya está parafinada.
- Ahora pesamos la muestra en la balanza y anotamos el resultado.
- Llenamos la probeta con agua hasta un volumen inicial conocido, lo registramos.
- Introducimos la muestra parafinada en la probeta, se producirá un desplazamiento de volumen hasta un volumen final.
- El volumen desplazado en la probeta será el volumen del suelo parafinado.

8. MATERIA ORGANICA NTP 339.072:

a) Generalidades:

Este método se usa para la determinación del contenido orgánico de aquellos materiales identificados como turbas, todos orgánicos y suelos que contengan materia vegetal relativamente no descompuesta ni deteriorada o materiales de plantas frescas como madera, raíces, pasto o materiales carbonáceos como lignito, carbón, etc. Sirve para determinar la oxidación cuantitativa de materia

orgánica en tales materiales y proporciona una estimación válida del contenido orgánico.

b) Equipos:

- Balanza con aproximación a 0.1 g.
- Horno de temperatura constante (105°C – 110°C).
- Mufla, que pueda mantener una temperatura continua de 445 ± 10 °C y que tenga una cámara de combustión donde se pueda acomodar el recipiente designado con la muestra.
- Crisoles o platos de evaporación de pedernal, aleaciones de aluminio, porcelana de 30 ml. de capacidad.
- Desecadores de tamaño adecuado.
- Recipientes a prueba de moho de metal.
- Guantes de asbesto.
- Pinzas
- Espátula.

c) Procedimiento:

- Tomar una muestra representativa, que pese al menos 100 g, de una porción del material que pase el tamiz de 2,00 mm (Nº 10) y la cual haya sido obtenida de acuerdo con el Método MTC E 106, "Preparación en seco de muestras de suelo para análisis granulométrico y determinación de las constantes físicas".
- Colocar en un recipiente la muestra y séquese en el horno a 110°C hasta peso constante. Remuévase la muestra del horno, Colóquese en el desecador y déjese enfriar.
- Escoger una muestra de peso aproximado de 10 a 40 g; colóquese en crisoles tarados o en platos de evaporación de porcelana y pése, con aproximación a 0,1 g.
- Colocar el crisol o el plato que contiene la muestra dentro de la mufla durante 6 horas a 445 °C. Remuévase la muestra de la mufla, colóquese en el desecador y permítase enfriar.

- Remover la muestra enfriada del desecador y pésese con aproximación a 0,1 g.

9. CORTE DIRECTO NTP 339.171 (ASTM D3080)

a) Generalidades:

El ensayo de corte directo tiene como objetivo determinar la resistencia al esfuerzo cortante de una muestra, valor que nos será muy útil para el cálculo del ángulo de fricción y su cohesión. La resistencia al esfuerzo cortante en el suelo se debe a dos componentes: la cohesión, aportada por la fracción del suelo y responsable, a su deformación, del comportamiento plástico de este y el rozamiento interno entre las partículas granulares o fricción.

Para conocer o determinar esa resistencia del suelo, en el laboratorio uno de los equipos que se usa es el aparato de corte directo. El más típico es una caja de sección cuadrada o circular dividido horizontalmente en dos mitades; dentro de ella se coloca la muestra de suelo con pedradas porosas en ambos extremos, se aplica una carga vertical de confinamiento y luego una carga horizontal creciente que origina el desplazamiento de la mitad móvil de la caja originando un corte a la muestra.

b) Equipos:

- Dispositivo de carga
- Piedras porosas con diámetro o ancho de la parte superior deberá tener 0,2 mm. a 0,5 mm. con una permeabilidad de 0,5 mm/s a 1 mm/s.
- Dispositivo para la aplicación de la fuerza normal.
- Dispositivo para la aplicación de fuerza cortante, un anillo de carga o una celda de carga con una precisión de 2,5N (0,5 lb) o de 1%.
- Base de la caja de corte metálica.
- Balanza con aproximación a 0.1 g.
- Indicadores de deformación o diales. Deben ser adecuados para medir los cambios en el espesor de la muestra con una sensibilidad de 0,002mm (0,0001") y la deformación con sensibilidad de 0,02mm (0,001").
- Horno de temperatura constante (105°C – 110°C).
- Recipientes para muestras de humedad.
- Equipo para el remoldeo o compactación de probetas.

- Cronómetro.
- Espátula.
- Cuchillos.
- Enrasadores.
- Agua destilada.

d) Procedimiento:

- Ensamblaje de la caja de corte.
- Colocar las piedras porosas húmedas sobre los extremos expuestos de la muestra en la caja de corte; colocar la caja de corte conteniendo la muestra inalterada y piedras porosas en el soporte de la caja de corte y fijar la misma.
- Colocar la caja de corte conteniendo la muestra compactada y piedras porosas insertadas en la base de la caja de corte y sujeto a la caja de corte.
- Se ensambla la caja de corte con los marcos alineados y se bloquea. Se aplica una capa de grasa entre los marcos para lograr impermeabilidad durante la consolidación y reducir la fricción durante el corte. Pueden también usarse espaciadores o superficies recubiertas con tetrafluoretilenofluoruro carbono, para reducir la fricción durante el corte.
- Se introduce la muestra de ensayo con sumo cuidado. Se conecta el dispositivo de carga y se ajusta el dial para medir tanto la deformación durante el corte, como el cambio del espesor de la muestra y luego se determina el espesor inicial. La costumbre de humedecer las piedras porosas antes de la colocación y aplicación de la fuerza normal sobre las muestras, dependerá del tipo de problema en estudio.

Para suelos expansivos se debe efectuar el humedecimiento después de la aplicación de la fuerza normal, para evitar expansiones que no son representativas de las condiciones de campo.

- Se debe permitir una consolidación inicial de la muestra bajo una fuerza normal adecuada. Después de aplicar la fuerza normal predeterminada, se llena el depósito de agua hasta un nivel por encima de la muestra, permitiendo el drenaje y una nueva consolidación de la misma. El nivel del agua se debe mantener durante la consolidación y en las fases siguientes de corte de tal manera que la muestra esté saturada en todo momento.

- La fuerza normal que se aplique a cada una de las muestras depende de la información requerida. Un solo incremento de ella puede ser apropiado para suelos relativamente firmes. Para los demás suelos pueden ser necesarios varios incrementos con el objeto de prevenir el daño de la muestra. El primer incremento dependerá de la resistencia y de la sensibilidad del suelo. En general, esta fuerza no debe ser tan grande que haga fluir el material constitutivo de la muestra por fuera del dispositivo de corte.
- Durante el proceso de la consolidación deben registrarse las lecturas de deformación normal, en tiempos apropiados, antes de aplicar un nuevo incremento de la fuerza.
- Cada incremento de la fuerza normal debe durar hasta que se complete la consolidación primaria. El incremento final debe completar la fuerza normal especificada.
- Se representan gráficamente las lecturas de la deformación normal contra el tiempo.

B. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS GEOFÍSICOS:

1. Introducción

El presente Estudio Geofísico de Sondajes Eléctricos Verticales ha sido realizado en la elaboración y sustentación de su tesis titulada: “ESTUDIO GEOFÍSICO DE SONDAJES ELECTRICOS VERTICALES – SEV, PROYECTO: “Análisis y diseño de la Estabilidad de Talud en el sector Sausacocha- Pallar Km 8+000 al Km 9+000 distrito de Huamachuco-Provincia de Sánchez Carrión del departamento de La Libertad, 2017”

Se aplicó el Método de Resistividad Geoeléctrica - Sondeos Eléctricos Verticales en la zona del deslizamiento Sausacocha- Pallar, para evaluar las características físicas del subsuelo, indicar las condiciones geoestructurales y conocer el comportamiento del subsuelo.

2. Método aplicado al estudio

2.1 Prospección Geofísica – Resistividad

Esta técnica geofísica se caracteriza por el estudio de las variaciones de parámetros físicos de las rocas o de los suelos, que tienen rangos de valores definidos.

2.2 Método Geofísico de Resistividad: (SEV) Simétrico

Es un método geoelectrico indirecto normado y diseñado internacionalmente, para estudios de cortes geológicos, se emplea Sondaje Eléctrico Vertical (SEV) de configuración simétrica lineal tetraelectródica (AMNB), el Dispositivo Tetraelectródico Schlumberger empleado se muestra en la figura. Una vez emplazado los electrodos en superficie, se introduce ciclos de corriente regulada, siendo el subsuelo un medio físico heterogéneo muy complejo, ofrece mayor o menor dificultad al paso de la corriente eléctrica regulada, que está condicionada e influido por factores como: tipo de litología, granulometría, textura de las rocas, compacidad de las capas, temperatura, mineralización o salinización y flujos de aguas subterráneas, principalmente.

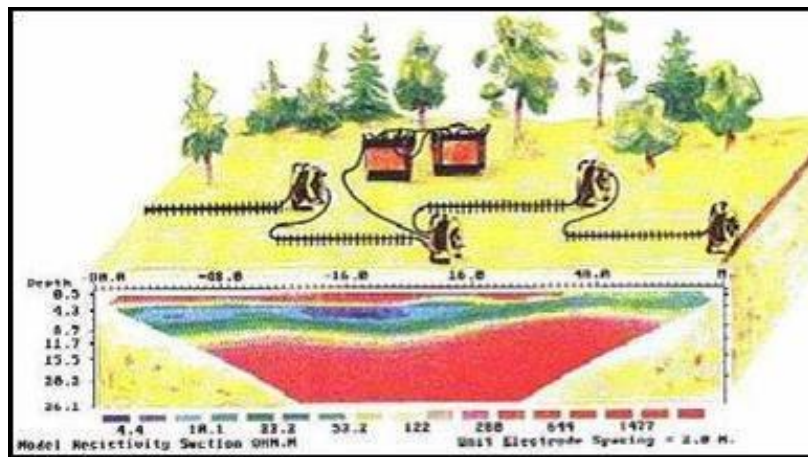


Figura 3.1 Dispositivo Tetraelectródico Schlumberger- Wenner.
Fuente: Propio

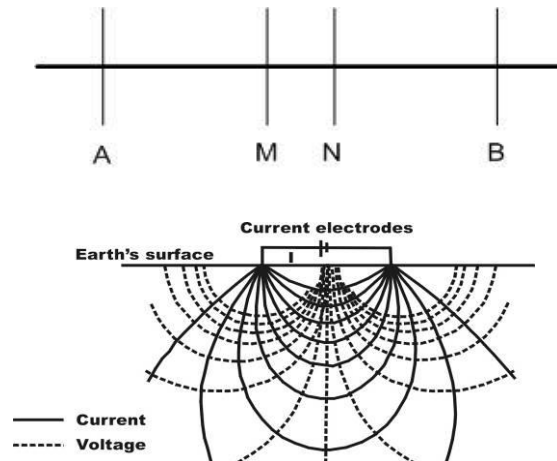


Figura 3.2 Dispositivo Schlumberger: Supone los electrodos de potencial a una separación infinitesimal para los cálculos teóricos, comparados con la separación entre los electrodos de corriente.
Fuente: Propio

2.3 Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) asimétrico

El dispositivo electródico lineal asimétrico trielectródico (AMNB), traslada uno de los electrodos de emisión al infinito.

Con el dispositivo trielectródico, la resistividad aparente es registrada con el equipo geofísico de dispositivo aleatorio complementario al dispositivo simétrico; se emplea en zonas o áreas con dificultades de accesibilidad para los monitoreos de datos de campo y en la optimización de mapeos del subsuelo.

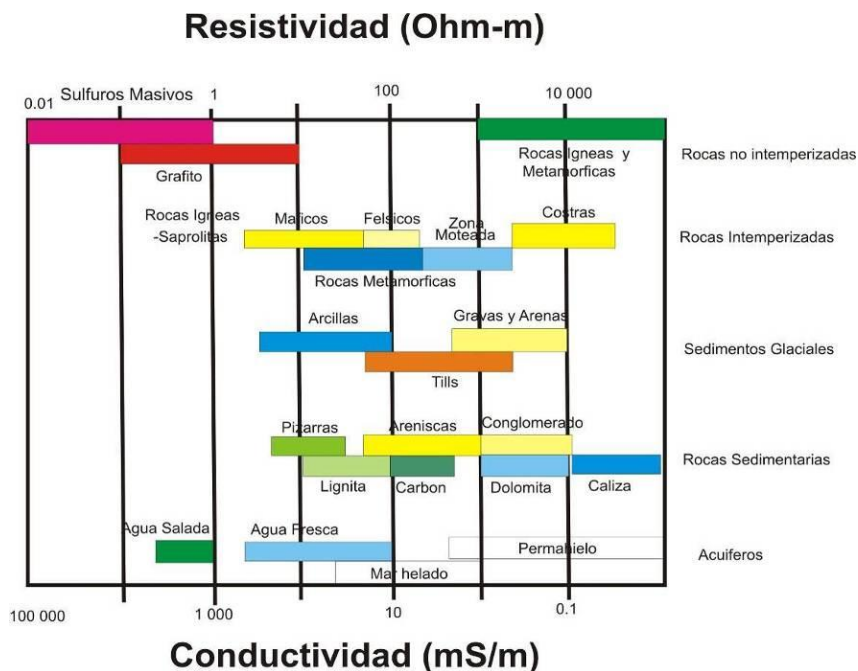


Figura 3.3 Valores de resistividad de las rocas más comunes, materiales de suelo.
Fuente: Propio

3. Objetivos

3.1 General

Elaborar un “ESTUDIO GEOFÍSICO DE SONDAJES ELECTRICOS VERTICALES – SEV, PROYECTO: “Análisis y diseño de la Estabilidad de Talud en el sector Sausacocha- Pallar Km 8+000 al Km 9+000 distrito de Huamachuco-Provincia de Sánchez Carrión del departamento de La Libertad, 2017”

3.2 Específicos

Identificar la existencia y profundidad de alguna napa freática y de la roca impermeable en el sector estudiado Sausacocha-Pallar.

Determinar e identificar los límites de las interfaces de los diferentes horizontes verticales del corte geoelectrico y correlacionarlos en forma bidimensional con la geología.

Evaluar la granulometría del subsuelo en base a sus parámetros geofísicos.

4. Actividades

La primera actividad para efectuar este trabajo fue recopilar la información disponible del área tal como el Mapa Geológico a la escala 1:100 000, Carta Geológica Nacional del INGEMMET boletines de la Serie “A” – N° 9: (hoja 16-h-Pataz y plano topográfico del sector prospectado, registros de información geológica superficial, etc.

Luego, en campo, se efectuaron tres (3 Sondajes Eléctricos Verticales - SEV conformando un perfil geoelectrico A-A’ de rumbo NW-SE.

Finalmente, en gabinete, se procesaron los datos obtenidos en campo, generando información que luego de analizarse permitieron determinar las características físicas del subsuelo, determinar las condiciones geoestructurales e inferir el comportamiento del subsuelo.

5. Características del estudio en campo

El trabajo de campo se desarrolló los días 15 al 16 de noviembre del 2017 y de acuerdo a lo previsto, teniendo en cuenta un control de la topografía y geología del área del proyecto.

El trabajo de campo se ejecutó con recursos humanos, equipo e instrumentos geofísicos y accesorios varios.

5.1 Recursos Humanos

- 01 ingeniero Geofísico, especialista en monitoreo e interpretación, de estudios geoelectrónicos – con fines ambientales, geotécnicos e hidrogeológicos.
- 01 técnico especialista en los Registros Geofísicos de Datos de campo.
- Supervisión del jefe del Proyecto.
- 03 ayudantes de campo contratados por la contraparte, para plantado de electrodos y tendido de carretes de cables y traslados a las estaciones de SEV.

5.2 Características del Equipo Geofísico: tipo PSYSCAL

Para el desarrollo de las actividades de prospección en campo se ha utilizado el siguiente equipo:

Se empleó un resistivímetro modelo PSYSCAL JUNIOR de la INSTRUMENTS IRIS digital francesa. Con las siguientes especificaciones técnicas:

Las Especificaciones del Transmisor:

- Intensidad hasta 800 mA
- Voltaje de salida: hasta 400 V (800 V pico a pico).
- Potencia: 50 W
- Duración del pulso: (0.5 1 o 2 s)
- Precisión sobre la corriente: mejor que 1%

Las Especificaciones del Receptor:

- Proceso de medición y calibración automático
- Impedancia de entrada: 10 mOhms mínimo
- Rango de voltaje: protección hasta 1000 V
- Precisión sobre $\Delta V/I$: ± 0.001 mOhms (a 800 mA)
- Temperatura de funcionamiento: -10°C a $+70^{\circ}\text{C}$
- Alimentación: Batería interna 12 V, 7^o o externa de 12V
- Calculo del Potencial Espontaneo –SP.

5.3 Características del estudio en gabinete

La información de campo registrada es procesada, analizada e interpretada rigurosamente en gabinete; la característica física de las formaciones geológicas fue correlacionada con la información del Mapa Geológico a la escala 1:100 000, de la Carta Geológica Nacional del INGEMMET boletines de la Serie “A” – N° 9: (hoja 16-h-Pataz), y el reconocimiento y levantamiento geológico del área de estudio.

Geológicamente, la zona de trabajo se encuentra en la Formación Carhuaz y Santa este último se compone de lutitas negras y grises intercaladas con capas delgadas de caliza. La lutita es bastante blanda y ligeramente bituminosa. Por Intemperismo la roca adquiere un color gris amarillento. Su grosor promedio es de 100 m. La formación Santa son rocas blandas que se fragmentan y descomponen con facilidad. La Formación Carhuaz consiste de areniscas, cuarcitas y lutitas estratificadas en capas delgadas a medianas. La arenisca y la cuarcita contienen una matriz arcillosa y son de colores gris marrón y pardo. La formación Carhuaz es la única de la formación Cretáceo inferior y que permite la identificación precisa aun con afloramiento restringidos. (Fm-Saca).

Según el mapa hidrogeológico del INGEMMET la zona de estudio se ubica en un Acuífero poroso no consolidado alto (APNCa), en el mapa se muestra de color celeste, teniendo como modelo a las formaciones detríticas permeables en general no consolidadas y un submodelo de Acuíferos generalmente extensos con productividad alta (Permeabilidad Alta).

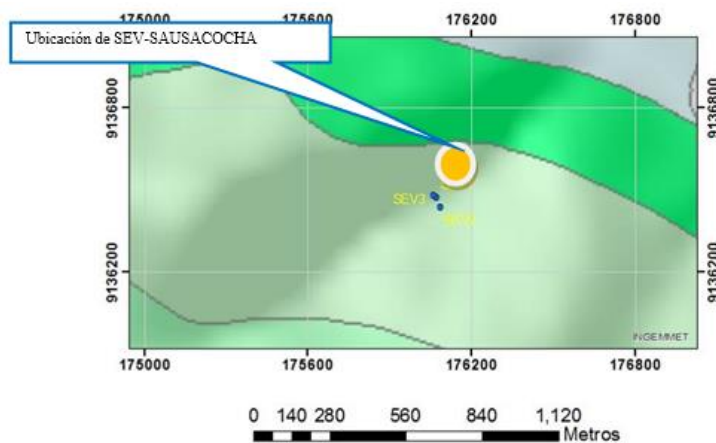


Figura 3.4 Geología regional a escala 1: 100,000 –ubicación del área de estudio se localiza en la Formación Ucayali (NQ-u).

Fuente: GEOCATMIN –Hoja PATAZ 16-h - INGEMMET, 2017.

La información es procesada por software, con conocimiento de los parámetros georesistivos de los grupos, formaciones geológicas y depósitos sedimentarios cuaternarios, amplio sustento teórico, y experiencia para su interpretación, siendo esta etapa la más compleja, para llegar a resultados óptimos, como producto final se obtienen columnas geoelectricas representando las interfaces de las resistividades Geoelectricas existentes en las áreas estudiadas.

La ubicación de los SEV se muestra en la siguiente tabla:

LUGAR	SEV	Coordenadas	
		Este	Norte
Sausacocha-Pallar	SEV-01	176070	9136475
	SEV-02	176086	9136439
	SEV-03	176059	9136480

Cuadro 3.1 Ubicación de SEV - áreas de estudio Datum WGS 84 – Zona 18
Fuente: Elaboración Propia GPS-Garmin 2017.

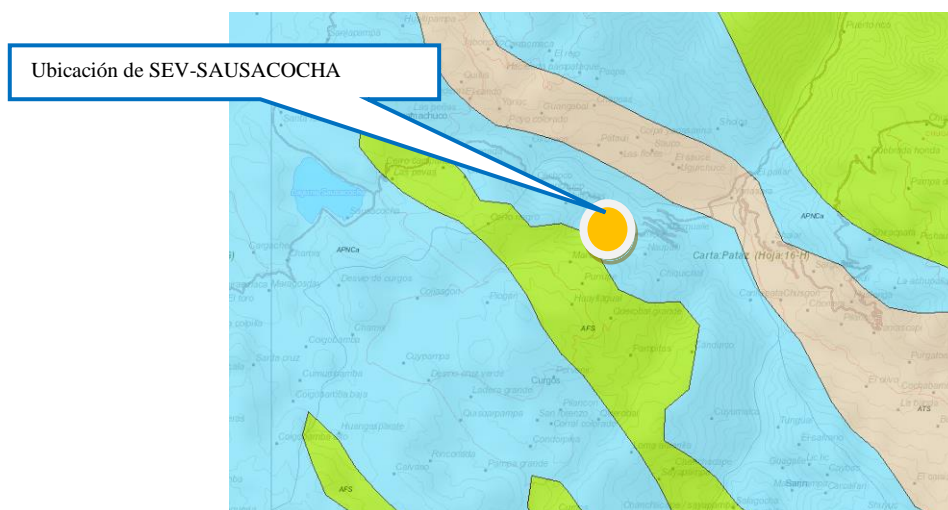


Figura 3.5 Hidrogeología a escala 1: 100,000 –ubicación del área de estudio se localiza en la zona APNCA –Permeabilidad alta.
Fuente: INGEMMET-GEOCATMIN, 2017.

C. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS:

Para la valoración de los suelos y por conveniencias de su aplicación, se hace necesario considerar sistemas de o métodos para la identificación de los suelos que tienen propiedades similares, según esta identificación con una agrupación o clasificación de las mismas, teniendo en cuenta su origen, características físicas y comportamientos en el campo. Debido a las innumerables variaciones en su composición, no es fácil dividir las en clases bien definidas ni dar una

medida rápida de su comportamiento. No obstante, cuando un suelo determinado ha sido identificado como perteneciente a cierto grupo, se obtiene un conocimiento considerable en lo que se refiere a sus propiedades y comportamiento probable en las condiciones de campo. Se determinara el tipo de suelo mediante el “Sistema de Clasificación de Suelos Unificado (SUCS)”

Características fundamentales a tomar en cuenta son:

- Granulometría.
- Plasticidad.

3.2.3 Estudio Geológico

Analizaremos las características geológicas del suelo del área que abarca la zona de nuestro proyecto y sus exteriores, así como, recopilar la información de los reportes técnicos.

En este ítem describiremos dos características esenciales en el estudio técnico previo para el análisis de la estabilidad del talud:

- Geomorfología.

Se describirá la forma de la superficie terrestre que presenta la zona del proyecto, también se delimitara las fisionomías según sus relaciones con otros componentes en el paisaje, analizar el sistema de relaciones entre formas del terreno y acciones debidas a agentes de la dinámica terrestre y establece las secuencias o sucesiones que ha seguido el relieve hasta adquirir su topografía actual.

- Litología y estratigrafía.

Determinaremos como es el comportamiento de las rocas que se presenta el relieve en nuestra zona de estudio del proyecto, afecto por agentes externos como los empujes tectónicos, los agentes de erosión y el clima que presenta. Lo que nos determinará el comportamiento del talud ante el problema de deslizamiento.

3.2.4 Estudio Hidrológico

Analizaremos la ocurrencia del agua sobre la superficie de nuestra zona de estudio. Determinando la cuenca en el que se encuentra el proyecto, y sus diferentes características.

Se recopilara las precipitaciones que se han suscitado cada año, también se analizara los diferentes climas que presenta la zona del proyecto.

3.2.5 Análisis del talud

Para estudiar en ingeniería la estabilidad de un talud se requiere encontrar un factor de seguridad (FS), obtenido de un análisis matemático de estabilidad. El modelo a estudiar debe tener todas las características de los factores que afectan la estabilidad. Estos factores incluyen geometría del talud, parámetros geológicos, presencia de grietas de tensión, cargas dinámicas por acción de sismos, flujo de agua, propiedades de los suelos, etc. Sin embargo, no todos los factores que afectan la estabilidad de un talud se pueden cuantificar para incluirlos en un modelo matemático. Según el libro de Deslizamientos de Jaime Suarez hay situaciones en las cuales un enfoque matemático no produce resultados satisfactorios. A pesar de las debilidades de un determinado modelo, determinar el factor de seguridad asumiendo superficies probables de falla, permite al Ingeniero tener una herramienta muy útil para la toma de decisiones. Se pueden estudiar superficies planas, circulares, logarítmicas, parabólicas y combinaciones de ellas. La mayoría de los trabajos que aparecen en la literatura sobre el tema asumen que el suelo es un material isotrópico y han desarrollado métodos de análisis de superficies circulares o aproximadamente circulares principalmente. Sin embargo, el mecanismo de falla en materiales residuales, donde aparece el suelo, la roca meteorizada y la roca sana, así como formaciones aluviales y coluviales no isotrópicas requieren de nuevos enfoques y del estudio de superficies de falla no simétricas. En los últimos años se han desarrollado algunos modelos de superficies de falla con forma no geométrica, pero se requiere todavía de un gran esfuerzo de investigación en este tema.

3.2.5.1 Procedimiento para el estudio del análisis del talud.

Para el análisis del talud se siguió una guía de procedimientos que se establece en el libro “Geotecnia para el Trópico Andino” los cuales son:

- **Diseño preliminar:** Abarca un estimativo de los problemas potenciales de diseño, basado en la selección del sitio y la evaluación de las condiciones del terreno.
- **Investigación de campo:** Consiste en realizar la exploración, ensayos in situ, ensayos en el laboratorio y mediciones.

- **Análisis:** El cual producirá resultados numéricos con lo que encontraremos el factor de seguridad (FS), las conclusiones y recomendaciones para el diseño de la estabilidad del talud.
- **Software:** Se utilizaran dos programas para el cálculo del factor de seguridad los cuales son: SLIDE ROSCIENCE y GEO5.
- **Diseño:** Basado tanto en los resultados del análisis como en el criterio de ingeniería de generalistas y especialistas. Entre sus limitaciones juega papel importante la economía del proyecto, el cual comprende: criterios de diseño, presupuesto, especificaciones generales, costos unitarios, programación y evaluación impacto ambiental.

3.2.5.2 Método de análisis de talud

Según el libro de “Deslizamientos” de Jaime Suarez, el análisis de los movimientos de los taludes durante muchos años se ha realizado utilizando las técnicas del equilibrio límite. Este tipo de análisis requiere información sobre la resistencia del suelo, pero no se requiere sobre la relación esfuerzo-deformación.

El sistema de equilibrio límite supone que en el caso de una falla, las fuerzas actuantes y resistentes son iguales a lo largo de la superficie de falla equivalentes a un factor de seguridad de 1.0.

El análisis se puede realizar estudiando directamente la totalidad de la longitud de la superficie de falla o dividiendo la masa deslizada en tajadas o dovelas. Cada día se han mejorado los sistemas de Dovelas desarrollados a inicios del siglo XX y existe

Software muy fácil de utilizar. Generalmente, los métodos son de iteración y cada uno de los métodos posee un cierto grado de precisión.

Para encontrar el factor de seguridad a lo largo de la superficie de falla es el siguiente:

$$FS = \frac{\text{MOMENTO RESISTENTE}}{\text{MOMENTO ACTUANTE}}$$

Otro criterio es el de dividir la masa a estudiar en una serie de tajadas, dovelas o bloques y considerar el equilibrio de cada tajada por separado. Una vez

realizado el análisis de cada tajada se analizan las condiciones de equilibrio de la sumatoria de fuerzas o de momentos.

$$FS = \frac{\Sigma \text{RESISTENCIAS AL CORTE}}{\Sigma \text{ESFUERZOS AL CORTANTE}}$$

Para el análisis del talud se emplearon tres fórmulas de análisis de talud las cuales son:

- Método de Bishop.

Bishop (1955) presentó un método utilizando Dovelas y teniendo en cuenta el efecto de las fuerzas entre las Dovelas.

La solución rigurosa de Bishop es muy compleja y por esta razón se utiliza una versión simplificada de su método, de acuerdo a la expresión:

$$FS = \frac{\Sigma \left[\frac{C' \Delta l \cos \alpha + (W' - u \Delta l \cos \alpha) \tan \phi'}{\cos \alpha + (\sin \alpha \tan \phi')} \right]}{\Sigma W \sin \alpha}$$

Donde:

b= Ancho de la dovela

W= Peso de cada dovela.

C', ϕ = Parámetros de resistencia del suelo.

u= Presión de poros en la base de cada dovela.

A= Angulo del radio y la vertical en cada dovela.

- Método de Janbú.

El método simplificado de Janbú se basa en la suposición de que las fuerzas entre dovelas son horizontales y no tienen en cuenta las fuerzas de cortante.

Janbú considera que las superficies de falla no necesariamente son circulares y establece un factor de corrección Fo. El factor Fo depende de la curvatura de la superficie de falla. Estos factores de corrección son solamente aproximados y se basan en análisis de 30 a 40 casos.

$$FS = \frac{f_o \Sigma \left\{ [C' b + (W - ub) \tan \phi] \frac{1}{\cos \alpha m a} \right\}}{\Sigma W \tan \alpha}$$

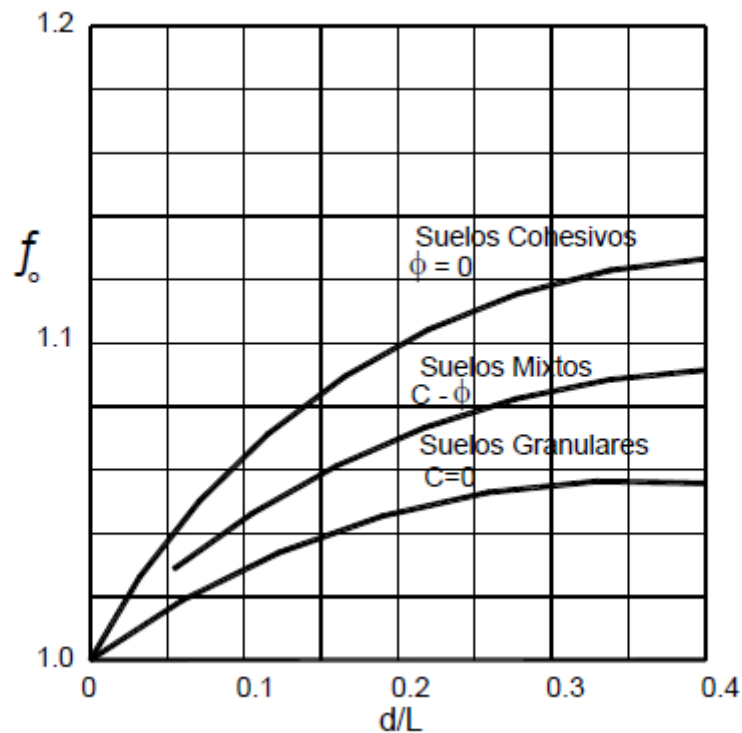


Figura 3.6 Diagrama para determinar el factor f_o para el método de Janbu
Fuente: Deslizamientos: Análisis Geotécnico – Jaime Suarez

- Método de Spencer.

El método de Spencer es un método que satisface totalmente el equilibrio tanto de momentos como de esfuerzos. El procedimiento de Spencer (1967) se basa en la suposición de que las fuerzas entre dovelas son paralelas las unas con las otras, o sea, que tienen el mismo ángulo de inclinación.

La inclinación específica de estas fuerzas entre partículas, es desconocida y se calcula como una de las incógnitas en la solución de las ecuaciones de equilibrio. Spencer inicialmente propuso su método para superficies circulares pero este procedimiento se puede extender fácilmente a superficies no circulares.

Spencer plantea dos ecuaciones una de equilibrio de fuerzas y otra de equilibrio de momentos, las cuales se resuelven para calcular los factores de seguridad F y los ángulos de inclinación de las fuerzas entre dovelas θ .

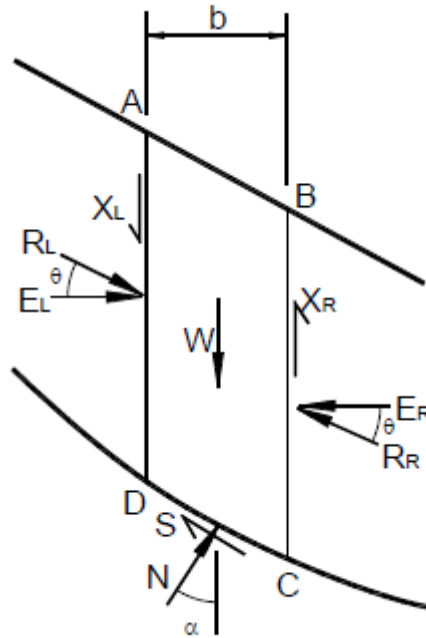


Figura 3.7 Fuerzas que actúan sobre las dovelas en el método de Spencer.
 Fuente: Deslizamientos: Análisis Geotécnico – Jaime Suarez

3.2.5.3 Cálculo de presión de poros.

Para analizar el talud cuando ocurre precipitación en la zona de estudio, tendremos que calcular la presión de poros.

Se tomó en cuenta el cálculo que se realiza en el libro de Deslizamientos: Análisis Geotécnico de Jaime Suarez.

La presión de poros es calculada de acuerdo con las condiciones de estado de régimen permanente (“Steady-state”). Este concepto se basa en la suposición de que todas las líneas equipotenciales sean ortogonales. Entonces, si la inclinación del segmento de superficie freática es θ y la distancia vertical entre el punto y la superficie freática es h_w , la presión de poros está dada por la expresión.

$$u = \gamma_w (h_w \cos^2 \theta)$$

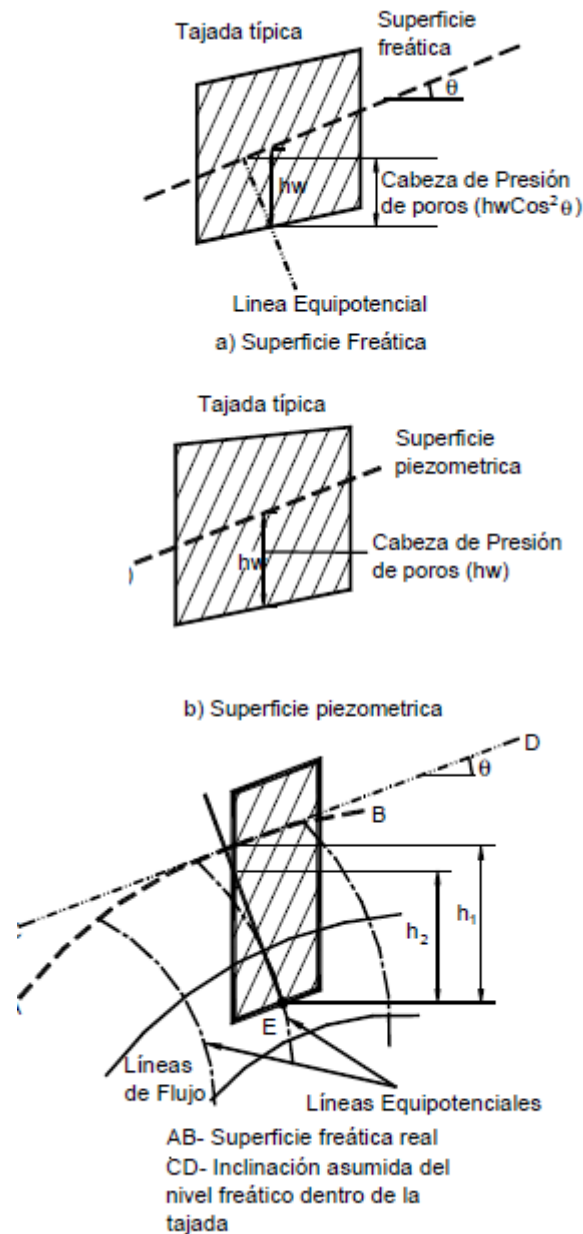


Figura 3.8 Representación de la presión de poros.
Fuente: Deslizamientos: Análisis Geotécnico – Jaime Suarez

En el caso de líneas freáticas de gran pendiente, el cálculo anterior puede resultar sobreestimado y se requiere tener en cuenta que las líneas equipotenciales tienden a ser curvas.

Relación de presión de poros es un método muy simple y popular para normalizar el valor de la presión de poros en un talud de acuerdo con la definición:

$$r_u = \frac{u}{\sigma_v}$$

Donde:

u = Presión de poros

σ_v = Esfuerzo total vertical del suelo a una profundidad z.

Este factor se implementa fácilmente, pero la mayor dificultad está asociada con la asignación de este parámetro en diferentes partes del talud. En ocasiones, el talud requiere de una extensiva subdivisión en regiones con diferentes valores de r_u .

IV. RESULTADOS.

4.1 Estudio Hidrológico

4.1.1 Clima

El clima en el distrito de Huamachuco es templado y con amplitud térmica moderada. La media anual de temperatura máxima y mínima es de 17.3 °C y 6.2 °C, respectivamente.

Las temperaturas registradas en el distrito de Huamachuco por cada mes son las siguientes:

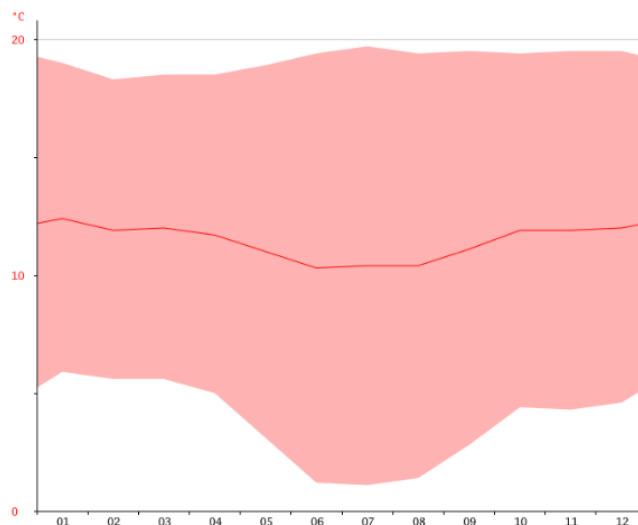


Grafico 4.1 Diagrama del clima del distrito de Huamachuco por cada mes.

Fuente: SENAMHI

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	12.4	11.9	12	11.7	11	10.3	10.4	10.4	11.1	11.9	11.9	12
Temperatura mín. (°C)	5.9	5.6	5.6	5	3.1	1.2	1.1	1.4	2.8	4.4	4.3	4.6
Temperatura máx. (°C)	19	18.3	18.5	18.5	18.9	19.4	19.7	19.4	19.5	19.4	19.5	19.5
Temperatura media (°F)	54.3	53.4	53.6	53.1	51.8	50.5	50.7	50.7	52	53.4	53.4	53.6
Temperatura mín. (°F)	42.6	42.1	42.1	41	37.6	34.2	34	34.5	37	39.9	39.7	40.3
Temperatura máx. (°F)	66.2	64.9	65.3	65.3	66	66.9	67.5	66.9	67.1	66.9	67.1	67.1
Precipitación (mm)	104	134	147	94	36	15	11	15	34	92	81	89

Cuadro 4.1 Datos históricos de la temperatura por meses en el distrito de Huamachuco

Fuente: SENAMHI

4.1.2 Precipitaciones

El distrito de Huamachuco tiene como precipitaciones mínimas 11 mm en el mes de julio y como máximas precipitaciones 147 en el mes de marzo.

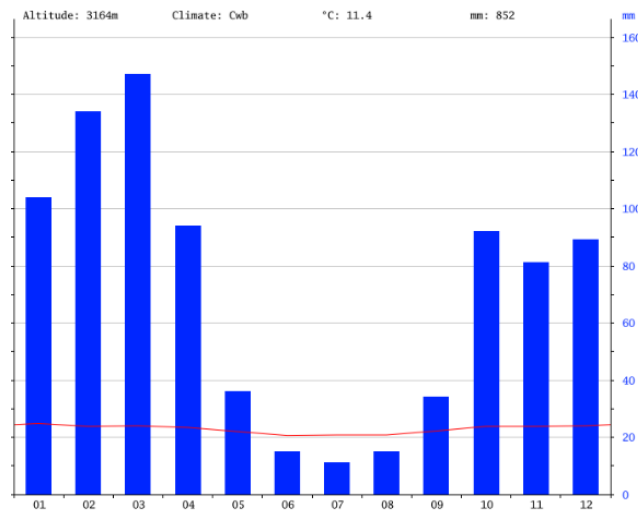


Grafico 4.2 Histograma de las precipitaciones de cada mes en el distrito de Huamachuco

Fuente: SENAMHI

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Precipitación (mm)	104	134	147	94	36	15	11	15	34	92	81	89

Cuadro 4.2 Datos históricos de las precipitaciones por meses en el distrito de Huamachuco

Fuente: SENAMHI

4.1.3 Estudio de Cuenca

4.1.3.1 Breve Descripción

a. Denominación:

La Cuenca del río Sarín está ubicada en el extremo Sur-Oriental del departamento de La Libertad, en el Norte del país, Provincia Sánchez Carrión, distrito de Huamachuco.

El río Sarín tiene su origen en las alturas del cerro el Toro; ubicados a 28402 msnm, alimentando sus cursos de agua primordialmente con las precipitaciones que caen en las alturas del flanco Occidental de la Cordillera de los Andes y con los aportes de precipitaciones y aguas subterráneas (manantiales).

b. Ubicación geográfica

El ámbito de la cuenca del río Chorro Blanco se encuentra localizado:

Entre los Paralelos : 7° 48' 06.60 de Latitud Sur

Entre los Meridianos : 77° 56' 10.36" de Longitud Oeste

c. Tipo:

Cuenca exorreica; sus principales afluentes son Qda. Sarín

d. Área:

La superficie de la cuenca delimitada por el divisor topográfico (Á, en km²), corresponde a la superficie de la misma proyectada en un plano horizontal; y su tamaño influye en forma directa sobre las características de los escurrimientos fluviales y sobre la amplitud de las fluctuaciones. Es una cuenca muy pequeña por ser menor a 25 km²

$$\text{Área de la cuenca} = 29.88 \text{ Km}^2$$

e. Perímetro (longitud de la divisoria de aguas):

El perímetro de la cuenca (P, en km), está definido por la longitud de la línea de división de aguas y que se conoce como el “*parte aguas o Divortium Aquarium*”.

$$\text{Perímetro de la Cuenca del Río Sarín: } 20.74 \text{ Km}$$

f. Cotas extremas (altura):

- Cota Mínima de la Cuenca: 2400 m.s.n.m.
- Cota Máxima de la Cuenca: 3720 m.s.n.m.

g. Longitud de cauce principal:

Se denomina Longitud Mayor (L, en km), al cauce longitudinal de mayor extensión que tiene una cuenca determinada, es decir, el mayor recorrido que realiza el cauce desde la cabecera de la cuenca, siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades hasta un punto fijo, que puede ser una estación de aforo o desembocadura.

Longitud de cauce principal: 5.19 Km.

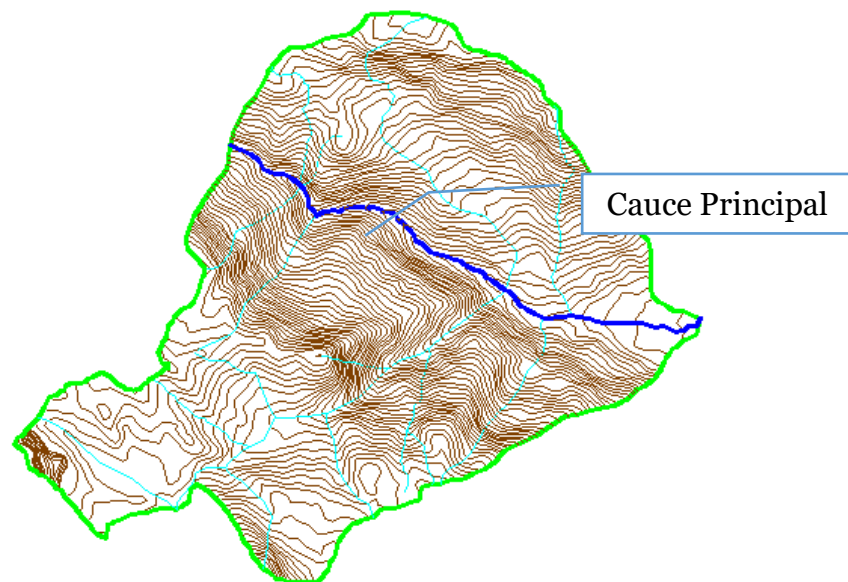


Figura 4.1 Cauce Principal de la Cuenca del Río Sarín

Fuente: Propia

h. Densidad de la red hidrográfica:

La Densidad de Drenaje, Dd, indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua: efímeros, intermitentes o perennes de una cuenca (Li) y el área total de la misma (A).

La expresión de la Densidad de Drenaje, Dd, es como sigue:

$$Dd = Li / A$$

Siendo:

Dd = Densidad de Drenaje, en km/km²;

Li = Longitud total de los cursos de agua, en km;

A = Área de la cuenca, en km².

Datos:

Li = 29.88Km;

A = 17.66 Km²

Reemplazando:

Dd = $29.88/17.66 = 1.69 \text{ km/km}^2$

Densidad de Drenaje = 1.69 km/km²

4.1.3.2 Parámetros Físicos-Morfometría

a. Área de la cuenca:

La cuenca fue proyectada en un plano horizontal y se determinó en el AutoCAD 2013, con la opción de área, obteniendo como Área de la Cuenca del Río Sarín: 17.66 Km²

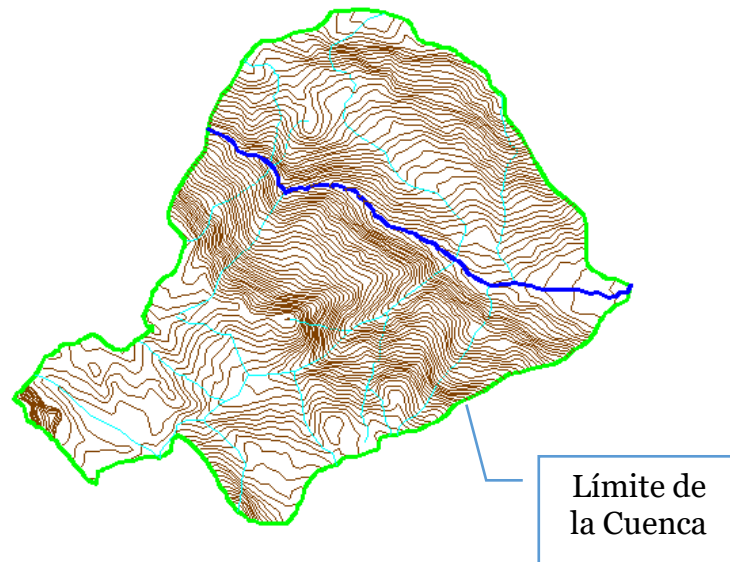


Figura 4.2 Área de la Cuenca del Río Chorro Blanco

Fuente: Propia

b. Forma de la cuenca

Índice de Gravelius

El Coeficiente de Compacidad (K_c , adimensional), o Índice de Gravelius, constituye la relación entre el Perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia cuya área - igual a la de un círculo - es equivalente al Área de la cuenca en estudio. Su fórmula es la siguiente:

$$K_c = P / (2 (\pi * A)^{1/2})$$

$$K_c = 0.28 * (P / A^{1/2})$$

Siendo:

K_c = Coeficiente de Compacidad;

P = Perímetro de la cuenca, en km;

A = Área de la cuenca, en km^2 .

Datos:

P = 20.74 Km;

A = 17.66 Km^2 .

Reemplazando:

$$K_c = 0.28 * [20.74 \text{ Km} / (17.66 \text{ Km}^2)^{1/2}]$$

$$K_c = 1.38$$

Por tanto, como $K_c > 1$, indica que la cuenca no es muy circular. Al acercarse al el K_c de la cuenca a 1 indica que puede haber inundaciones.

c. Factor de forma

El Factor de Forma (F_f , adimensional), es otro índice numérico con el que se puede expresar la forma y la mayor o menor tendencia a crecientes de una cuenca, en tanto la forma de la cuenca hidrográfica afecta los hidrogramas de esorrentía y las tasas de flujo máximo.

El Factor de Forma tiene la siguiente expresión:

$$F_f = A / L^2$$

Siendo:

F_f = Factor de Forma, adimensional;

A = Área de la cuenca, en Km^2 ;

L = Longitud del curso más largo ; en Km.

Datos:

A = 17.66 Km^2 ;

L = 5.17 Km.

Reemplazando:

$$F_f = 17.66 \text{ Km}^2 / (5.17)^2 \text{ Km}^2.$$

$$F_f = 0.66$$

d. Longitud

Es la Longitud del eje mayor de la cuenca, generalmente paralelo a su cauce principal (km), tomando un valor de 29.88 Km.

e. Coeficiente de alargamiento

$$I_c = 0.282 * (P/\sqrt{A})$$

$$I_c = 0.282 * [20.74\text{Km} / (17.66 \text{ Km}^2)^{1/2}]$$

$$I_c = 1.39$$

La cuenca tiene una forma alargada ya que su coeficiente de alargamientos es mayor a 1.

f. Sistema de drenaje

Densidad de drenaje (*densidad de la red hidrográfica*)

$$Dd = Li / A$$

Siendo:

Dd = Densidad de Drenaje, en km/km²;

Li = Longitud total de las corrientes km;

A = Área de la cuenca, en km².

Datos:

Li = 29.6918 Km;

A = 16.1385 Km²

Reemplazando:

$$Dd = 29.6918/16.1385 = 1.84 \text{ km/km}^2$$

Densidad de Drenaje = 1.84 km/km²

4.1.3.3 Curva hipsométrica (curva hipsográfica)

Es la curvas que puesta en coordenadas rectangulares, representa la relación entre la altitud y la superficie de la cuenca que queda sobre esa altitud.

Para la construcción de la curva hipsométrica, tomé como base las curvas de nivel cada 100m, determinando las áreas parciales y áreas acumuladas para generar la gráfica de altitudes versus las áreas acumuladas que quedan sobre esas altitudes.

Los datos se presentan en la siguiente tabla:

Altitud m.s.n.m	Áreas Parciales Km2	Áreas Acumuladas Km2	Áreas que quedan sobre las altitudes	% Total	% Total que queda sobre la altitud
2380	0	0	18.050	0.00	100
2400	0.036	0.036	18.014	0.20	99.802
2500	0.781	0.817	17.234	4.33	95.476
2600	1.093	1.910	16.140	6.06	89.419
2700	1.152	3.062	14.988	6.38	83.036
2800	1.569	4.631	13.419	8.69	74.343
2900	1.208	5.839	12.211	6.69	67.653
3000	2.005	7.844	10.207	11.11	56.546
3100	1.735	9.578	8.472	9.61	46.934
3200	1.341	10.920	7.130	7.43	39.503
3300	1.356	12.275	5.775	7.51	31.993
3400	2.212	14.487	3.563	12.25	19.739
3500	3.147	17.634	0.416	17.43	2.306
3600	0.308	17.942	0.108	1.71	0.597
3700	0.067	18.010	0.040	0.37	0.224
3720	0.040	18.050	0.000	0.22	0.000

Cuadro 4.3 Cálculos para la obtención de la curva hipsométrica.

Fuente: Propia

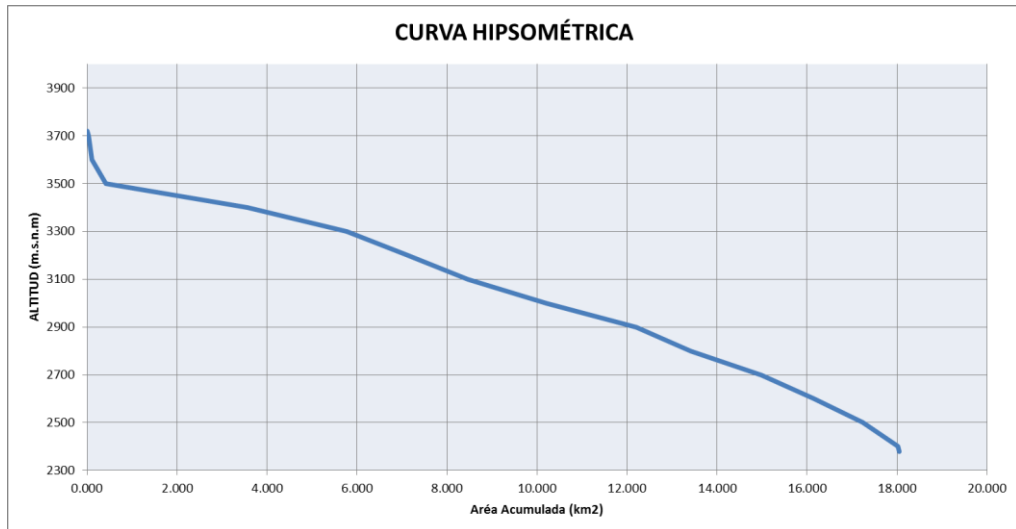


Grafico 4.3 Curva hipsométrica.

Fuente: Propia

4.1.3.4 Caudal de los cauces

- Cauce principal

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Q= Caudal máximo (m³/s)

C= Coeficiente de escorrentía

I= intensidad máxima de lluvia (mm/h)

A= área de la cuenca (Ha)

$$Q = \frac{0.15 * 147 * 17.66}{360}$$

$$Q = 1.08 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Cauce derecho del proyecto

$$Q = \frac{0.15 * 147 * 1.61}{360}$$

4.2 Análisis del talud

4.2.1 Ubicación

El proyecto de estabilidad de talud se encuentra ubicado entre los sectores Sausacocha – Pallar en el distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, Departamento de la Libertad. A una altitud de 2840 m.s.n.m.

Sus coordenadas son Entre los Paralelos : 7° 48' 06.60 de Latitud Sur Entre los Meridianos : 77° 56' 10.36" de Longitud Oeste.

La zona del proyecto se encuentra ubicada a 30 minutos de la ciudad de Huamachuco, dirigiéndose por la carretera Huamachuco – Sausacocha – Pallar - Chugay

4.2.2 Características del talud

Descripción	Dimensiones
Largo Horizontal	74.38 m.
Largo Vertical	218.00 m.
Altura	130.00 m.
Pendiente H:L	3:2
Área estudio	16533.68 m ² .
Cota máxima	2970 m.s.n.m.
Cota mínima	2840 m.s.n.m.

Cuadro 4.4 Resumen de dimensiones del talud

Fuente: Propia

4.2.3 Modelamiento en el programa SLIDE.

Para comenzar con el modelamiento del talud en el programa SLIDE (Rosscience), necesitaremos la topografía del terreno a estudiar, las propiedades del suelo obtenidas por la mecánica de suelos de las muestras alteradas e inalteradas.

4.2.3.1 Modelamiento del análisis de estabilidad de talud en condiciones estáticas.

El proceso conceptual propone la obtención de relaciones con la cual podremos desarrollar con facilidad el cálculo iterativo, con la cual será de mayor facilidad obtener los parámetros de resistencia residual del suelo.

Ingresados los datos que obtuvimos al realizar la mecánica de suelos y sondajes eléctricos para conocer los diferentes estratos se obtuvieron los valores a tener en cuenta son ángulo de fricción interna (ϕ), cohesión (kg/cm²), peso volumétrico (kg/m³) en el programa SLIDE, realizamos en las secciones un cálculo probabilístico inicial propuesto por el ejecutor, este cálculo nos servirá para la obtención de las relaciones y posibles secciones críticas necesarias, para así poder realizar algunas comparaciones previas al análisis, con las comparaciones propuestas o analizadas podemos definir mejor los parámetros importante como los son el ángulo de fricción, la cohesión y sección crítica.

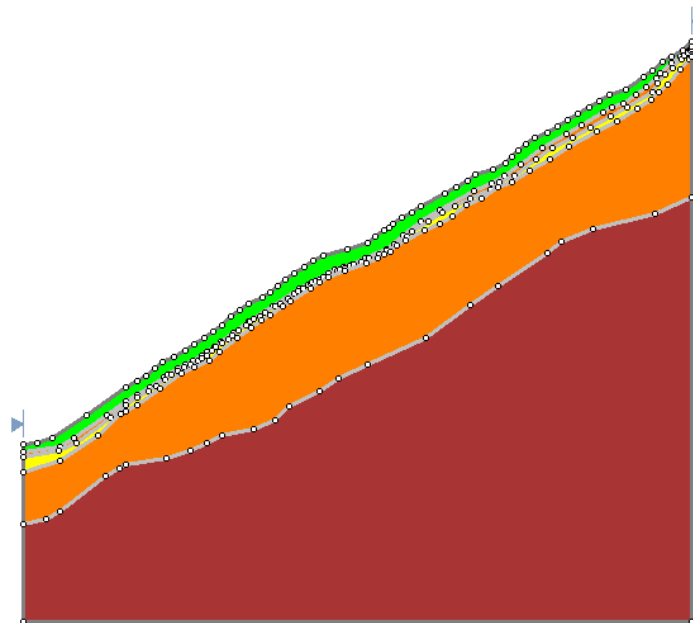






Figura 4.3 Modelacion del talud.

Fuente: PROGRAMA SLIDE

Property	Material 1	Material 2	Material 3	Material 4
Color				
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	17.4	18	19	30
Cohesion [kPa]	210.84	98	1e-005	45000
Friction Angle [deg]	34.5	15	35	45
Water Surface	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0

Cuadro 4.5 Propiedad de los materiales sin presencia de agua.

Fuente: PROGRAMA SLIDE

Iniciamos el análisis del estabilidad de talud en el programa SLIDE; antes de iniciar se indica que métodos utilizaremos, para esto se indicó que se realizarían los métodos de Bishop simplificado, Jambu simplificado y Spencer para su posterior calculo. El fin de realizar el análisis de estabilidad de talud con tres métodos es certificar que el factor de seguridad indique un valor casi exacto y que se mantengan los tres en un rango ya sea mayor a 1 en ambos, o menor a 1.

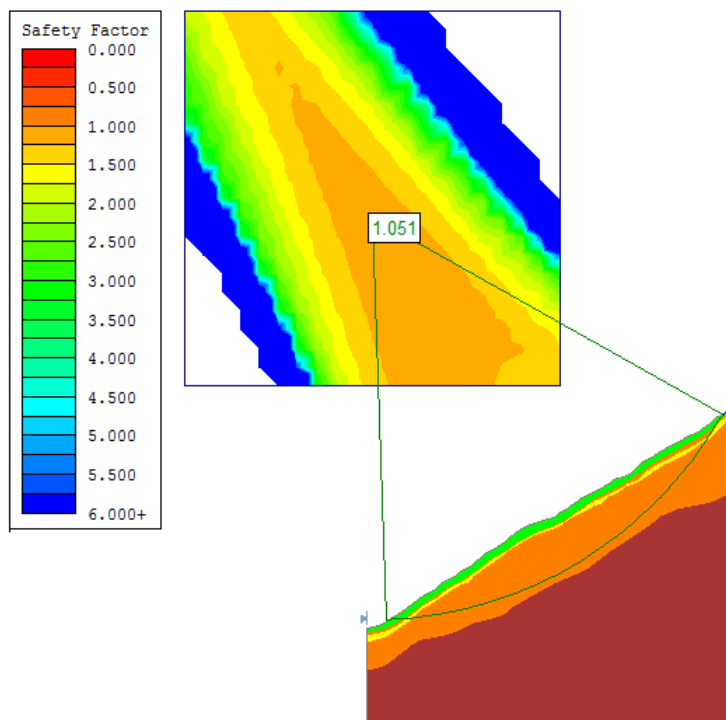


Figura 4.4 Factor de Seguridad del talud en condiciones estaticas por el metodo de Bishop modificado.

Fuente: PROGRAMA SLIDE

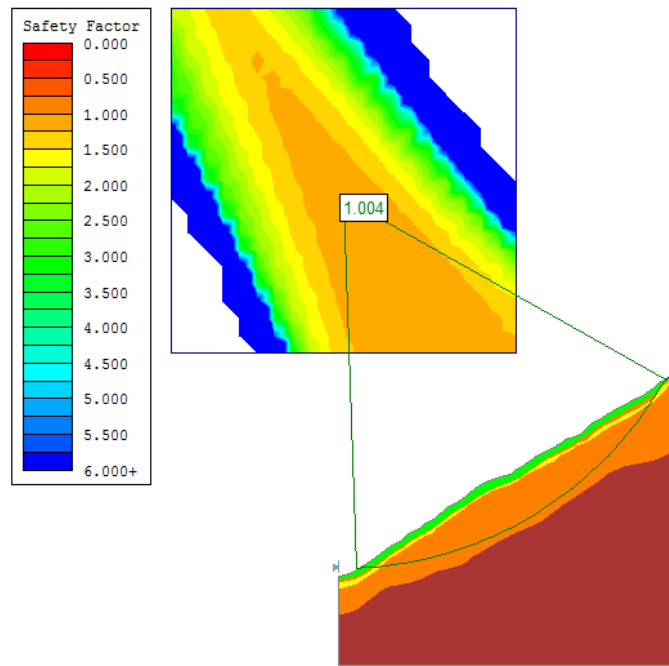


Figura 4.5 Factor de Seguridad del talud en condiciones estaticas por el metodo de Janbu modificado.

Fuente: PROGRAMA SLIDE

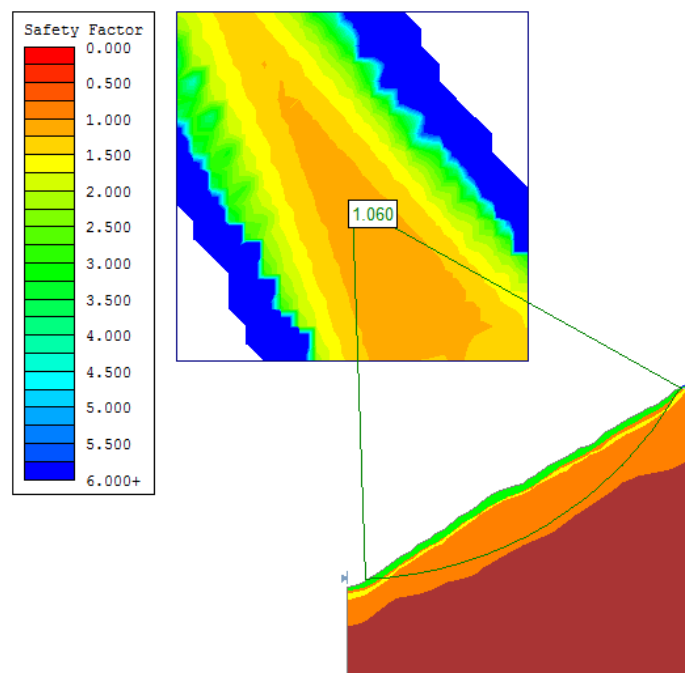







Figura 4.6 Factor de Seguridad del talud en condiciones estaticas por el metodo de Spencer.

Fuente: PROGRAMA SLIDE

4.2.3.2 Modelamiento del análisis de estabilidad de talud cuando se presenta lluvia.

Para realizar el análisis de estabilidad de talud frente a un fenómeno natural como la lluvia se tendrán en cuenta las presiones intersticiales del agua presentes en los diferentes estratos.

Para ello se tomaron en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, sus diferentes estratos.

Property	Material 1	Material 2	Material 3	Material 4	Material 5
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	17.4	18	19	30	17.2
Cohesion [kPa]	210.84	98	1e-005	45000	24.5
Friction Angle [deg]	34.5	15	35	45	15
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0.15	0.022	0.0189	0	0.1885
Material Weight Causes Excess Pore Pressure	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
B_bar value					

Cuadro 4.5 Propiedad de los materiales con presencia de agua.

Fuente: PROGRAMA SLIDE

Para el cálculo de la presión intersticial se calculó primero la profundidad de grieta de tensión, para luego calcular el factor de presión intersticial que nos servirá para el cálculo del factor de seguridad cuando se presenta lluvia en la zona del talud.

CAPAS	γ	Z	σ_v	γ_w	hw	θ	u	Ru
1 capa	17.4	10.5	182.7	9.81	10.1	35	27.4785929	0.15040281
2 capa	17.2	13.4	230.48	9.81	1.2	34.2	5.26608078	0.02284832
3 capa	22	18	396	9.81	1.7	35.6	7.49408712	0.01892446
4 capa	17.2	50	860	9.81	60	34.8	162.166202	0.18856535

Cuadro 4.6 Cuadro para el cálculo del factor de presión intersticial Ru.

Fuente: PROGRAMA SLIDE

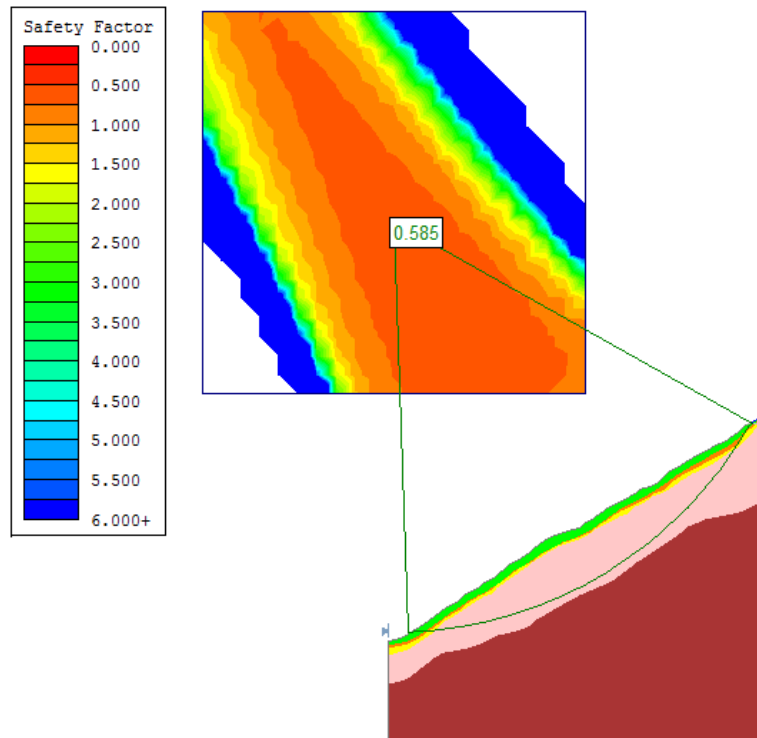


Figura 4.7 Factor de Seguridad del talud afectado por la lluvia por el metodo de Bishop simplificado.

Fuente: PROGRAMA SLIDE

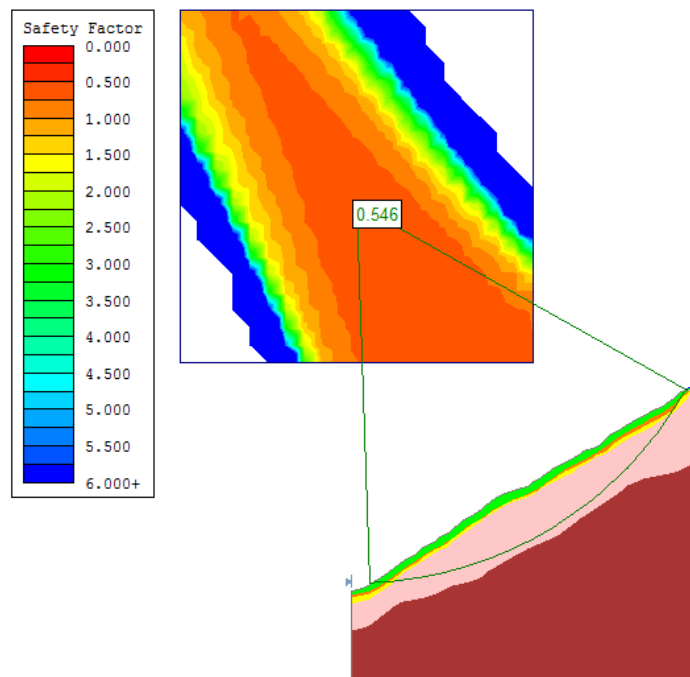


Figura 4.8 Factor de Seguridad del talud afectado por la lluvia por el metodo de Janbu simplificado.

Fuente: PROGRAMA SLIDE

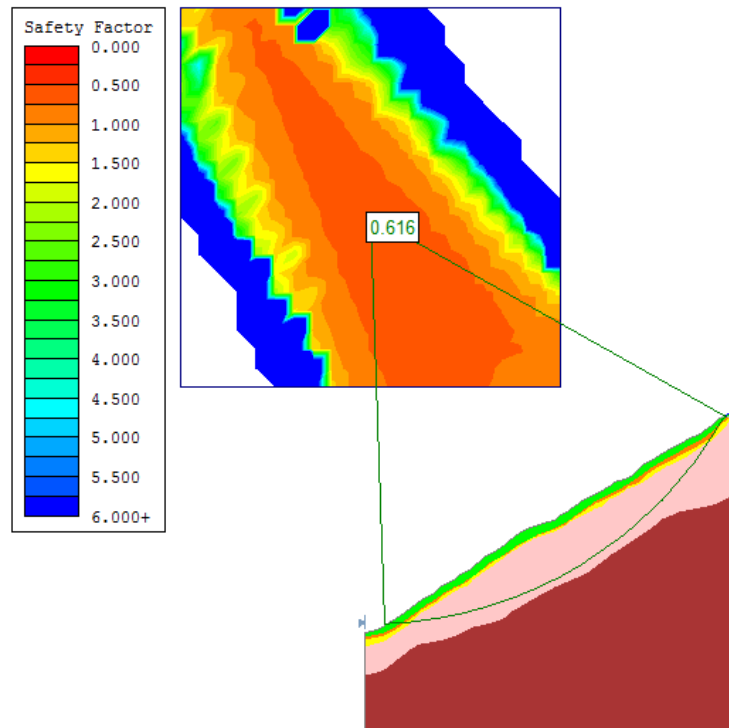


Figura 4.9 Factor de Seguridad del talud afectado por la lluvia por el metodo de Spencer.

Fuente: PROGRAMA SLIDE

4.2.4 Modelamiento en el programa GEO5.

Siguiendo con el estudio del análisis del talud, se implementó el análisis con el programa GEO5.

El programa GEO5 analizará los diferentes estratos del talud, en el cual por medio de iteraciones calculara la probabilidad mas desfavorable del plano de falla. Ademas del factor de seguridad (FS).

Asi como en el programa SLIDE se analizara con tres metodos:

- Método de Bishop.
- Método de Jambu.
- Método de Spencer.

En él analizaremos el talud en condiciones estaticas, y cuando se presente precipitaciones.

4.2.4.1 Modelamiento del análisis de estabilidad de talud en condiciones estáticas.

Para el modelamiento se tomaron los mismos datos del SLIDE, de las propiedades de cada estrato. Se realizó el mismo procedimiento para el diseño de estabilidad de talud.

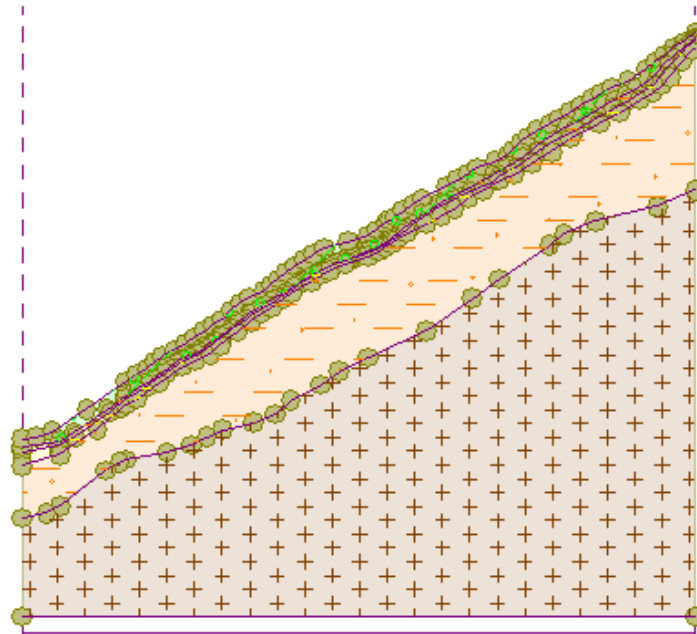


Figura 4.10 Perfil del talud para modelación del talud.

Fuente: PROGRAMA GEO5

Las propiedades del suelo de cada estrato a tomar en cuenta son los datos que obtuvimos al realizar la mecánica de suelos y sondajes eléctricos para conocer los diferentes estratos se obtuvieron los valores a tener en cuenta son ángulo de fricción interna (ϕ), cohesión (c), peso volumétrico (γ).

Nro.	Nombre	
1	Estrato 1	Estrato 1 Peso unitario : $\gamma = 17.40 \text{ kN/m}^3$ Estado de tensión : efectivo Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 34.50^\circ$ Cohesión de suelo : $c_{ef} = 210.84 \text{ kPa}$ Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 17.40 \text{ kN/m}^3$
2	Estrato 2	
3	Estrato 3	
4	Estrato 4	

Figura 4.11 Propiedad del primer estrato.

Fuente: PROGRAMA GEO5

Nro.	Nombre
1	Estrato 1
2	Estrato 2
3	Estrato 3
4	Estrato 4

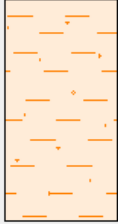
Estrato 2 Peso unitario : $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$ Estado de tensión : efectivo Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 15.00^\circ$ Cohesión de suelo : $c_{ef} = 98.00 \text{ kPa}$ Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$	
--	---

Figura 4.12 Propiedad del segundo estrato.

Fuente: PROGRAMA GEO5

Nro.	Nombre
1	Estrato 1
2	Estrato 2
3	Estrato 3
4	Estrato 4


Estrato 3 Peso unitario : $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$ Estado de tensión : efectivo Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 35.00^\circ$ Cohesión de suelo : $c_{ef} = 0.00 \text{ kPa}$ Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 19.00 \text{ kN/m}^3$	
---	---

Figura 4.13 Propiedad del tercer estrato.

Fuente: PROGRAMA GEO5

Nro.	Nombre
1	Estrato 1
2	Estrato 2
3	Estrato 3
4	Estrato 4


Estrato 4 Peso unitario : $\gamma = 30.00 \text{ kN/m}^3$ Estado de tensión : efectivo Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 45.00^\circ$ Cohesión de suelo : $c_{ef} = 45000.00 \text{ kPa}$ Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 30.00 \text{ kN/m}^3$	
---	---

Figura 4.14 Propiedad del tercer estrato.

Fuente: PROGRAMA GEO5

Iniciamos el análisis de la estabilidad de talud en el programa GEO5; para esto se indicó que se realizarían los métodos de Bishop, Jambu y Spencer para su posterior calculo. El programa GEO5 calculará los diferentes factores de seguridad en la probabilidad más desfavorable, además el programa GEO5 acepta como límite de factor de seguridad favorable el valor de 1.5.

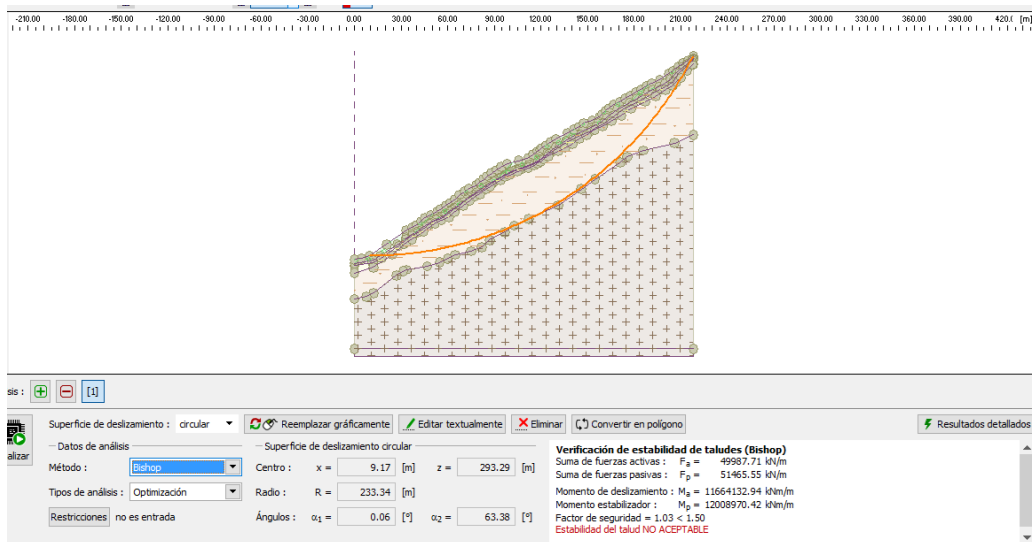


Figura 4.15 Análisis del talud con el método de Bishop en condiciones estáticas.

Fuente: PROGRAMA GEO5

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	9.17 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	0.06 [°]
	z =	293.29 [m]		$\alpha_2 =$	63.38 [°]
Radio :	R =	233.34 [m]			
La superficie de deslizamiento después de la optimización.					

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 49987.71$ kN/m

Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 51465.55$ kN/m

Momento de deslizamiento : $M_a = 11664132.94$ kNm/m

Momento estabilizador : $M_p = 12008970.42$ kNm/m

Factor de seguridad = $1.03 < 1.50$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Figura 4.16 Factor de Seguridad calculado con el método de Bishop en condiciones estáticas.

Fuente: PROGRAMA GEO5

El factor de seguridad con el método de Bishop calculado es de 1.03 por el programa Geo5 indica que hay estabilidad en condiciones estáticas.

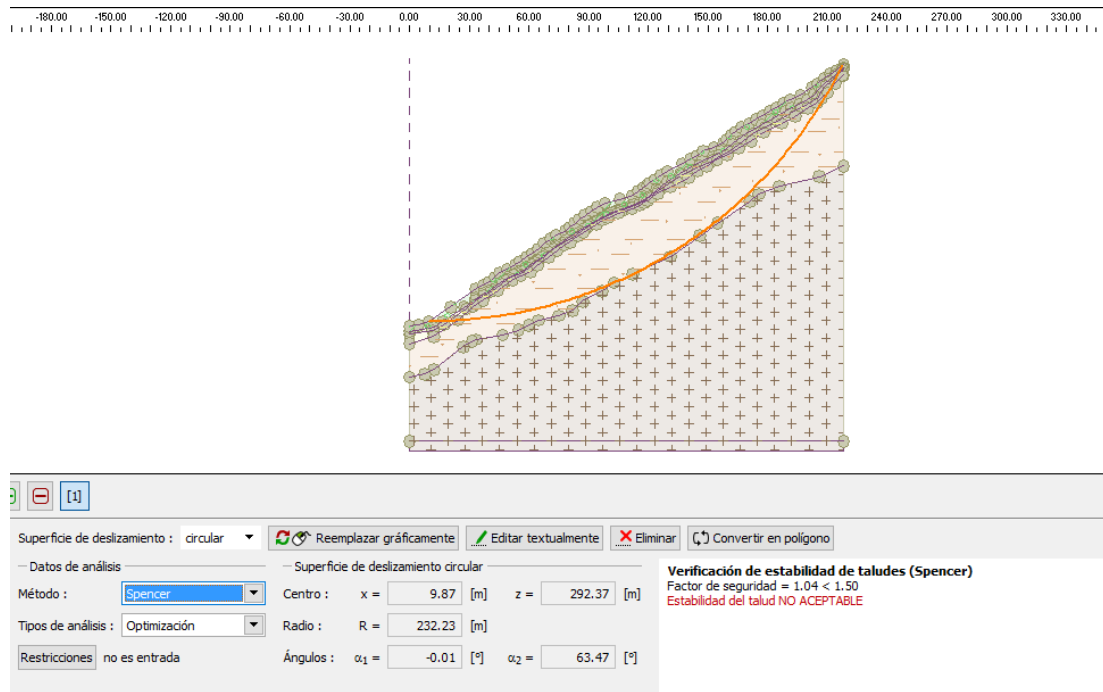


Figura 4.17 Análisis del talud con el método de Janbu en condiciones estáticas.

Fuente: PROGRAMA GEO5

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 4.01 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 = 0.22$ [°]
	z = 298.84 [m]		$\alpha_2 = 62.76$ [°]
Radio :	R = 240.47 [m]		
La superficie de deslizamiento después de la optimización.			

Verificación de estabilidad de taludes (Janbu)

Factor de seguridad = 1.03 < 1.50

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Figura 4.18 Factor de Seguridad calculado con el método de Janbu en condiciones estáticas.

Fuente: PROGRAMA GEO5

El factor de seguridad con el método de Bishop calculado es de 1.03 por el programa Geo5 indica que hay estabilidad en condiciones estáticas.

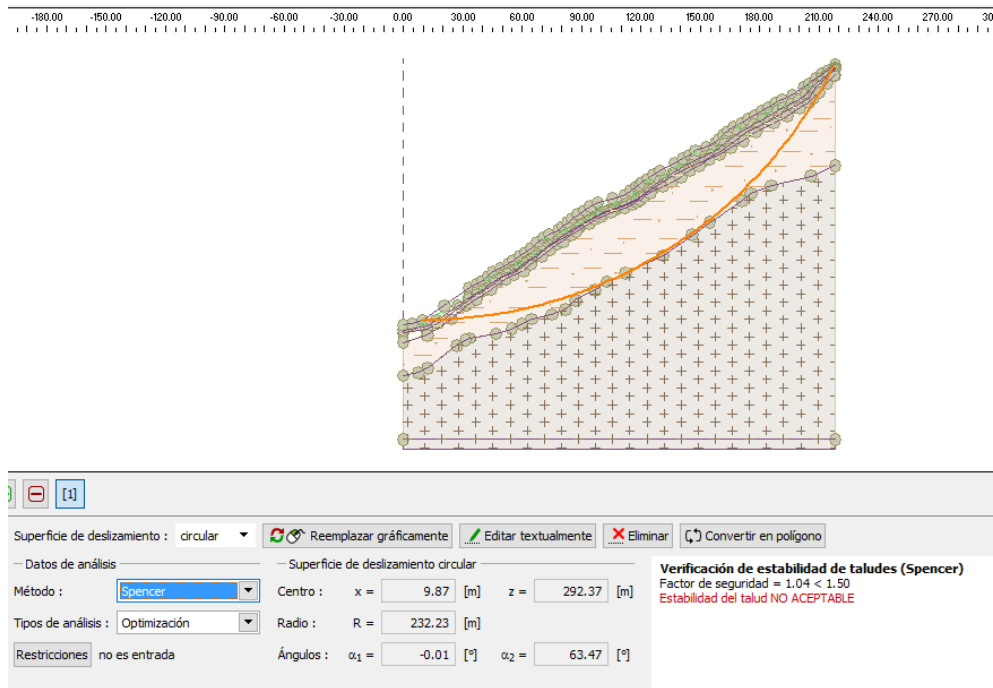


Figura 4.19 Análisis del talud con el método de Spencer en condiciones estáticas.

Fuente: PROGRAMA GEO5

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x =	9.87 [m]	Ángulos :
	z =	292.37 [m]	
Radio :	R =	232.23 [m]	$\alpha_2 = 63.47$ [°]

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)

Factor de seguridad = 1.04 < 1.50

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Figura 4.20 Factor de Seguridad calculado con el método de Spencer en condiciones estáticas.

Fuente: PROGRAMA GEO5

El factor de seguridad con el método de Bishop calculado es de 1.04 por el programa Geo5 indica que hay estabilidad en condiciones estáticas.

4.2.4.2 Modelamiento del análisis de estabilidad de talud cuando se presenta lluvia.

Para el análisis de estabilidad de talud frente a un fenómeno natural como la lluvia se tendrán en cuenta las presiones intersticiales del agua presentes en los

diferentes estratos. Al igual que el programa SLIDE se calculará Coeficiente de Presión Intersticial (Ru). Se tomarán los datos ya calculados en el cuadro 5.4. Se analizó también por los tres métodos: Bishop, Jambu y Spencer.

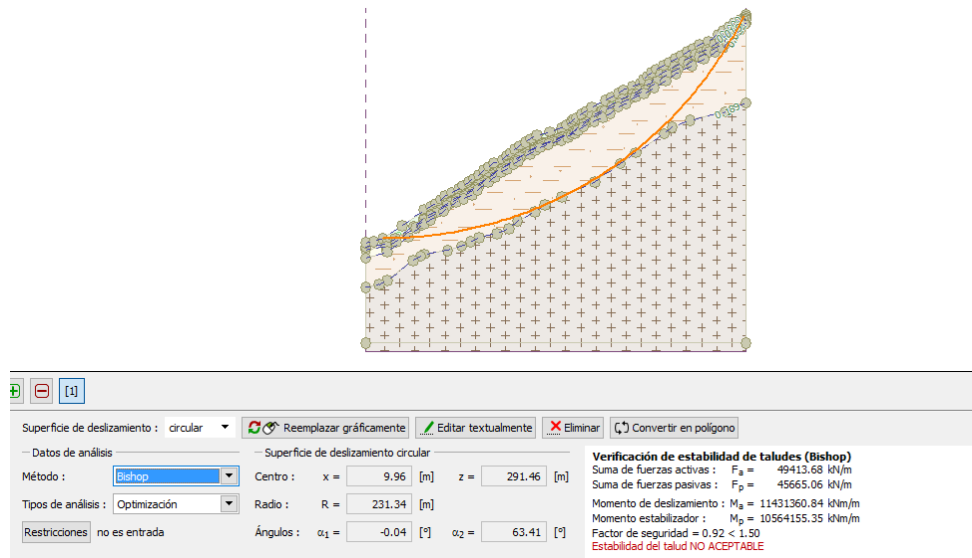


Figura 4.21 Análisis del talud con el método de Bishop afectado por la lluvia.

Fuente: PROGRAMA GEO5

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	9.96 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-0.04 [°]
	z =	291.46 [m]		$\alpha_2 =$	63.41 [°]
Radio :	R =	231.34 [m]	La superficie de deslizamiento después de la optimización interrumpida.		

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 49413.68$ kN/m
 Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 45665.06$ kN/m
 Momento de deslizamiento : $M_a = 11431360.84$ kNm/m
 Momento estabilizador : $M_p = 10564155.35$ kNm/m
 Factor de seguridad = 0.92 < 1.50
Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Figura 4.22 Factor de Seguridad calculado con el método de Bishop afectado por la lluvia.

Fuente: PROGRAMA GEO5

El factor de seguridad con el método de Bishop calculado es de 0.92 por el programa Geo5 indica que en el talud se presenta inestabilidad en al producirse lluvia.

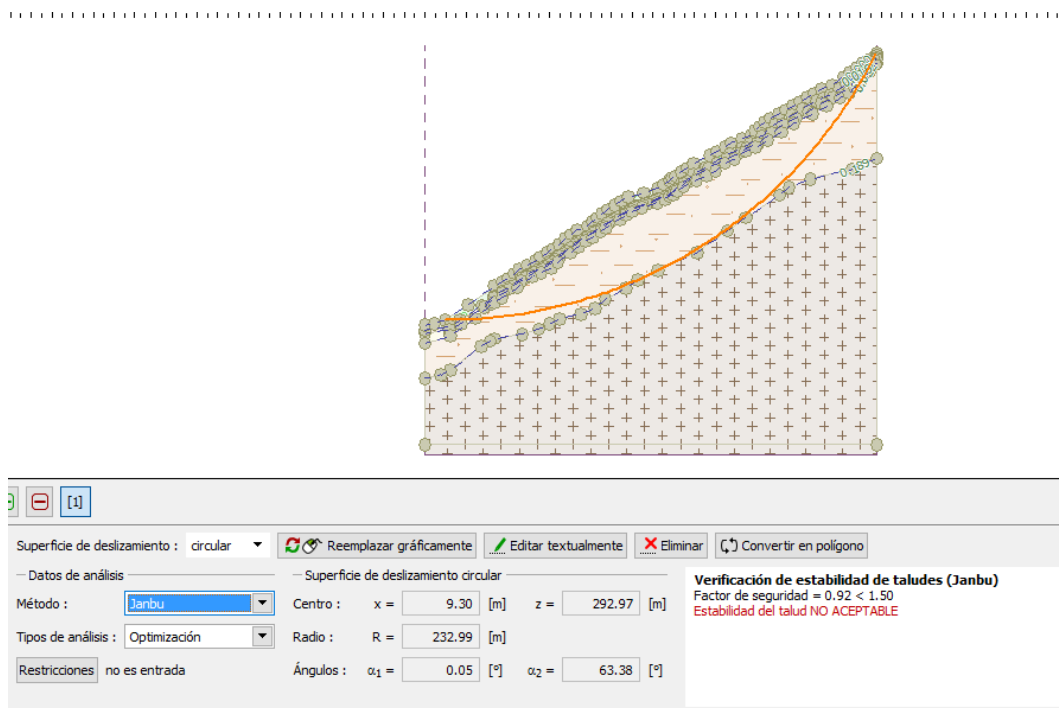


Figura 4.23 Análisis del talud con el método de Jambu afectado por la lluvia.

Fuente: PROGRAMA GEO5

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 9.30 [m]	Ángulos :	α ₁ = 0.05 [°]
	z = 292.97 [m]		α ₂ = 63.38 [°]
Radio :	R = 232.99 [m]		
La superficie de deslizamiento después de la optimización.			

Verificación de estabilidad de taludes (Janbu)

Factor de seguridad = 0.92 < 1.50

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Figura 4.24 Factor de Seguridad calculado con el método de Jambu afectado por la lluvia.

Fuente: PROGRAMA GEO5

El factor de seguridad con el método de Jambu calculado es de 0.92 por el programa Geo5 indica que en el talud se presenta inestabilidad en al producirse lluvia.

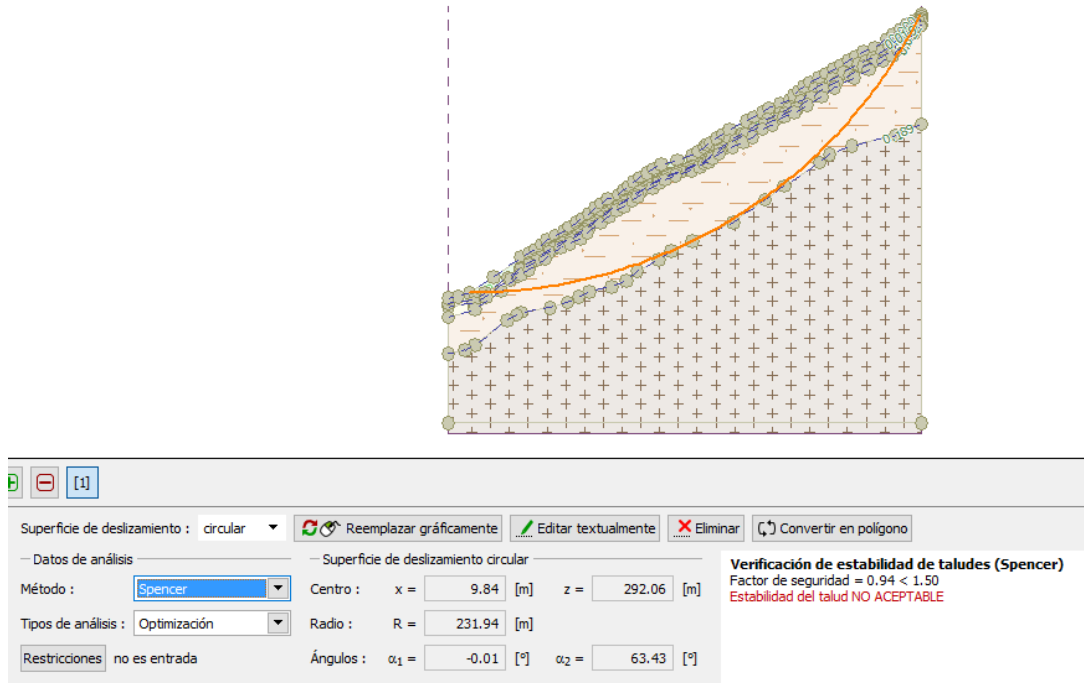


Figura 4.25 Análisis del talud con el método de Spencer afectado por la lluvia.

Fuente: PROGRAMA GEO5

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 9.84 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 = -0.01 [^\circ]$
	z = 292.06 [m]		$\alpha_2 = 63.43 [^\circ]$
Radio :	R = 231.94 [m]		

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)

Factor de seguridad = 0.94 < 1.50

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Figura 4.26 Factor de Seguridad calculado con el método de Spencer afectado por la lluvia.

Fuente: PROGRAMA GEO5

El factor de seguridad con el método de Spencer calculado es de 0.94 por el programa Geo5 indica que en el talud se presenta inestabilidad en al producirse lluvia.

4.2.5 Análisis de alternativas de solución para la estabilización del talud.

Para evitar un evento catastrófico en un futuro, se tendrán en cuenta la falla geográfica de la zona. La reducción de las fuerzas que se necesita lograr, para disminuir el efecto de empujes hidrostáticos y el peso de las masas de tierra.

Para aumentar las fuerzas resistentes del talud se emplearan tres métodos de estabilización de talud.

4.2.5.1 Estabilización de taludes mediante Malla Anclada (Sistema TECCO).

a) Diseño del sistema TECCO.

Se diseñara el espaciamiento de cada perno para lo cual se ha tenido en cuenta la malla G65/3 que se utiliza para suelos.

DATOS DEL SUELO	Estrato1	Estrato2	Estrato3
Inclinación del talud " α " (°)	32	-	-
Espesor de la capa inestable "t" (m)	4.05	1.1	2.75
Ángulo de fricción del suelo " ϕ " (°)	34.5	15	35
Cohesión del suelo "c" (KN/m3)	0.24	0.098	0.0001
Fuerza de pretensión "V" (KN)	30	30	30
Distancia horizontal entre pernos de anclaje "a" (m)	1.2	1.2	1.2
Distancia vertical entre pernos de anclaje "b" (m)	1.2	1.2	1.2
Fuerza paralela al talud "Z" (KN)	15	-	-
Inclinación del perno de anclaje con respecto a la horizontal " ψ " (°)	58	-	-
Inclinación del cono de presión con respecto a la horizontal " δ " (°)	60	-	-
Diámetro de la placa (mm)	3	-	-
Peso unitario del suelo (KN/m3)	17.4	18	19
Peso específico del agua	9.81		

Cuadro 4.7 Propiedades de los estratos de suelo del talud.

Fuente: Tesis Sistemas Flexibles de Estabilización Superficial de Taludes con Mallas de Acero y Pernos de Anclaje - Víctor Cabezas Pinto.

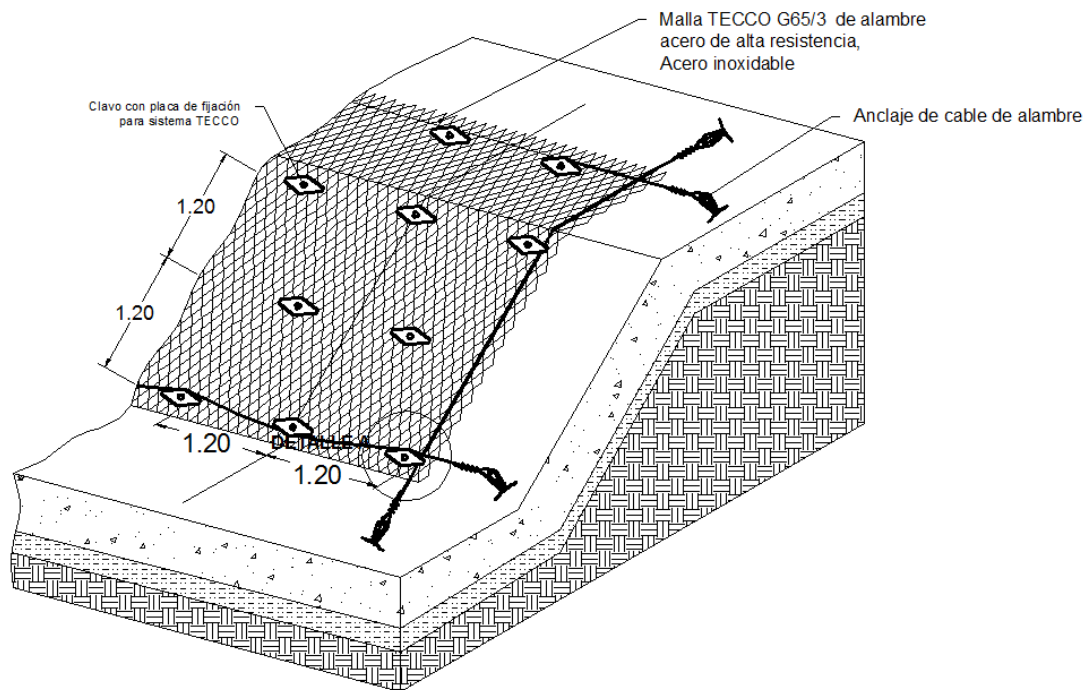


Figura 4.27 Imagen 3D del perfil del talud con malla anclada (SISTEMA TECCO).

Fuente: Propio.

- Inestabilidades superficiales paralelas al talud.

Fuerza del flujo paralela a su talud, cuya fórmula es la siguiente

$$F_s = \gamma_w i a b t = \gamma_w \sin(\alpha) a b t$$

F_s = Fuerza de flujo paralela a su talud.

γ_w =Peso específico del agua en (kN/m³).

α = Inclinación del talud.

a =Distancia horizontal entre pernos de anclaje (m).

b =Distancia vertical paralela al talud entre pernos de anclaje (m).

t =Espesor de la capa de suelo que se investiga (m).

$$G = a \cdot b \cdot t \cdot \gamma$$

$$S = G \sin \alpha - V \cos(\psi + \alpha) + F_s - \frac{[V \sin(\psi + \alpha) + G \cos \alpha] \cdot \tan \phi + cA}{\gamma_{mod}}$$

S= Fuerza Cortante.

G= Peso humedo del cuerpo deslizando.

α = Inclinación del talud.

V= Fuerza de pretensión del sistema.

Ψ = Inclinación del perno de anclaje con respecto a la horizontal.

c= cohesion del suelo.

A= superficie de deslizamiento.

γ_{mod} =Coeficiente de certeza del modelo

Los valores calculados según los datos del cuadro 5.5 son los siguientes:

$$S = 108.41 \text{ kN.}$$

$$G = 205.23 \text{ kN.}$$

$$\alpha = 32^\circ$$

$$V = 30 \text{ kN}$$

$$\Psi = 56^\circ$$

$$c = 0.24$$

$$A = 1.44$$

$$\gamma_{mod} = 1.1$$

- Inestabilidades locales entre pernos de anclaje.

Mecanismo de falla A

Se verificara para cada estrato y se calculara la fuerza axial del anclaje que está ejerciendo la barra de acero, se escogerá el de mayor para para su verificación.

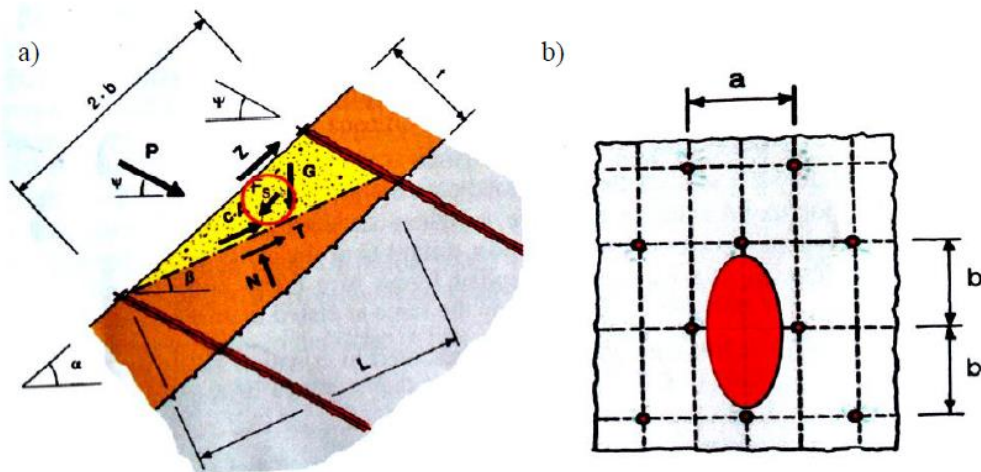


Figura 4.28 Distribución de pernos de anclajes y diagrama de fuerzas del clavo de anclaje.

Fuente: Tesis Sistemas Flexibles de Estabilización Superficial de Taludes con Mallas de Acero y Pernos de Anclaje - Víctor Cabezas Pinto.

ti (m)	β1 (°)	ared (m)	h (m)	L1 (m)	L2 (m)	A1 (m2)	A2 (m2)	Atotal (m2)	G (KN)	Adesl (m2)	Pd (KN)
0.00	32.00	0.90	0.00	0.00	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	2.16	-23.23
0.10	29.66	0.84	0.10	0.01	2.40	0.00	0.12	0.12	1.73	2.03	-20.14
0.20	27.42	0.78	0.19	0.02	2.39	0.00	0.23	0.23	3.16	1.89	-19.77
0.30	25.28	0.73	0.28	0.04	2.38	0.01	0.33	0.34	4.31	1.76	-16.06
0.40	23.24	0.67	0.37	0.07	2.37	0.01	0.43	0.45	5.19	1.63	-14.69
0.50	21.30	0.61	0.45	0.10	2.36	0.02	0.53	0.55	5.83	1.50	-15.10
0.60	19.45	0.55	0.52	0.14	2.34	0.04	0.61	0.65	6.22	1.37	-21.91
0.70	17.69	0.50	0.59	0.17	2.33	0.05	0.69	0.74	6.39	1.24	-22.92
0.80	16.02	0.44	0.66	0.21	2.31	0.07	0.76	0.83	6.35	1.10	-13.17
0.90	14.44	0.38	0.72	0.26	2.29	0.09	0.83	0.92	6.10	0.97	-12.94
1.00	12.93	0.32	0.78	0.30	2.27	0.12	0.89	1.01	5.66	0.83	-11.70
1.10	11.50	0.26	0.84	0.35	2.25	0.15	0.94	1.09	5.03	0.69	-10.50
1.20	10.14	0.21	0.89	0.40	2.23	0.18	1.00	1.17	4.22	0.54	-10.28
1.30	8.85	0.15	0.94	0.44	2.21	0.21	1.04	1.25	3.25	0.40	-10.03
1.40	7.62	0.09	0.99	0.49	2.19	0.24	1.08	1.33	2.12	0.25	-10.30
1.50	6.46	0.03	1.03	0.54	2.17	0.28	1.12	1.40	0.83	0.09	-9.58
1.60	5.35	-0.02	1.08	0.59	2.15	0.32	1.15	1.47	-0.61	-0.06	-9.31
1.70	4.30	-0.08	1.12	0.64	2.12	0.36	1.19	1.54	-2.18	-0.23	-9.08
1.80	3.29	-0.14	1.15	0.68	2.11	0.39	1.21	1.61	-3.90	-0.39	-8.81
1.90	2.34	-0.20	1.19	0.73	2.09	0.43	1.24	1.67	-5.74	-0.56	-8.51
2.00	1.43	-0.25	1.22	0.78	2.07	0.48	1.26	1.74	-7.70	-0.72	-8.19
2.10	0.56	-0.31	1.25	0.83	2.05	0.52	1.28	1.80	-9.78	-0.90	-7.83
2.20	-0.27	-0.37	1.28	0.87	2.03	0.56	1.30	1.86	-11.98	-1.07	-7.44
2.30	-1.06	-0.43	1.31	0.92	2.01	0.60	1.32	1.92	-14.28	-1.25	-7.01
2.40	-1.82	-0.49	1.34	0.96	1.99	0.64	1.33	1.98	-16.69	-1.44	-6.55
2.50	-2.54	-0.54	1.36	1.01	1.98	0.69	1.35	2.03	-19.21	-1.62	-6.04
2.60	-3.23	-0.60	1.38	1.05	1.96	0.73	1.36	2.09	-21.81	-1.81	-5.51
2.70	-3.90	-0.66	1.41	1.10	1.94	0.77	1.37	2.14	-24.52	-2.00	-4.93
2.80	-4.53	-0.72	1.43	1.14	1.93	0.81	1.38	2.19	-27.31	-2.20	-4.31
2.90	-5.14	-0.77	1.45	1.18	1.91	0.85	1.39	2.24	-30.19	-2.39	-3.66
3.00	-5.72	-0.83	1.47	1.22	1.90	0.90	1.39	2.29	-33.15	-2.59	-2.97
3.10	-6.28	-0.89	1.49	1.26	1.88	0.94	1.40	2.34	-36.19	-2.80	-2.24
3.20	-6.82	-0.95	1.50	1.30	1.87	0.98	1.41	2.38	-39.31	-3.00	-1.47
3.30	-7.34	-1.01	1.52	1.34	1.86	1.02	1.41	2.43	-42.51	-3.21	-0.67
3.40	-7.84	-1.06	1.54	1.38	1.84	1.06	1.42	2.47	-45.77	-3.42	0.17
3.50	-8.32	-1.12	1.55	1.41	1.83	1.10	1.42	2.52	-49.11	-3.64	1.04
3.60	-8.78	-1.18	1.57	1.45	1.82	1.14	1.42	2.56	-52.52	-3.85	1.95
3.70	-9.22	-1.24	1.58	1.49	1.81	1.18	1.43	2.60	-55.99	-4.07	2.89
3.80	-9.65	-1.29	1.60	1.52	1.79	1.21	1.43	2.64	-59.52	-4.29	3.87
3.90	-10.06	-1.35	1.61	1.56	1.78	1.25	1.43	2.68	-63.11	-4.51	4.88
4.00	-10.46	-1.41	1.62	1.59	1.77	1.29	1.43	2.72	-66.77	-4.74	5.92
4.10	-10.85	-1.47	1.63	1.62	1.76	1.32	1.44	2.76	-70.48	-4.96	7.00
4.20	-11.22	-1.52	1.64	1.66	1.75	1.36	1.44	2.80	-74.24	-5.19	8.11
4.30	-11.58	-1.58	1.65	1.69	1.74	1.40	1.44	2.83	-78.06	-5.42	9.24
4.40	-11.93	-1.64	1.66	1.72	1.73	1.43	1.44	2.87	-81.93	-5.66	10.41
4.50	-12.26	-1.70	1.68	1.75	1.72	1.47	1.44	2.91	-85.85	-5.89	11.61
4.60	-12.59	-1.76	1.68	1.78	1.71	1.50	1.44	2.94	-89.82	-6.13	12.83
4.70	-12.90	-1.81	1.69	1.81	1.70	1.53	1.44	2.97	-93.84	-6.37	14.08
4.80	-13.21	-1.87	1.70	1.84	1.69	1.57	1.44	3.01	-97.90	-6.61	15.37
4.90	-13.50	-1.93	1.71	1.87	1.68	1.60	1.44	3.04	-102.01	-6.85	16.67
5.00	-13.79	-1.99	1.72	1.90	1.67	1.63	1.44	3.07	-106.16	-7.09	18.01
5.10	-14.07	-2.04	1.73	1.92	1.67	1.66	1.44	3.10	-110.35	-7.34	19.37
5.20	-14.34	-2.10	1.74	1.95	1.66	1.69	1.44	3.13	-114.59	-7.59	20.75
5.30	-14.60	-2.16	1.74	1.98	1.65	1.72	1.44	3.16	-118.86	-7.83	22.16
5.40	-14.86	-2.22	1.75	2.00	1.64	1.75	1.44	3.19	-123.17	-8.08	23.59
5.50	-15.10	-2.28	1.76	2.03	1.63	1.78	1.44	3.22	-127.52	-8.34	25.05
5.60	-15.35	-2.33	1.77	2.06	1.63	1.81	1.44	3.25	-131.90	-8.59	26.53
5.70	-15.58	-2.39	1.77	2.08	1.62	1.84	1.43	3.28	-136.32	-8.84	28.03
5.80	-15.81	-2.45	1.78	2.10	1.61	1.87	1.43	3.30	-140.78	-9.10	29.56
5.90	-16.03	-2.51	1.78	2.13	1.61	1.90	1.43	3.33	-145.27	-9.36	31.10
6.00	-16.24	-2.56	1.79	2.15	1.60	1.93	1.43	3.36	-149.79	-9.62	32.67
6.10	-16.45	-2.62	1.80	2.18	1.59	1.95	1.43	3.38	-154.34	-9.88	34.25
6.20	-16.66	-2.68	1.80	2.20	1.59	1.98	1.43	3.41	-158.92	-10.14	35.86
6.30	-16.86	-2.74	1.81	2.22	1.58	2.01	1.43	3.43	-163.54	-10.40	37.49
6.40	-17.05	-2.80	1.81	2.24	1.57	2.03	1.43	3.46	-168.18	-10.66	39.13
6.50	-17.24	-2.85	1.82	2.26	1.57	2.06	1.42	3.48	-172.85	-10.93	40.80
6.60	-17.42	-2.91	1.82	2.29	1.56	2.08	1.42	3.51	-177.55	-11.20	42.48
6.70	-17.60	-2.97	1.83	2.31	1.56	2.11	1.42	3.53	-182.28	-11.46	44.18
6.80	-17.78	-3.03	1.83	2.33	1.55	2.13	1.42	3.55	-187.03	-11.73	45.90
6.90	-17.95	-3.08	1.84	2.35	1.54	2.16	1.42	3.57	-191.81	-12.00	47.64
7.00	-18.12	-3.14	1.84	2.37	1.54	2.18	1.42	3.60	-196.61	-12.27	49.39

Cuadro 4.8 Resultados del mecanismo de falla A (lo sombreado en amarillo es lo critico).

Fuente: Propio

Mecanismo de falla B

Se verificara para cada estrato y se calculara la fuerza axial del anclaje que está ejerciendo la barra de acero, se escogerá el de mayor para para su verificación.

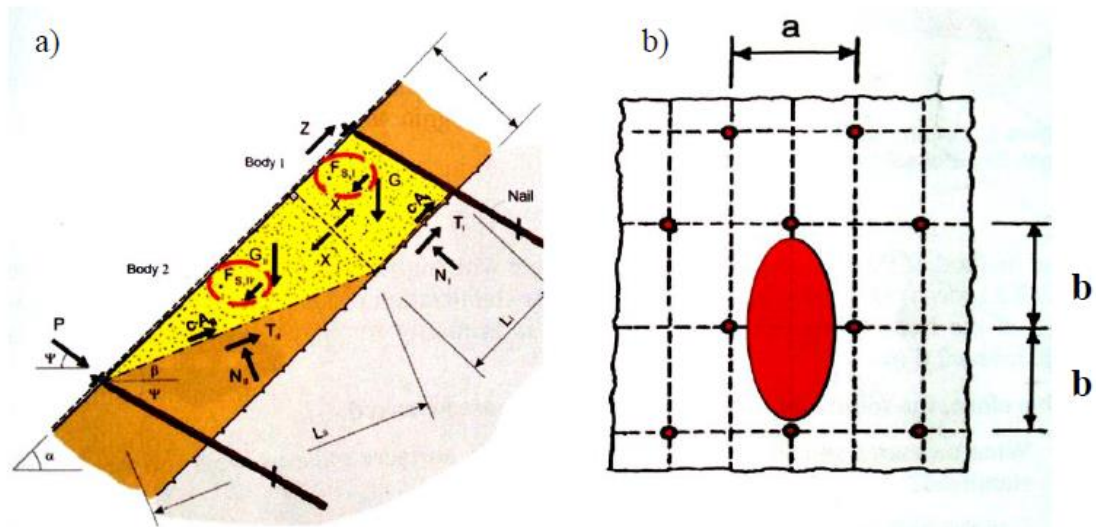


Figura 4.29 Distribución de pernos de anclajes y diagrama de fuerzas del clavo de anclaje.

Fuente: Tesis Sistemas Flexibles de Estabilización Superficial de Taludes con Mallas de Acero y Pernos de Anclaje - Víctor Cabezas Pinto

ti (m)	β1 (°)	L1 (m)	L2 (m)	Alat1 (m2)	Alat2 (m2)	G1 (KN)	G2 (KN)	Ades1 (m2)	Ades2 (m2)	X (KN)	Pd (KN)
0	0.45	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.16	0.00	0.00	-10.75
0.1	0.46	2.24	0.19	0.01	0.22	0.12	3.28	1.89	0.16	0.00	-10.83
0.2	0.46	2.08	0.38	0.03	0.42	0.44	5.67	1.63	0.30	-0.01	-13.66
0.3	0.47	1.92	0.57	0.07	0.57	0.93	7.27	1.40	0.42	-0.02	-11.09
0.4	0.48	1.76	0.77	0.13	0.70	1.52	8.17	1.18	0.51	-0.03	-11.19
0.5	0.48	1.60	0.96	0.20	0.80	2.17	8.47	0.98	0.58	-0.04	-13.06
0.6	0.49	1.44	1.15	0.29	0.86	2.83	8.27	0.80	0.64	-0.06	-21.62
0.7	0.50	1.28	1.34	0.40	0.89	3.45	7.67	0.64	0.66	-0.09	-22.58
0.8	0.51	1.12	1.53	0.52	0.89	3.98	6.76	0.49	0.67	-0.11	-11.72
0.9	0.52	0.96	1.72	0.66	0.85	4.38	5.64	0.37	0.66	-0.14	-13.02
1	0.52	0.80	1.92	0.82	0.78	4.59	4.40	0.26	0.62	-0.18	-12.27
1.1	0.53	0.64	2.11	0.99	0.68	4.56	3.15	0.17	0.56	-0.22	-11.74
1.2	0.54	0.48	2.30	1.18	0.55	4.24	1.99	0.10	0.48	-0.26	-11.86
1.3	0.55	0.32	2.49	1.38	0.39	3.59	1.00	0.05	0.37	-0.30	-11.95
1.4	0.56	0.16	2.68	1.60	0.19	2.56	0.30	0.01	0.25	-0.35	-12.48
1.5	0.57	0.00	2.88	1.84	-0.04	1.09	-0.03	0.00	0.10	-0.40	-12.16
1.6	0.58	-0.16	3.07	2.10	-0.31	-0.87	0.13	0.00	-0.07	-0.46	-12.27
1.7	0.59	-0.32	3.26	2.37	-0.60	-3.36	0.85	0.03	-0.27	-0.52	-12.37
1.8	0.60	-0.49	3.46	2.65	-0.93	-6.43	2.26	0.07	-0.48	-0.58	-12.46
1.9	0.62	-0.65	3.65	2.96	-1.29	-10.14	4.44	0.13	-0.72	-0.65	-12.56
2	0.63	-0.81	3.84	3.28	-1.69	-14.54	7.49	0.21	-0.98	-0.72	-12.64
2.1	0.64	-0.97	4.04	3.62	-2.12	-19.67	11.52	0.30	-1.26	-0.79	-12.72
2.2	0.65	-1.13	4.23	3.97	-2.58	-25.59	16.63	0.42	-1.57	-0.87	-12.79
2.3	0.67	-1.30	4.42	4.34	-3.08	-32.35	22.91	0.56	-1.89	-0.95	-12.85
2.4	0.68	-1.46	4.62	4.73	-3.61	-40.00	30.47	0.71	-2.24	-1.04	-12.89
2.5	0.70	-1.62	4.81	5.14	-4.17	-48.59	39.41	0.88	-2.61	-1.12	-12.93
2.6	0.71	-1.79	5.01	5.56	-4.77	-58.17	49.84	1.07	-3.01	-1.22	-12.95
2.7	0.73	-1.95	5.20	6.00	-5.40	-68.80	61.85	1.29	-3.43	-1.31	-12.95
2.8	0.74	-2.12	5.40	6.46	-6.06	-80.53	75.56	1.52	-3.87	-1.41	-12.93
2.9	0.76	-2.28	5.59	6.93	-6.76	-93.41	91.06	1.77	-4.33	-1.52	-12.88
3	0.78	-2.45	5.79	7.42	-7.49	-107.49	108.47	2.03	-4.82	-1.63	-12.81
3.1	0.80	-2.61	5.98	7.93	-8.26	-116.58	127.89	2.32	-5.32	-1.65	-12.63
3.2	0.82	-2.78	6.18	8.50	-9.06	-140.14	149.42	2.63	-5.86	-1.86	-12.59
3.3	0.84	-2.94	6.38	9.01	-9.90	-157.52	173.19	2.96	-6.41	-1.97	-12.42
3.4	0.86	-3.11	6.58	9.57	-10.77	-176.98	199.29	3.31	-6.99	-2.10	-12.21
3.5	0.89	-3.28	6.77	10.15	-11.68	-197.91	227.85	3.67	-7.59	-2.23	-11.96
3.6	0.91	-3.45	6.97	10.75	-12.63	-220.39	258.98	4.06	-8.22	-2.36	-11.65
3.7	0.94	-3.61	7.17	11.37	-13.61	-244.47	292.79	4.47	-8.87	-2.49	-11.28
3.8	0.97	-3.78	7.37	12.00	-14.63	-270.21	329.41	4.90	-9.54	-2.63	-10.85
3.9	1.00	-3.95	7.57	12.66	-15.69	-297.68	368.97	5.35	-10.24	-2.78	-10.34
4	1.03	-4.13	7.77	13.33	-16.78	-326.93	411.58	5.82	-10.96	-2.93	-9.75
4.1	1.07	-4.30	7.98	14.03	-17.92	-358.04	457.39	6.31	-11.70	-3.08	-9.07
4.2	1.10	-4.47	8.18	14.74	-19.09	-391.07	506.52	6.82	-12.47	-3.24	-8.27
4.3	1.14	-4.65	8.38	15.47	-20.30	-426.10	559.12	7.35	-13.27	-3.40	-7.35
4.4	1.19	-4.82	8.59	16.23	-21.56	-463.20	615.35	7.91	-14.09	-3.57	-6.28
4.5	1.23	-5.00	8.80	17.01	-22.86	-502.46	675.36	8.49	-14.94	-3.74	-5.05
4.6	1.28	-5.18	9.00	17.80	-24.20	-543.95	739.33	9.10	-15.81	-3.92	-3.63
4.7	1.33	-5.36	9.21	18.63	-25.59	-587.77	807.43	9.72	-16.71	-4.10	-1.99
4.8	1.39	-5.55	9.43	19.47	-27.02	-634.03	879.87	10.38	-17.64	-4.29	-0.08
4.9	1.45	-5.73	9.64	20.34	-28.51	-682.83	956.86	11.06	-18.60	-4.48	2.13
5	1.52	-5.92	9.86	21.24	-30.05	-734.29	1038.65	11.77	-19.59	-4.68	4.71
5.1	1.60	-6.11	10.08	22.17	-31.64	-788.55	1125.52	12.50	-20.61	-4.88	7.73
5.2	1.68	-6.31	10.30	23.12	-33.29	-845.77	1217.78	13.27	-21.66	-5.09	11.27
5.3	1.78	-6.51	10.53	24.11	-35.01	-906.14	1315.79	14.07	-22.74	-5.31	15.47
5.4	1.88	-6.72	10.76	25.13	-36.80	-969.87	1419.99	14.90	-23.87	-5.54	20.48
5.5	2.00	-6.93	11.00	26.20	-38.67	-1037.21	1530.89	15.78	-25.03	-5.78	26.49
5.6	2.13	-7.16	11.25	27.31	-40.62	-1108.51	1649.16	16.70	-26.24	-6.02	33.77
5.7	2.29	-7.39	11.50	28.46	-42.68	-1184.15	1775.59	17.66	-27.49	-6.28	42.71
5.8	2.46	-7.63	11.76	29.68	-44.86	-1264.67	1911.23	18.69	-28.81	-6.55	53.80
5.9	2.67	-7.89	12.04	30.97	-47.18	-1350.76	2057.49	19.78	-30.19	-6.84	47.74
6	2.91	-8.17	12.34	32.35	-49.67	-1443.38	2216.26	20.96	-31.64	-7.14	45.55
6.1	3.20	-8.48	12.66	33.84	-52.40	-1543.89	2390.26	22.24	-33.20	-7.47	48.64
6.2	3.56	-8.83	13.02	35.48	-55.41	-1654.28	2583.49	23.66	-34.88	-7.84	51.03
6.3	4.00	-9.23	13.42	37.32	-58.83	-1777.66	2802.17	25.26	-36.73	-8.25	52.52
6.4	4.57	-9.71	13.89	39.46	-62.85	-1919.17	3056.55	27.14	-38.83	-8.72	54.82
6.5	5.33	-10.32	14.48	42.06	-67.79	-2087.95	3364.93	29.43	-41.32	-9.30	57.68
6.6	6.40	-11.14	15.27	45.46	-74.32	-2302.14	3763.59	32.44	-44.46	-10.05	57.77
6.7	8.00	-12.41	16.47	50.41	-83.96	-2603.67	4336.36	36.85	-48.89	-11.15	58.52
6.8	10.67	-14.77	18.69	59.20	-101.27	-3116.90	5332.00	44.70	-56.56	-13.10	58.48
6.9	16.00	-21.42	25.03	83.02	-148.64	-4454.46	7975.77	66.06	-77.19	-18.37	59.42

Cuadro 4.9 Resultados del mecanismo de falla B (lo sombreado en amarillo es lo critico).

Fuente: Propio

b) Verificación de la malla anclada.

- Verificación de resistencia de la malla al corte en el borde superior de la placa de fijación.

$$P_d \leq \frac{P_R}{\gamma_{PR}} :$$

	FALLA A	FALLA B
Pd=	49.39 KN	59.42 KN
PR=	90.00 KN	
YPR=	1.5	
Pd=	60.00 KN	CUMPLE

- Verificación de la resistencia de la malla a la transmisión selectiva de la fuerza Z paralela al talud sobre el perno de anclaje superior.

$$Z_d \leq \frac{Z_R}{\gamma_{ZR}}$$

ZR=	30.00 KN
YZR=	1.5
Zd	15.00 KN CUMPLE

- Verificación de la resistencia del anclaje debido al deslizamiento superficial y paralelo al talud.

$$S_d \leq \frac{S_R}{\gamma_{SR}}$$

SR=	178.00 KN
YSR=	1.5
Sd=	109.45 KN CUMPLE

- Verificación de resistencia de la malla contra el punzonamiento.

$$V_{dII} = V \cdot \gamma_{VII} \qquad V_{dII} \leq \frac{D_R}{\gamma_{DR}}$$

VdII=	45.00 KN	CUMPLE
V=	30.00 KN	
γVII=	1.5	
DR=	180.00 KN	
γDR=	1.5	

- Verificación de la resistencia de los pernos de anclaje ante la combinación de otras fuerzas.

$$\sqrt{\left(\frac{V_{dII}}{\left(\frac{T_R}{\gamma_{VR}}\right)}\right)^2 + \left(\frac{S_d}{\left(\frac{S_R}{\gamma_{SR}}\right)}\right)^2} \leq 1,0 \qquad \left(\left[\frac{P_d}{\left(\frac{T_R}{F-p}\right)}\right]^2 + \left[\frac{S}{\left(\frac{S_R}{\gamma_{SR}}\right)}\right]^2\right)^{0,5} \leq 1,0$$

TR=	308.00 KN
γVR=	1.5

0.95 < 1 **CUMPLE**

0.97 < 1 **CUMPLE**

- c) Verificación de la estabilidad global de la malla anclada (FS).

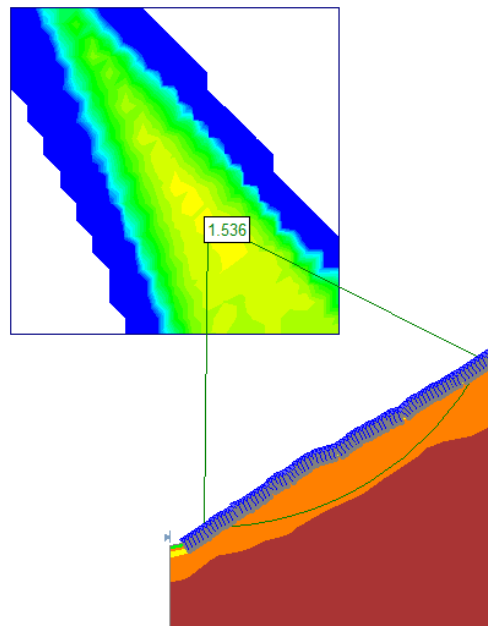


Figura 4.30 Factor de seguridad del talud mediante el sistema de malla anclada.

Fuente: Programa SLIDE

4.2.5.2 Estabilización de taludes mediante Suelo Reforzado.

a) Geometría del Suelo Reforzado (TERRAMESH VERDE).

Largo: 10.00 m.

Ancho: 2.00 m.

Altura: 1.00 m.

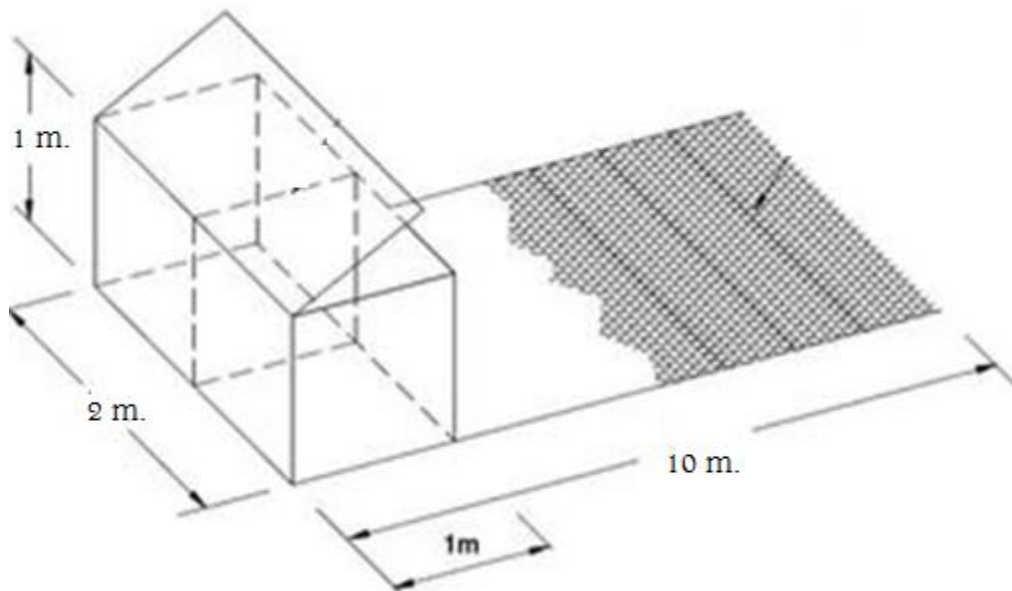


Figura 4.30 Geometría de la malla Terramesh Verde.

Fuente: Propio

b) Características de la malla Terramesh Verde.

- Detalle del refuerzo Terramesh Verde:

Resistencia a corto plazo $T_{ult} = 50.00 \text{ kN/m}$

Resistencia a largo plazo $R_t = 43.61 \text{ kN/m}$

Longitud del refuerzo = 14 m.

Abertura de malla = 10 x 12 cm.

- Material de cobertura:

Peso unitario $\gamma = 24.3 \text{ kN/m}^3$

c) Diseño del sistema suelo reforzado en el programa GEO5.

- Cálculo del empuje activo:

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$E_a = \frac{1}{2} * \gamma_{\text{suelo}} * H^2 * K_a$$

- Momento por volcamiento:

$$M_o = \frac{H}{3} * K_a$$

- Momento estabilizante:

$$M_e = W * B_{wt}$$

- Factor de seguridad por volcamiento:

$$F_{sv} = \frac{M_e}{M_o}$$

- Factor de seguridad por deslizamiento:

$$F_{SD} = \frac{\sum V * \tan(K1 * \phi)}{E_a * H}$$

- Punto de aplicación de la normal:

$$X = \frac{(M_e - M_o)}{W_T + W_{s1}}$$

Se realizó el diseño en el programa GEO5, utilizando la malla hexagonal TERRAMESH VERDE.



Figura 4.31 Perfil del talud con el sistema de suelo reforzado.

Fuente: PROGRAMA GEO5

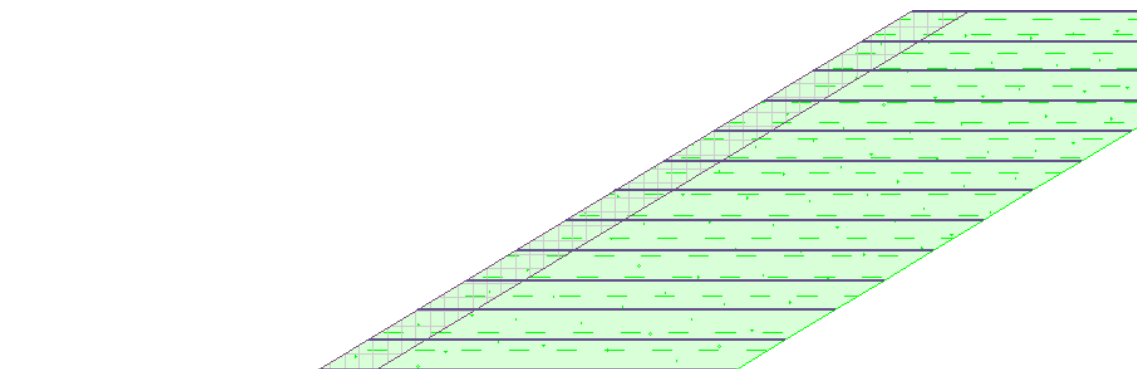


Figura 4.32 Perfil del talud con el sistema de suelo reforzado.

Fuente: PROGRAMA GEO5

Verificación de la estabilidad por volcamiento y deslizamiento:

Nombre	F_{hor} [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Diseño Coeficiente
Peso - Suelo reforzado	0.00	-63.47	31989.09	112.15	1.000
Presión activa	2677.01	-38.53	-1331.28	70.58	1.000

Verificación del muro completo

Verificación de la estabilidad de vuelco

Momento estabilizador $M_{res} = 3493711.85$ kNm/m

Momento de vuelco $M_{ovr} = 103139.32$ kNm/m

Factor de seguridad = 33.87 > 1.50

Muro para vuelco ES SATISFACTORIA

Verificación del deslizamiento

Fuerza horizontal resistente $H_{res} = 9586.74$ kN/m

Fuerza horizontal activa $H_{act} = 2677.01$ kN/m

Factor de seguridad = 3.58 > 1.50

Muro para deslizamiento ES SATISFACTORIA

Verificación completa - MURO ES SATISFACTORIA

Advertencia - se ha excedido la cantidad permitida de datos de entrada durante el análisis de presiones!

Figura 4.33 Resultados obtenidos por el programa GEO5.

Fuente: PROGRAMA GEO5

Verificación de la estabilidad global:

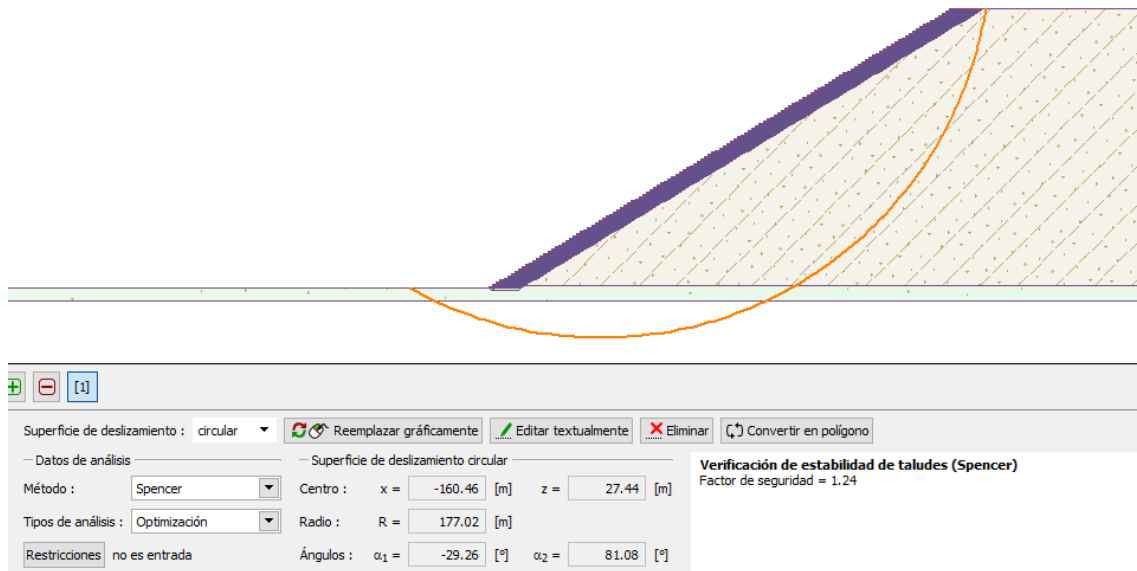


Figura 4.34 Resultados obtenidos por el programa GEO5.

Fuente: PROGRAMA GEO5

Se verifico que por deslizamiento y estabilidad al vuelco, los resultados son mayores a 1.5 del factor de seguridad por lo que indica una estabilidad del talud.

4.2.5.3 Estabilización de taludes mediante el sistema Erdox.

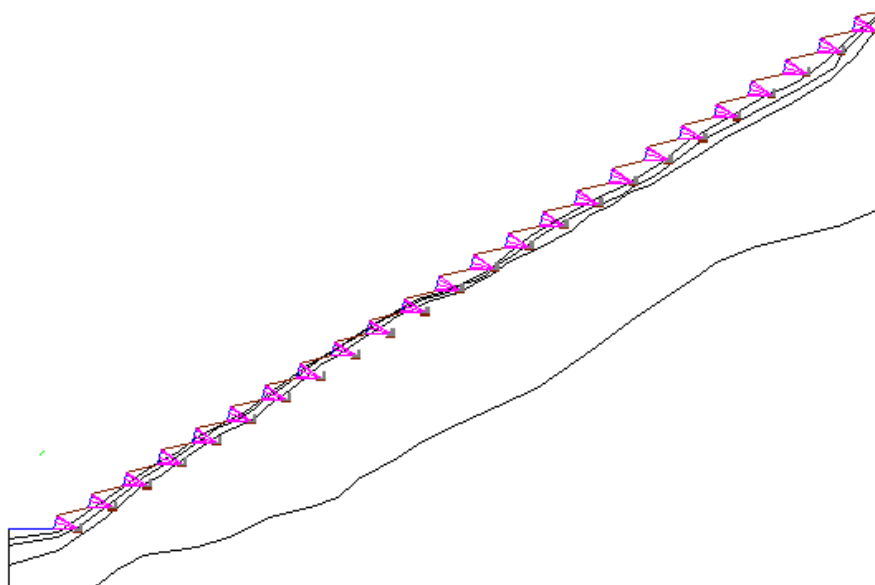


Figura 4.35 Perfil del talud con el sistema.

Fuente: Propio

SECCIÓN TÍPICA DE SISTEMA ERDOX

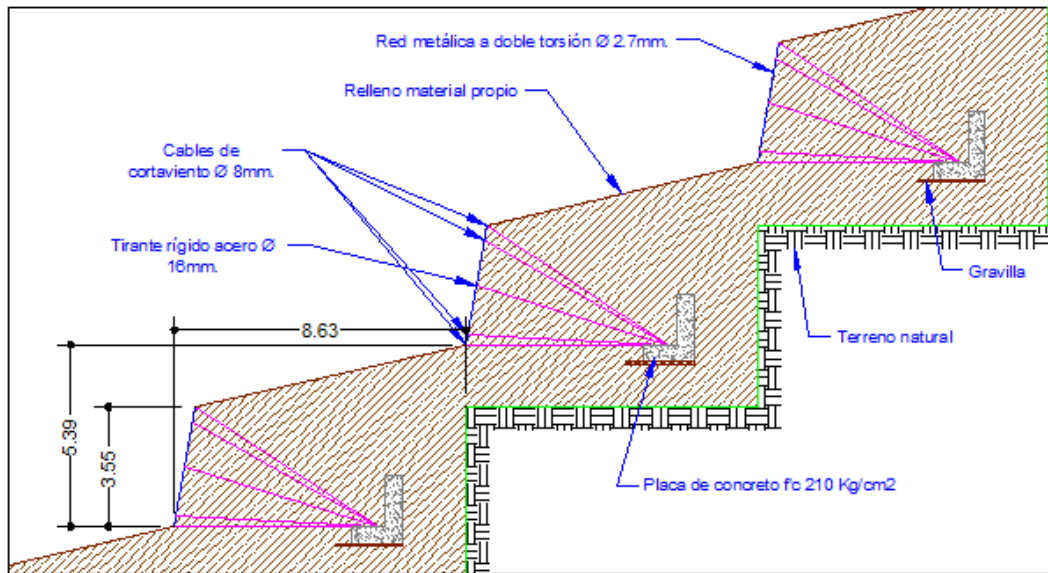


Figura 4.36 Sección típica del talud del sistema Erdox

Fuente: Propio

DETALLE ESTRUCTURA ERDOX

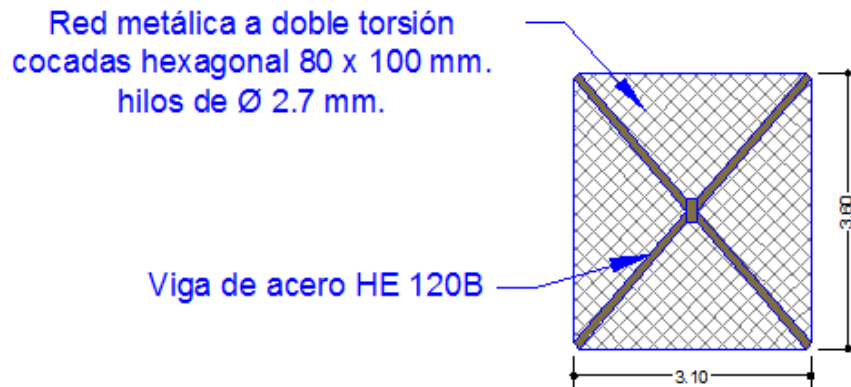


Figura 4.37 Detalle de la estructura del ERDOX

Fuente: Propio

V. DISCUSIÓN.

Al realizar el ensayo de Sondaje Electrico Vertical (SEV), se determino que la primera capa es un estrato de material coluvial, compuesto por roca fracturada y arena arcillosa, razon por la que ocurren constantes deslizamientos en la zona del proyecto.

El factor de seguridad en ambos metodos es mayor a 1, lo que indica la estabilidad del talud en condiciones estaticas. Aunque sus valores por ser muy cercanos al 1 presentan una susceptibilidad a que no ocurra deslizamiento.

El factor de seguridad en ambos metodos es menor a 1, esto indica la inestabilidad del talud cuando se presenta una precipitación. De acuerdo a la modelacion y a los datos obtenidos el talud presenta inestabilidad, para lo cual buscaremos diferentes metodos de estabilizar taludes para garantizar la seguridad en el tiempo.

Cuando se presenta precipitacion en la zona el factor de seguridad del talud disminuye siendo este menor que 1, calculando con los tres metodos Bishop, Janbu y Spencer, por lo que ocurrira deslizamiento en esa zona.

Se realizo el analisis del talud en condiciones normales con los programas SLIDE (ROSCIENCE) y el programa GEO5. Los datos calculados fueron los siguientes:

MÉTODO	FACTOR SEGURIDAD (FS)	
	SLIDE	GEO5
BISHOP	1.051	1.03
JANBU	1.004	1.03
SPENCER	1.06	1.04

Cuadro 5.1 Resultados del factor de seguridad en condiciones normales del talud con los programas de cálculo.

Fuente: Programa SLIDE y GEO5

El valor que arroja cada programa no es muy distante,

Se realizo el analisis del talud cuando se presenta precipitacion en la zona del proyecto con los programas SLIDE (ROSCIENCE) y el programa GEO5. Los datos calculados fueron los siguientes:

MÉTODO	FACTOR SEGURIDAD (FS)	
	SLIDE	GEO5
BISHOP	0.585	0.92
JANBU	0.546	0.92
SPENCER	0.616	0.94

Cuadro 5.2 Resultados del factor de seguridad cuando se presenta precipitación del talud con los programas de cálculo.

Fuente: Programa SLIDE y GEO5

Al calcular el factor de seguridad con presión intersticial los valores son muy alejados.

Los métodos de estabilidad del talud son de un muy alto costo, suelen exceder el millón de soles en muchos casos. Optando el Sistema Tecco que tiene un costo de total s/. 982,939.23 nuevos soles, siendo el más económico y menor tiempo de ejecución que el Sistema de Suelo Reforzado y Sistema Erdox.

VI. CONCLUSIONES.

Se realizó el estudio de mecánica de suelos obteniendo como resultado que el talud presenta cuatro estratos diferentes, la primera compuesta por depósitos de material inconsolidado recientes y fragmentos rocosos coluviales, la segunda corresponde a una material de fragmentos rocosos grandes y con poca matriz limo arcillosa, la tercera lo conforma el material gravoso con arcilla limosa, y el ultimo estrato que es la roca madre.

Se realizaron los estudios topográficos obteniendo las curvas de nivel de la zona del proyecto.

Se identificó las características geotécnicas de la zona de estudio comprendiendo una litología del Cretáceo superior-formación célica – andesita de portovelo (Kc-p).

Se optó por tres métodos para estabilizar el talud los cuales son: sistema de Malla Anclada (TECCO), sistema de Suelo Reforzado, sistema Erdox.

Los factores que intervienen en la estabilidad de un talud son el peso unitario del suelo, el ángulo de fricción interna, la cohesión del suelo y la presión de poros.

Se elaboró el diseño y los planos de los sistemas de estabilidad de talud.

Se calculó el presupuesto de los sistemas de estabilidad de talud, Sistema Malla Anclada Tecco tiene un costo de total s/. 982,939.23 nuevos soles, el Sistema Erdox tiene un costo de total s/. 24, 016, 328.01 y el Sistema de Suelo Reforzado tiene un costo de total s/. 11, 863, 768.19.

La falla de estabilidad de talud mayormente se presenta cuando hay lluvia, esto ocasiona que haya una presión intersticial en los poros, por lo que el factor de seguridad de dicho talud será menor a 1.

Cualquier método a analizar sea el método de Bishop o Spencer nos darán un factor de seguridad cercano.

Para estabilizar un talud, siempre se tendrá que modificar la topografía de este para aumentar el factor de seguridad.

La mejor opción para estabilizar el talud es el Sistema de Malla Anclada (TECCO) tanto por su bajo costo, como el proceso constructivo y tiempo de ejecución.

El bajo costo del Sistema de Malla Anclada (TECCO), es debido a que no se va a realizar movimiento de tierras, a diferencia de los otros métodos para estabilizar el talud se tendrá que realizar grandes magnitudes de eliminación de material donde el precio es muy elevado en esta partida.

Recomendaciones

El estudio de la estabilidad de taludes debe ser imprescindible en las universidades de nuestro país, ya que gran cantidad de carreteras pasan por zonas donde se presentan deslizamientos, teniendo en cuenta esto se lograría evitar muchas pérdidas tanto materiales como humanas.

Se recomienda utilizar el software GEO5, ya que este tiene ordenado las diferentes opciones para modelar el talud, describe muy bien los cálculos y características del talud y exporta los datos a documento de Excel y Word.

Para talud con estratos de arcilla, limos y/o mezcla se recomienda analizar mediante el método de coulomb.

Para una estabilidad del talud a corto tiempo se empleara el método de sistema de malla anclada (Sistema Tecco), por no modificar la topografía del talud.

Otro software recomendable para el estudio de estabilidad de talud es el programa SLIDE ROSCIENCE, ya que lo encontramos el software en español, además de encontrar tutoriales en español que facilitan el uso del programa.

Para el estudio de estabilidad de taludes se recomienda realizar el ensayo de sondaje vertical eléctrico, así se tendrán los tipos de estratos de talud a una gran profundidad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Administración Técnica del Distrito de Riego Chicama. 2004. Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos en el Valle Chicama.

Alan Raúl, Granados López. 2006. Estabilización de talud de la Costa Verde en la zona del distrito de Barranco. Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Carlos, Crespo Villalaz. 2004. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5° ed. México: Monterrey.

Carlos, Urteaga Huamán y Jean Paul, Suarez Risco. 2016. Versatilidad del sistema Erdox aplicando conceptos de ingeniería preventiva en Concesiones Viales, Carretera Interoceánica Sur tramos 2 y 3.

César Roberto, Torres Chung. 2007. Valoración del riesgo en deslizamiento. Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma.

Geological Survey. 2005. Deslizamiento de tierra sobre Riesgo. <http://geology.com/usgs/landslides/> (consultada del 12 de abril del 2017).

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. 2008. Zonas Críticas en la Región La Libertad.

Jaime, Suarez Díaz. 1998. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Colombia: Universidad industrial de Santander.

Jaime, Suarez Díaz. 2010. Deslizamientos – Análisis Geotécnico. <http://www.erosion.com.co/deslizamientos-tomo-i-analisis-geotecnico.html> (consultada del 12 de abril del 2017).

Ministerio del Ambiente. 2015. Zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en la costa y sierra frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.

Proyecto de Riesgos Naturales del Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. 2002. Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños. Estados Unidos: Washington D.C.

Ricardo B., Cervantes Quintana. 2015. Mecánica de suelos aplicada. México: Instituto tecnológico de Zacatepec.

Seguridad Minera. Caso de estudio: análisis de caída de rocas en taludes. <http://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/analisis-de-caida-de-rocas-en-taludes/> (consultada del 12 de abril del 2017).

Sistema Regional de Defensa Civil La Libertad. 2010. Plan Regional de Prevención y Atención de Desastres – Gobierno Regional La Libertad 2006 – 2010.

Víctor Alonso Cabezas Pinto. 2013. Sistemas flexibles de estabilización superficial de taludes con Mallas de acero y pernos de anclaje. Tesis de grado, Universidad Católica de la Santísima Concepción.

VIII. ANEXOS.

ANEXOS

Anexo N° 01:
Fotografía

Fotografía N° 1.1: Talud del Km.8 del Sector Sausacocha - Pallar.



Fuente: Propia.

Fotografía N° 1.2: Talud del Km.8 del Sector Sausacocha - Pallar.



Fuente: Propia.

Fotografía N° 1.3: Talud del Km.8 del Sector Sausacocha - Pallar.



Fuente: Propia.

Fotografía N° 1.4: Toma de muestras



Fuente: Propia.

Fotografía N° 1.5: Ensayo Sondaje Eléctrico Vertical



Fuente: Propia.

Fotografía N° 1.6: Colocando las muestras en el horno para realizar los ensayos respectivos.



Fuente: Propia.

Fotografía N° 1.7: Extrayendo las muestras en el horno después de 24 horas.



Fuente: Propia.

Fotografía N° 1.8: Muestras retiradas del horno.



Fuente: Propia.

Fotografía N° 1.9: Mallas para realizar el análisis granulométrico.



Fuente: Propia.

Fotografía N° 1.10: Realizando el ensayo de límite líquido con la copa de Casa Grande



Fuente: Propia.

Fotografía N° 1.11: Realizando el ensayo de límite plástico.



Fuente: Propia.

Fotografía N° 1.11: Colocando la muestra inalterada en el tallador



Fuente: Propia.

Fotografía N° 1.12: Realizando el ensayo de corte directo.



Fuente: Propia.

Fotografía N° 1.13: Diferentes granos del suelo después de tamizarlo.



Fuente: Propia.


Fotografía N° 1.6: Cubriendo el suelo inalterado en parafina para encontrar el peso volumétrico.




Fuente: Propia.

Anexo N° 02: **Documentos**

Documento N° 2.1: Resultado de ensayos contenido de sulfatos y cloruros realizados en la Universidad Nacional de Trujillo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



LASACI


INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE	: CARLOS HUMBERTO CARRION AGUILAR
MUESTRA	: SUELO
UBICACIÓN	: Sector Potrerillo-Distrito de Huamachuco- Provincia de Sánchez Carrión – Departamento de La Libertad
FECHA DE INGRESO	: 05 DE SETIEMBRE DEL 2017
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
GRANULOMETRIA		Franco Arcilloso Arenoso
DENSIDAD	g/cm ³	1.63
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.78
CARBONATOS	mg/kg	145.24
pH		7.28
MATERIA ORGANICA	%	0.52
SULFATOS	mg/kg	510.26
LIMITE LIQUIDO	# GOLPES	54.0
LIMITE PLASTICO	%	15.6
INDICE DE PLASTICIDAD		38.4

GRANULOMETRIA

MALLA	# DE MALLA	DIAMETRO	W malla vacia	W malla llena	Wmuestra	%
1	2	50 mm	539.2	539.2	0	0.00
2	1 1/2	37.5 mm	553.7	553.7	0	0.00
3	1	25 mm	547.0	547.0	0	0.00
4	3/4	19 mm	558.3	558.3	0	0.00
5	1/2	12.5 mm	542.6	542.6	0	0.00
6	3/8	9.5 mm	545.3	545.3	0	0.00
7	4	4.75 mm	509.0	514.3	5.3	2.72
8	10	2 mm	482.7	506.4	23.7	12.16
9	40	425 um	365.3	447.8	82.5	42.33
10	70	212 um	360.0	390.3	30.3	15.55
11	120	125 um	341.2	356.4	15.2	7.80
12	140	106 um	330.7	333.2	2.5	1.28
13	170	90 um	327.9	342.3	14.4	7.39
14	200	75 um	768.6	762.3	13.7	7.03
15	malla ciega	0	368.1	375.4	7.3	3.75
W TOTAL DE MUESTRA					159.9	100



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
☎ 949959632 / 949119298

Documento N° 2.2: Declaración Jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo Carlos Humberto Carrión Aguilar con DNI N° 73972505, declaro BAJO JURAMENTO que el proyecto de tesis denominado ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACocha - PALLAR KM. 8+000 AL KM.9+000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017, no ha sido desarrollado por otra institución, por lo cual firmo el siguiente documento en señal de veracidad.



Carlos Humberto Carrión Aguilar
DNI N° 73972505

SOLO SE LEGALIZA LAS FIRMA(S) SIN ASUMIR RESPONSABILIDAD SOBRE EL CONTENIDO DEL DOCUMENTO (ARTICULO 108 DECRETO LEGISLATIVO N° 1648)

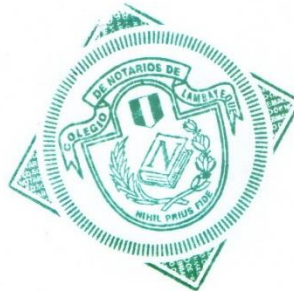
Chiclayo, Julio del 2017

CERTIFICO QUE LA FIRMA QUE ANTECEDE CORRESPONDE A: Carlos Humberto Carrión Aguilar
IDENTIFICADO CON: DNI: 73972505

CHICLAYO 04 DE Julio DEL 20 17




CÉSAR ENRIQUE DELGADO PÉREZ
ABOGADO - NOTARIO DE CHICLAYO



Anexo N° 03: Ensayos de Mecánica de Suelos

1. Estudio de Mecánica de Suelos

1.1 Objetivo del estudio

La importancia del estudio de mecánica de suelos realizados en la zona del proyecto es fundamental para definir las características físicas y mecánicas, que presenta el suelo; por lo que los datos serán utilizados para el análisis de la estabilidad del talud y estudio geológico.

1.2 Investigaciones de campo

1.2.1 Calicatas

Para el estudio de mecánica de suelos se realizaron dos calicatas. La ubicación de las calicatas en el talud que se realizaron fue en el pie del talud (C-1) y en la cabeza (C-2) (ver anexos).

Sus dimensiones son de 1m² de área y 2 metros de profundidad.

1.2.2 Muestreo y registro de exploración

Se obtuvieron dos tipos de muestras alteradas e inalteradas de cada calicata, las muestras obtenidos son cada metro de profundidad de cada calicata (ver anexo), para su posterior estudio de mecánica de suelos.

1.3 Ensayos de laboratorio

1.3.1 Resultados de ensayos

1.3.1.1 Granulometría NTP 339.123 (ASTM D 422):

Ensayo de granulometría realizado en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo:

- Muestra de calicata “C-1” a un metro de profundidad.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g.)	% RETENIDO		%PASA
			PARCIAL	ACUMULAD O	
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	3.40	0.30	0.30	99.70
3/4"	19.00	37.10	3.29	3.60	96.40
1/2"	12.50	129.00	11.46	15.05	84.95
3/8"	9.53	164.40	14.60	29.65	70.35
1/4"	6.30	183.60	16.31	45.96	54.04
N° 4	4.75	101.80	9.04	55.00	45.00
N° 10	2.00	257.20	22.84	77.84	22.16
N° 20	0.850	51.60	4.58	82.42	17.58
N° 40	0.425	92.60	8.22	90.65	9.35
N° 60	0.250	58.80	5.22	95.87	4.13
N° 140	0.106	29.90	2.66	98.53	1.47
N° 200	0.075	8.20	0.73	99.25	0.75
FONDO		8.40	0.75	100.00	0.00
TOTAL		1126			

Granulometría de C-1, M-1
Fuente: Propia

- Muestra de calicata "C-2" a un metro de profundidad.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g.)	% RETENIDO		%PASA
			PARCIAL	ACUMULAD O	
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	77.80	6.38	6.38	93.62
3/4"	19.00	83.20	6.83	13.21	86.79
1/2"	12.50	36.80	3.02	16.23	83.77
3/8"	9.53	65.00	5.33	21.57	78.43
1/4"	6.30	94.10	7.72	29.29	70.71
N° 4	4.75	47.50	3.90	33.19	66.81
N° 10	2.00	383.60	31.48	64.66	35.34
N° 20	0.850	196.50	16.13	80.79	19.21
N° 40	0.425	168.50	13.83	94.62	5.38
N° 60	0.250	41.70	3.42	98.04	1.96
N° 140	0.106	17.30	1.42	99.46	0.54
N° 200	0.075	4.20	0.34	99.80	0.20
FONDO		2.40	0.20	100.00	0.00
TOTAL		1218.6			

Granulometría de C-1, M-2
Fuente: Propia

- Muestra de calicata “C-2” a 2 metros de profundidad.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g.)	% RETENIDO		%PASA
			PARCIAL	ACUMULAD O	
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.30	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	9.20	3.03	3.03	96.97
N° 10	2.00	32.60	10.75	13.79	86.21
N° 40	0.425	102.80	33.91	47.69	52.31
N° 70	0.212	49.80	16.42	64.12	35.88
N° 120	0.125	34.30	11.31	75.43	24.57
N° 140	0.106	10.60	3.50	78.92	21.08
N° 170	0.090	25.80	8.51	87.43	12.57
N° 200	0.075	22.40	7.39	94.82	5.18
FONDO		15.70	5.18	100.00	0.00
TOTAL		303.2			

Granulometría de C-2, M-1
Fuente: Propia

Ensayo de granulometría realizado en la Universidad Nacional de Trujillo.

- Muestra de calicata “C-1” a 2 metros de profundidad.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g.)	% RETENIDO		%PASA
			PARCIAL	ACUMULAD O	
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.30	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	5.30	2.72	2.72	97.28
N° 10	2.00	23.70	12.16	14.88	85.12
N° 40	0.425	82.50	42.33	57.21	42.79
N° 70	0.212	30.30	15.55	72.76	27.24
N° 120	0.125	15.20	7.80	80.55	19.45
N° 140	0.106	2.50	1.28	81.84	18.16
N° 170	0.090	14.40	7.39	89.23	10.77
N° 200	0.075	13.70	7.03	96.25	3.75
FONDO		7.30	3.75	100.00	0.00
TOTAL		194.9			

Granulometría de C-1, M-2
Fuente: Laboratorio de UNT

1.3.1.2 Límite líquido NTP 339.129 (ASTM D4318) y Límite plástico NTP 339.129 (ASTM D4318):

Ensayo realizado en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

CALICATA	CALICATA C-1						
PROFUNDIDAD	1.00 m.						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE DE CONSISTENCIA		
N° DE TARRO	9	6			Límite líquido	LL=	16.90%
N° DE GOLPES	23	34	--	--	Límite plástico	LP=	0
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	54.64	58.87	NP	NP	Índice de plasticidad	IP=	16.90%
PESO DE TARRO + SUELO SECO	52.00	56.00			Contenido de humedad	%W=	16.67%
PESO DEL AGUA	2.64	2.87					
PESO DEL TARRO	36.52	38.37					
PESO DEL SUELO SECO	15.48	17.63					
CONTENIDO DE HUMEDAD %	17.05	16.28					

Límites de consistencia C-1, M-1

Fuente: Propia

CALICATA	CALICATA C-1						
PROFUNDIDAD	2.00 m.						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE DE CONSISTENCIA		
N° DE TARRO	19	5	25	13	Límite líquido	LL=	20.59%
N° DE GOLPES	24	35	--	--	Límite plástico	LP=	15.21%
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	61.04	64.89	18.1	17.32	Índice de plasticidad	IP=	5.38%
PESO DE TARRO + SUELO SECO	57.31	60.52	17.93	17.11	Contenido de humedad	%W=	20.15%
PESO DEL AGUA	3.73	4.37	0.17	0.21			
PESO DEL TARRO	39.28	38.24	16.3	16.06			
PESO DEL SUELO SECO	18.03	22.28	1.63	1.05			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	20.69	19.61	10.43	20.00			

Límites de consistencia C-1, M-2

Fuente: Propia

CALICATA	CALICATA C-2						
PROFUNDIDAD	1.00 m.						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE DE CONSISTENCIA		
N° DE TARRO	10	7			Límite líquido	LL=	13.00%
N° DE GOLPES	22	32	--	--	Límite plástico	LP=	0
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	60.15	63.76	NP	NP	Índice de plasticidad	IP=	13.00%
PESO DE TARRO + SUELO SECO	57.41	61.36			Contenido de humedad	%W=	12.57%
PESO DEL AGUA	2.74	2.40					
PESO DEL TARRO	38.23	39.25					
PESO DEL SUELO SECO	19.18	22.11					
CONTENIDO DE HUMEDAD %	14.29	10.85					

Límites de consistencia C-2, M-1

Fuente: Propia

CALICATA	CALICATA C-2						
PROFUNDIDAD	2.00 m.						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE DE CONSISTENCIA		
N° DE TARRO	8	26	11	19	Límite líquido	LL=	23.00%
N° DE GOLPES	24	35	--	--	Límite plástico	LP=	13.05%
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	58.34	60.27	18.1	17.32	Índice de plasticidad	IP=	9.95%
PESO DE TARRO + SUELO SECO	54.26	57.13	17.65	16.98	Contenido de humedad	%W=	19.56%
PESO DEL AGUA	4.08	3.14	0.45	0.34			
PESO DEL TARRO	36.45	37.76	14.22	14.36			
PESO DEL SUELO SECO	17.81	19.37	3.43	2.62			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	22.91	16.21	13.12	12.98			

Limites de consistencia C-2, M-2

Fuente: Propia

1.3.1.3 Contenido de humedad NTP 339.127 (ASTM D2216):

CALICATA	CALICATA C-1	
PROFUNDIDAD	1.00 m.	
N° DE TARRO	9	6
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	54.64	58.87
PESO DE TARRO + SUELO SECO	52.00	56.00
PESO DEL AGUA	2.64	2.87
PESO DEL TARRO	36.52	38.37
PESO DEL SUELO SECO	15.48	17.63
CONTENIDO DE HUMEDAD %	17.05	16.28
CONTENIDO DE HUMEDAD %	16.67%	

Contenido de Humedad C-1, M-1

Fuente: Propia

CALICATA	CALICATA C-1	
PROFUNDIDAD	2.00 m.	
N° DE TARRO	19	5
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	61.04	64.89
PESO DE TARRO + SUELO SECO	57.31	60.52
PESO DEL AGUA	3.73	4.37
PESO DEL TARRO	39.28	38.24
PESO DEL SUELO SECO	18.03	22.28
CONTENIDO DE HUMEDAD %	20.69	19.61
CONTENIDO DE HUMEDAD %	20.15%	

Contenido de Humedad C-1, M-2

Fuente: Propia

CALICATA	CALICATA C-2	
PROFUNDIDAD	1.00 m.	
N° DE TARRO	10	7
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	60.15	63.76
PESO DE TARRO + SUELO SECO	57.41	61.36
PESO DEL AGUA	2.74	2.40
PESO DEL TARRO	38.23	39.25
PESO DEL SUELO SECO	19.18	22.11
CONTENIDO DE HUMEDAD %	14.29	10.85
CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.57%	

Contenido de Humedad C-2, M-1

Fuente: Propia

CALICATA	CALICATA C-2	
PROFUNDIDAD	2.00 m.	
N° DE TARRO	8	26
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	58.34	60.27
PESO DE TARRO + SUELO SECO	54.26	57.13
PESO DEL AGUA	4.08	3.14
PESO DEL TARRO	36.45	37.76
PESO DEL SUELO SECO	17.81	19.37
CONTENIDO DE HUMEDAD %	22.91	16.21
CONTENIDO DE HUMEDAD %	19.56%	

Contenido de Humedad C-2, M-2

Fuente: Propia

1.3.1.4 Contenido de carbonatos (ASTM D511):

Este estudio se realizó en la Universidad Nacional de Trujillo, como resultado se obtuvo:

$$\text{CO}_2 = 145.24 \text{ mg/Kg}$$

$$\% \text{CO}_2 = 0.0145 \%$$

1.3.1.5 Contenido de sulfatos solubles NTP 339.178 (ASTM D 516):

Este estudio se realizó en la Universidad Nacional de Trujillo, como resultado se obtuvo:

$$\text{SO}_4 = 510.26 \text{ mg/Kg}$$

$$\text{SO}_4 = 0.0510 \%$$

1.3.1.6 Peso volumétrico NTP 339.139 (ASTM D 2937)

CALICATA	CALICATA C-1		CALICATA C-2	
PROFUNDIDAD	1.00 m.	2.00 m.	1.00 m.	2.00 m.
PESO DEL SUELO + PARAFINA	293.45	238.13	217.67	204.29
PESO DE LA PARAFINA	9.66	8.79	7.43	6.86
PESO DEL SUELO	283.79	229.34	210.24	197.43
VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA	164.12	152.74	125.22	134.37
VOLUMEN DE LA PARAFINA	7.31	6.52	5.46	5.12
VOLUMEN DEL SUELO	156.81	146.22	119.76	129.25
PESO VOLUMETRICO (g/cm3)	1.81 g/cm3	1.57 g/cm3	1.76 g/cm3	1.53 g/cm3

Peso Volumétrico

Fuente: Propia

1.3.1.7 Materia orgánica NTP 339.072:

Este estudio se realizó en la Universidad Nacional de Trujillo, como resultado se obtuvo:

$$\% \text{ de materia orgánica} = 0.52\%$$

1.3.1.8 Corte directo NTP 339.171 (ASTM D3080)

Ensayo realizado en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

- Calicata al pie del talud: Calicata C-1 a 1.00 m. de profundidad.

NUMERO DE ENSAYO	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
Esfuerzo Normal (Kg/cm2)	1.00 Kg/cm2	2.00 Kg/cm2	4.00 Kg/cm2
Altura (cm)	2.00 cm	2.00 cm	2.00 cm
Diámetro (cm)	25.00 cm	25.00 cm	25.00 cm
Area de la muestra (cm2)	36.00 cm2	36.00 cm2	36.00 cm2
Volumen de la muestra (cm3)	72.00 cm3	72.00 cm3	72.00 cm3
Peso del tallador + Mh (g)	258.90 g	254.50 g	255.50 g
Peso del tallador (g)	155.40 g	155.40 g	155.40 g
Peso de la Mh (g)	103.50 g	99.10 g	100.10 g
Densidad Humeda (g/cm3)	1.44 g/cm3	1.38 g/cm3	1.39 g/cm3
N° Tara (g)	1.00 g	1.00 g	1.00 g
Peso del Tara + Mh (g)	11.50 g	107.60 g	109.80 g
Peso del Tara + Ms (g)	65.30 g	58.10 g	63.30 g
Peso del Tara (g)	0.00 g	0.00 g	0.00 g
Humedad (%)	15.26%	16.71%	15.95%
Densidad Seca (g/cm3)	0.93 g/cm3	0.89 g/cm3	0.90 g/cm3
Cohesión Kg/cm2	0.09 Kg/cm2		
Angulo de fricción interna Ø	23.84°		

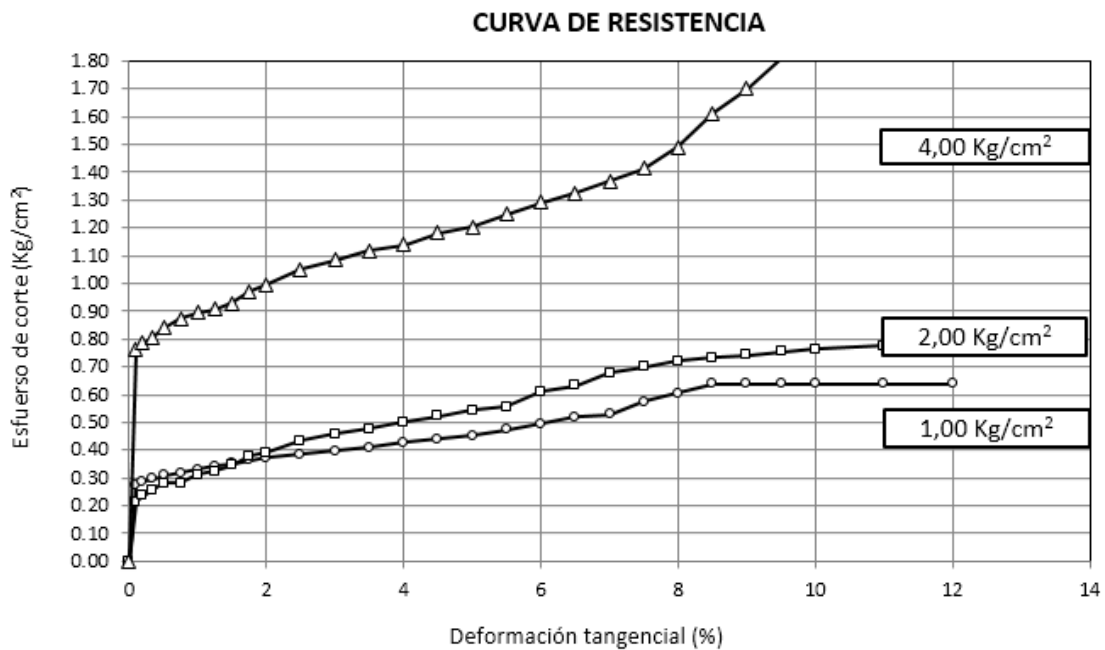
Ensayo de Corte Directo C-1, M-1

Fuente: Propia

CARGA	1 Kg.			2 kg.			4 kg.		
	Anillo Corte Dial	Carga Kg	Esf. De Corte (Kg/cm ²)	Anillo Corte Dial	Carga Kg	Corte (Kg/cm ²)	Anillo Corte Dial	Carga Kg	Corte (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.05	2.00	0.276	0.276	4.00	0.107	0.215	11.00	0.191	0.764
0.10	3.00	0.287	0.287	6.00	0.118	0.237	13.00	0.197	0.786
0.20	4.00	0.298	0.298	8.00	0.129	0.259	15.00	0.202	0.808
0.35	5.00	0.309	0.309	10.00	0.140	0.281	18.00	0.210	0.841
0.50	6.00	0.320	0.320	10.00	0.140	0.281	21.00	0.219	0.874
0.75	7.00	0.331	0.331	13.00	0.157	0.314	23.00	0.224	0.896
1.00	8.00	0.342	0.342	14.00	0.162	0.325	24.00	0.227	0.907
1.25	9.00	0.353	0.353	16.00	0.173	0.347	26.00	0.232	0.929
1.50	10.00	0.364	0.364	19.00	0.190	0.380	30.00	0.243	0.973
1.75	11.00	0.375	0.375	20.00	0.196	0.391	32.00	0.249	0.995
2.00	12.00	0.386	0.386	24.00	0.218	0.435	37.00	0.263	1.051
2.50	13.00	0.397	0.397	26.00	0.229	0.457	40.00	0.271	1.084
3.00	14.00	0.408	0.408	28.00	0.240	0.479	43.00	0.279	1.117
3.50	16.00	0.430	0.430	30.00	0.251	0.501	45.00	0.285	1.139
4.00	17.00	0.441	0.441	32.00	0.262	0.523	49.00	0.296	1.183
4.50	18.00	0.452	0.452	34.00	0.273	0.545	51.00	0.301	1.205
5.00	20.00	0.474	0.474	35.00	0.278	0.556	55.00	0.312	1.249
6.00	22.00	0.496	0.496	40.00	0.306	0.611	59.00	0.323	1.293
7.00	24.00	0.518	0.518	42.00	0.317	0.633	62.00	0.331	1.326
8.00	25.00	0.529	0.529	46.00	0.339	0.677	66.00	0.343	1.370
9.00	29.00	0.574	0.574	48.00	0.350	0.700	70.00	0.354	1.414
10.00	32.00	0.607	0.607	50.00	0.361	0.722	88.00	0.373	1.491
11.00	35.00	0.640	0.640	54.00	0.366	0.733	110.00	0.403	1.612
12.00	35.00	0.640	0.640	56.00	0.372	0.744	120.00	0.425	1.701

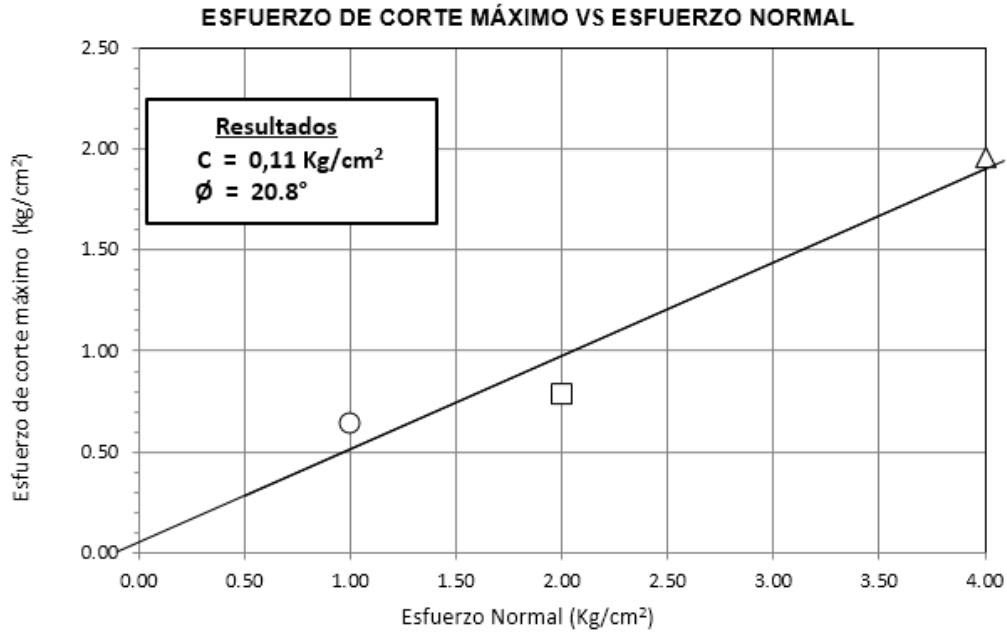
Datos obtenidos del ensayo Corte Directo C-1, M-1

Fuente: Propia



Curva de resistencia, Esfuerzo vs Deformación

Fuente: Propia



Curva Esfuerzo de corte vs Esfuerzo Normal

Fuente: Propia

- Calicata al pie del talud: Calicata C-1 a 2.00 m. de profundidad.

NUMERO DE ENSAYO	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	1.00 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²	4.00 Kg/cm ²
Altura (cm)	2.00 cm	2.00 cm	2.00 cm
Diámetro (cm)	25.00 cm	25.00 cm	25.00 cm
Area de la muestra (cm ²)	36.00 cm ²	36.00 cm ²	36.00 cm ²
Volumen de la muestra (cm ³)	72.00 cm ³	72.00 cm ³	72.00 cm ³
Peso del tallador + Mh (g)	252.60 g	255.60 g	254.90 g
Peso del tallador (g)	155.40 g	155.40 g	155.40 g
Peso de la Mh (g)	97.20 g	100.20 g	99.50 g
Densidad Humeda (g/cm ³)	1.83 g/cm ³	1.94 g/cm ³	1.87 g/cm ³
N° Tara (g)	1.00 g	1.00 g	1.00 g
Peso del Tara + Mh (g)	112.60 g	108.50 g	108.90 g
Peso del Tara + Ms (g)	65.40 g	58.70 g	63.90 g
Peso del Tara (g)	0.00 g	0.00 g	0.00 g
Humedad (%)	22.36%	25.87%	24.18%
Densidad Seca (g/cm ³)	1.19 g/cm ³	1.26 g/cm ³	1.22 g/cm ³
Cohesión Kg/cm ²	0.11 Kg/cm ²		
Angulo de fricción interna ϕ	20.77°		

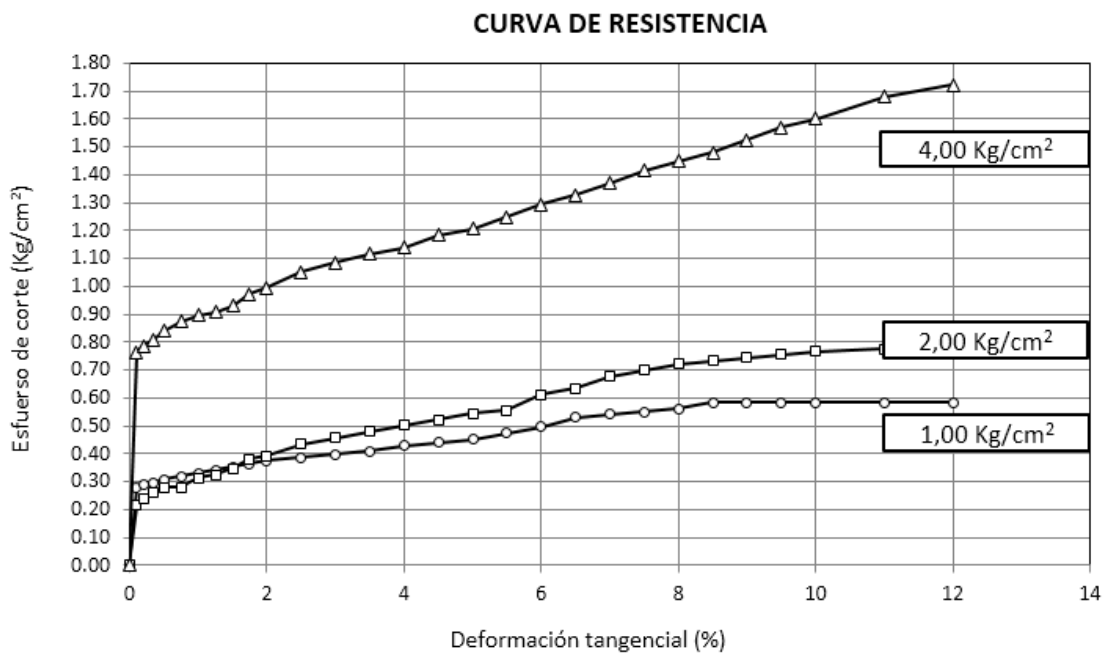
Ensayo de Corte Directo C-1, M-2

Fuente: Propia

CARGA	1 Kg.			2 kg.			4 kg.		
	Anillo Corte Dial	Carga Kg	Esf. De Corte (Kg/cm ²)	Anillo Corte Dial	Carga Kg	Corte (Kg/cm ²)	Anillo Corte Dial	Carga Kg	Corte (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.05	2.00	0.276	0.276	4.00	0.107	0.215	11.00	0.191	0.764
0.10	3.00	0.287	0.287	6.00	0.118	0.237	13.00	0.197	0.786
0.20	4.00	0.298	0.298	8.00	0.129	0.259	15.00	0.202	0.808
0.35	5.00	0.309	0.309	10.00	0.140	0.281	18.00	0.210	0.841
0.50	6.00	0.320	0.320	10.00	0.140	0.281	21.00	0.219	0.874
0.75	7.00	0.331	0.331	13.00	0.157	0.314	23.00	0.224	0.896
1.00	8.00	0.342	0.342	14.00	0.162	0.325	24.00	0.227	0.907
1.25	9.00	0.353	0.353	16.00	0.173	0.347	26.00	0.232	0.929
1.50	10.00	0.364	0.364	19.00	0.190	0.380	30.00	0.243	0.973
1.75	11.00	0.375	0.375	20.00	0.196	0.391	32.00	0.249	0.995
2.00	12.00	0.386	0.386	24.00	0.218	0.435	37.00	0.263	1.051
2.50	13.00	0.397	0.397	26.00	0.229	0.457	40.00	0.271	1.084
3.00	14.00	0.408	0.408	28.00	0.240	0.479	43.00	0.279	1.117
3.50	16.00	0.430	0.430	30.00	0.251	0.501	45.00	0.285	1.139
4.00	17.00	0.441	0.441	32.00	0.262	0.523	49.00	0.296	1.183
4.50	18.00	0.452	0.452	34.00	0.273	0.545	51.00	0.301	1.205
5.00	20.00	0.474	0.474	35.00	0.278	0.556	55.00	0.312	1.249
6.00	22.00	0.496	0.496	40.00	0.306	0.611	59.00	0.323	1.293
7.00	25.00	0.529	0.529	42.00	0.317	0.633	62.00	0.331	1.326
8.00	26.00	0.540	0.540	46.00	0.339	0.677	66.00	0.343	1.370
9.00	27.00	0.551	0.551	48.00	0.350	0.700	70.00	0.354	1.414
10.00	28.00	0.563	0.563	50.00	0.361	0.722	76.00	0.362	1.447
11.00	30.00	0.585	0.585	54.00	0.366	0.733	87.00	0.370	1.480
12.00	30.00	0.585	0.585	56.00	0.372	0.744	98.00	0.381	1.524

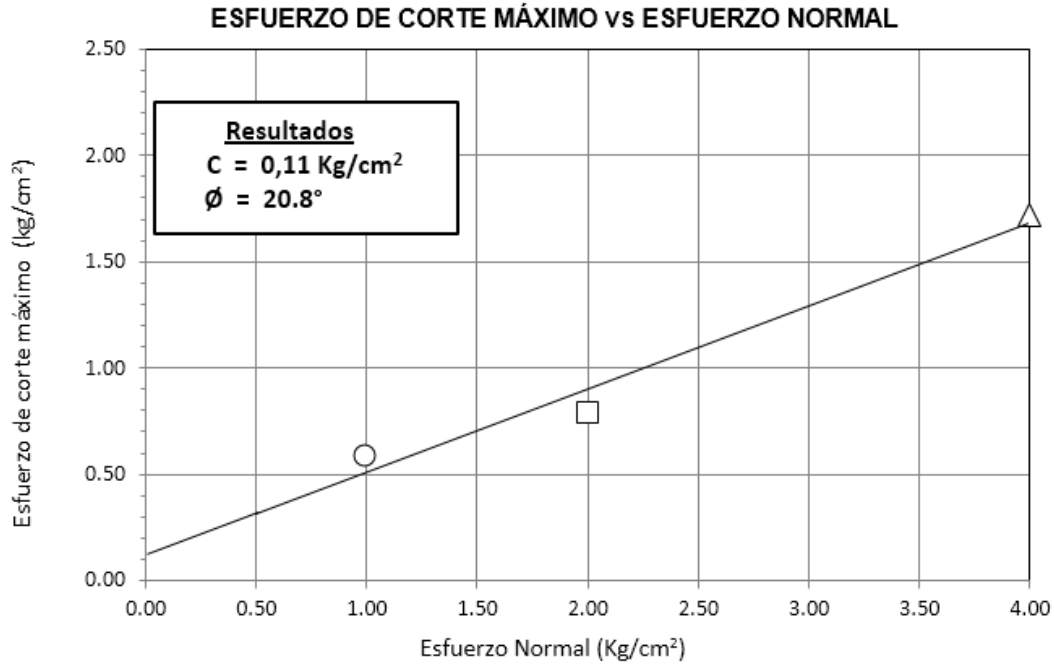
Datos obtenidos del ensayo Corte Directo C-1, M-2

Fuente: Propia



Curva de resistencia, Esfuerzo vs Deformación

Fuente: Propia



Curva Esfuerzo de corte vs Esfuerzo Normal

Fuente: Propia

- Calicata en la cabeza del talud: Calicata C-2 a 1.00 m. de profundidad.

NUMERO DE ENSAYO	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	1.00 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²	4.00 Kg/cm ²
Altura (cm)	2.00 cm	2.00 cm	2.00 cm
Diámetro (cm)	25.00 cm	25.00 cm	25.00 cm
Area de la muestra (cm ²)	36.00 cm ²	36.00 cm ²	36.00 cm ²
Volumen de la muestra (cm ³)	72.00 cm ³	72.00 cm ³	72.00 cm ³
Peso del tallador + Mh (g)	257.60 g	254.90 g	255.20 g
Peso del tallador (g)	156.20 g	157.20 g	155.70 g
Peso de la Mh (g)	101.40 g	97.70 g	99.50 g
Densidad Humeda (g/cm ³)	1.41 g/cm ³	1.36 g/cm ³	1.38 g/cm ³
N° Tara (g)	1.00 g	1.00 g	1.00 g
Peso del Tara + Mh (g)	109.80 g	108.70 g	110.50 g
Peso del Tara + Ms (g)	66.10 g	58.50 g	64.80 g
Peso del Tara (g)	0.00 g	0.00 g	0.00 g
Humedad (%)	15.26%	16.71%	15.95%
Densidad Seca (g/cm ³)	0.92 g/cm ³	0.88 g/cm ³	0.90 g/cm ³
Cohesión Kg/cm ²	0.08 Kg/cm ²		
Angulo de fricción interna ϕ	23.31°		

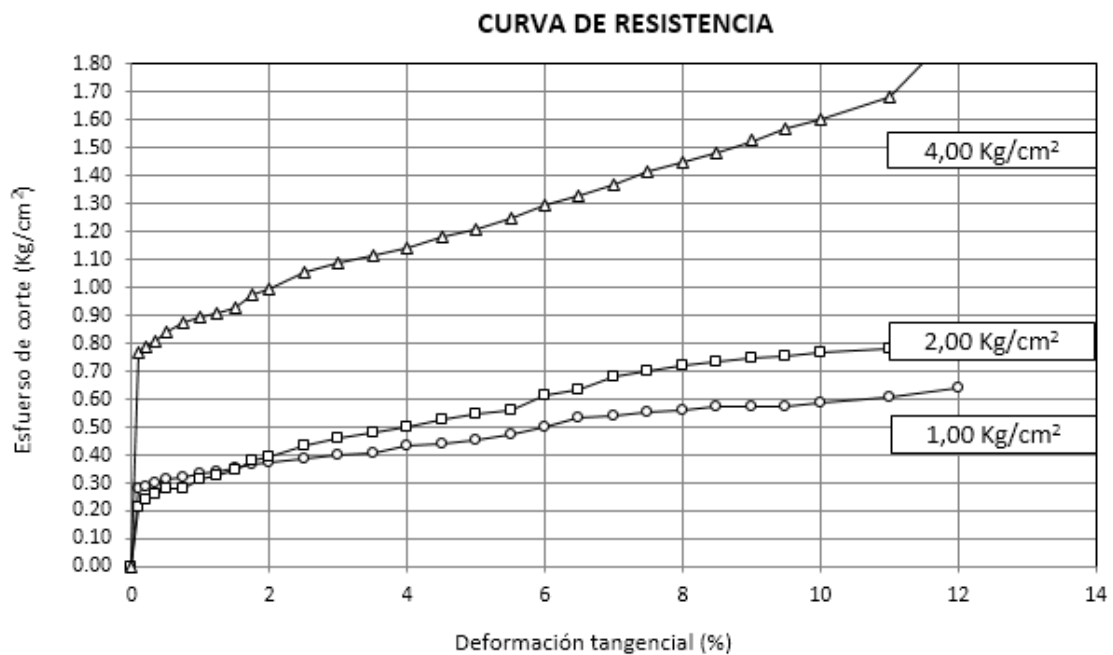
Ensayo de Corte Directo C-2, M-1

Fuente: Propia

CARGA	1 Kg.			2 kg.			4 kg.		
	Anillo Corte Dial	Carga Kg	Esf. De Corte (Kg/cm ²)	Anillo Corte Dial	Carga Kg	Corte (Kg/cm ²)	Anillo Corte Dial	Carga Kg	Corte (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.05	2.00	0.276	0.276	4.00	0.107	0.215	11.00	0.191	0.764
0.10	3.00	0.287	0.287	6.00	0.118	0.237	13.00	0.197	0.786
0.20	4.00	0.298	0.298	8.00	0.129	0.259	15.00	0.202	0.808
0.35	5.00	0.309	0.309	10.00	0.140	0.281	18.00	0.210	0.841
0.50	6.00	0.320	0.320	10.00	0.140	0.281	21.00	0.219	0.874
0.75	7.00	0.331	0.331	13.00	0.157	0.314	23.00	0.224	0.896
1.00	8.00	0.342	0.342	14.00	0.162	0.325	24.00	0.227	0.907
1.25	9.00	0.353	0.353	16.00	0.173	0.347	26.00	0.232	0.929
1.50	10.00	0.364	0.364	19.00	0.190	0.380	30.00	0.243	0.973
1.75	11.00	0.375	0.375	20.00	0.196	0.391	32.00	0.249	0.995
2.00	12.00	0.386	0.386	24.00	0.218	0.435	37.00	0.263	1.051
2.50	13.00	0.397	0.397	26.00	0.229	0.457	40.00	0.271	1.084
3.00	14.00	0.408	0.408	28.00	0.240	0.479	43.00	0.279	1.117
3.50	16.00	0.430	0.430	30.00	0.251	0.501	45.00	0.285	1.139
4.00	17.00	0.441	0.441	32.00	0.262	0.523	49.00	0.296	1.183
4.50	18.00	0.452	0.452	34.00	0.273	0.545	51.00	0.301	1.205
5.00	20.00	0.474	0.474	35.00	0.278	0.556	55.00	0.312	1.249
6.00	22.00	0.496	0.496	40.00	0.306	0.611	59.00	0.323	1.293
7.00	25.00	0.529	0.529	42.00	0.317	0.633	62.00	0.331	1.326
8.00	26.00	0.540	0.540	46.00	0.339	0.677	66.00	0.343	1.370
9.00	27.00	0.551	0.551	48.00	0.350	0.700	70.00	0.354	1.414
10.00	28.00	0.563	0.563	50.00	0.361	0.722	76.00	0.362	1.447
11.00	30.00	0.574	0.574	54.00	0.366	0.733	87.00	0.370	1.480
12.00	35.00	0.574	0.574	56.00	0.372	0.744	117.00	0.381	1.524

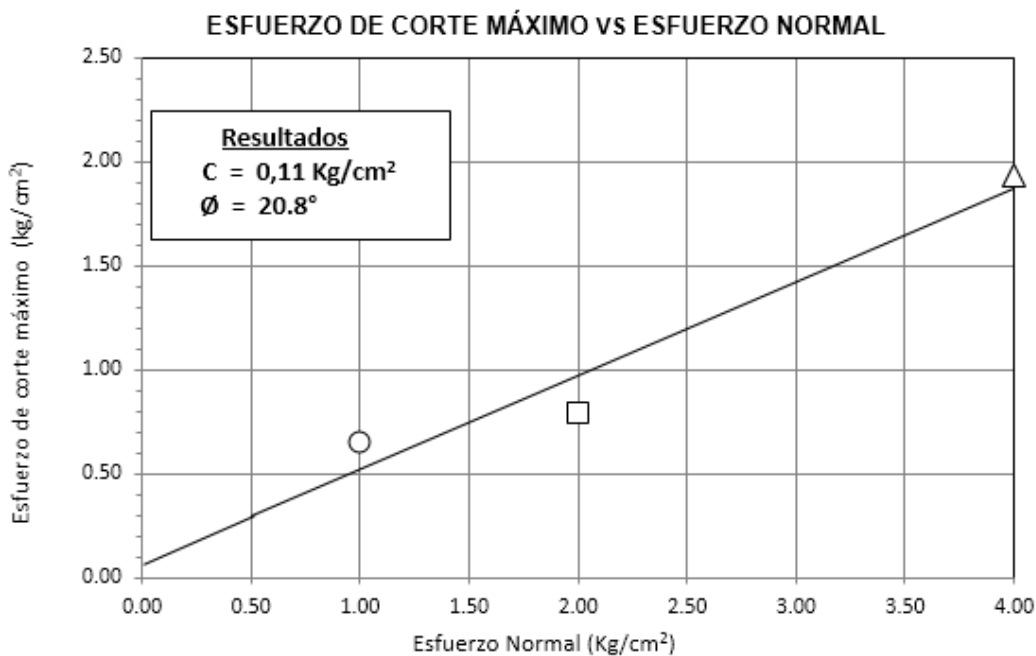
Datos obtenidos del ensayo Corte Directo C-2, M-1

Fuente: Propia



Curva Esfuerzo de corte vs Esfuerzo Normal

Fuente: Propia



Curva Esfuerzo de corte vs Esfuerzo Normal

Fuente: Propia

- Calicata en la cabeza del talud: Calicata C-2 a 1.00 m. de profundidad.

NUMERO DE ENSAYO	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	1.00 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²	4.00 Kg/cm ²
Altura (cm)	2.00 cm	2.00 cm	2.00 cm
Diámetro (cm)	25.00 cm	25.00 cm	25.00 cm
Area de la muestra (cm ²)	36.00 cm ²	36.00 cm ²	36.00 cm ²
Volumen de la muestra (cm ³)	72.00 cm ³	72.00 cm ³	72.00 cm ³
Peso del tallador + Mh (g)	251.10 g	253.70 g	252.40 g
Peso del tallador (g)	154.90 g	155.10 g	154.00 g
Peso de la Mh (g)	96.20 g	98.60 g	98.40 g
Densidad Humeda (g/cm ³)	1.83 g/cm ³	1.94 g/cm ³	1.87 g/cm ³
N° Tara (g)	1.00 g	1.00 g	1.00 g
Peso del Tara + Mh (g)	112.10 g	109.30 g	109.10 g
Peso del Tara + Ms (g)	64.10 g	59.90 g	62.50 g
Peso del Tara (g)	0.00 g	0.00 g	0.00 g
Humedad (%)	22.36%	25.87%	24.18%
Densidad Seca (g/cm ³)	1.19 g/cm ³	1.26 g/cm ³	1.22 g/cm ³
Cohesión Kg/cm ²	0.11 Kg/cm ²		
Angulo de fricción interna ϕ	20.96°		

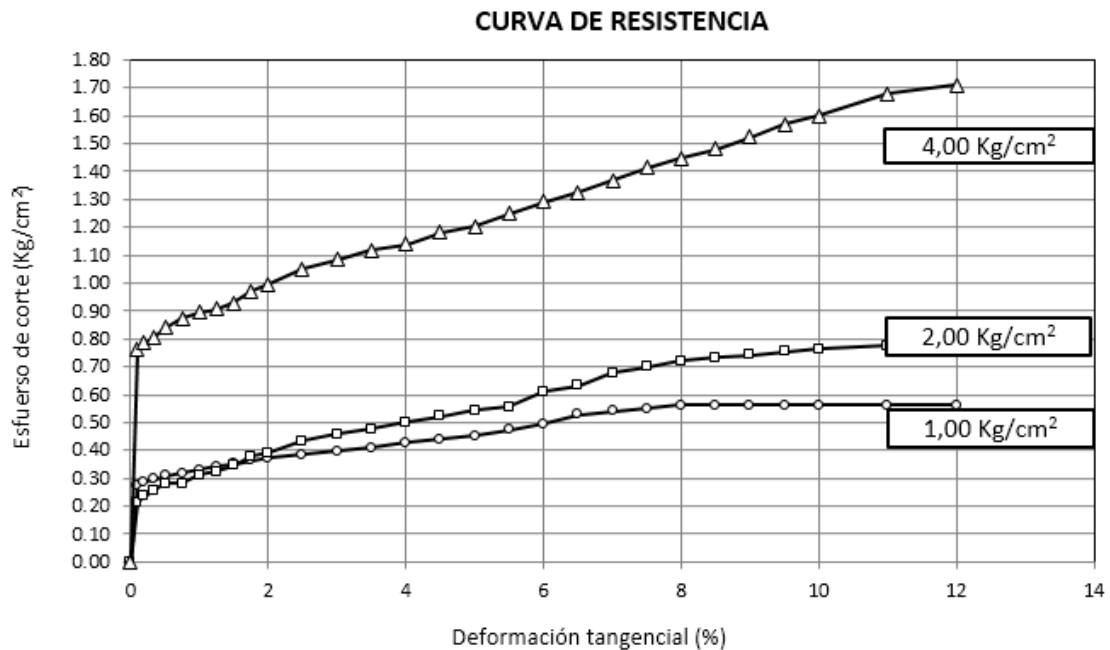
Ensayo de Corte Directo C-2, M-2

Fuente: Propia

CARGA	1 Kg.			2 kg.			4 kg.		
	Anillo Corte Dial	Carga Kg	Esf. De Corte (Kg/cm ²)	Anillo Corte Dial	Carga Kg	Corte (Kg/cm ²)	Anillo Corte Dial	Carga Kg	Corte (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.05	2.00	0.276	0.276	4.00	0.107	0.215	11.00	0.191	0.764
0.10	3.00	0.287	0.287	6.00	0.118	0.237	13.00	0.197	0.786
0.20	4.00	0.298	0.298	8.00	0.129	0.259	15.00	0.202	0.808
0.35	5.00	0.309	0.309	10.00	0.140	0.281	18.00	0.210	0.841
0.50	6.00	0.320	0.320	10.00	0.140	0.281	21.00	0.219	0.874
0.75	7.00	0.331	0.331	13.00	0.157	0.314	23.00	0.224	0.896
1.00	8.00	0.342	0.342	14.00	0.162	0.325	24.00	0.227	0.907
1.25	9.00	0.353	0.353	16.00	0.173	0.347	26.00	0.232	0.929
1.50	10.00	0.364	0.364	19.00	0.190	0.380	30.00	0.243	0.973
1.75	11.00	0.375	0.375	20.00	0.196	0.391	32.00	0.249	0.995
2.00	12.00	0.386	0.386	24.00	0.218	0.435	37.00	0.263	1.051
2.50	13.00	0.397	0.397	26.00	0.229	0.457	40.00	0.271	1.084
3.00	14.00	0.408	0.408	28.00	0.240	0.479	43.00	0.279	1.117
3.50	16.00	0.430	0.430	30.00	0.251	0.501	45.00	0.285	1.139
4.00	17.00	0.441	0.441	32.00	0.262	0.523	49.00	0.296	1.183
4.50	18.00	0.452	0.452	34.00	0.273	0.545	51.00	0.301	1.205
5.00	20.00	0.474	0.474	35.00	0.278	0.556	55.00	0.312	1.249
6.00	22.00	0.496	0.496	40.00	0.306	0.611	59.00	0.323	1.293
7.00	25.00	0.529	0.529	42.00	0.317	0.633	62.00	0.331	1.326
8.00	26.00	0.540	0.540	46.00	0.339	0.677	66.00	0.343	1.370
9.00	27.00	0.551	0.551	48.00	0.350	0.700	70.00	0.354	1.414
10.00	28.00	0.563	0.563	50.00	0.361	0.722	76.00	0.362	1.447
11.00	28.00	0.563	0.563	54.00	0.366	0.733	87.00	0.370	1.480
12.00	28.00	0.563	0.563	56.00	0.372	0.744	97.00	0.381	1.524

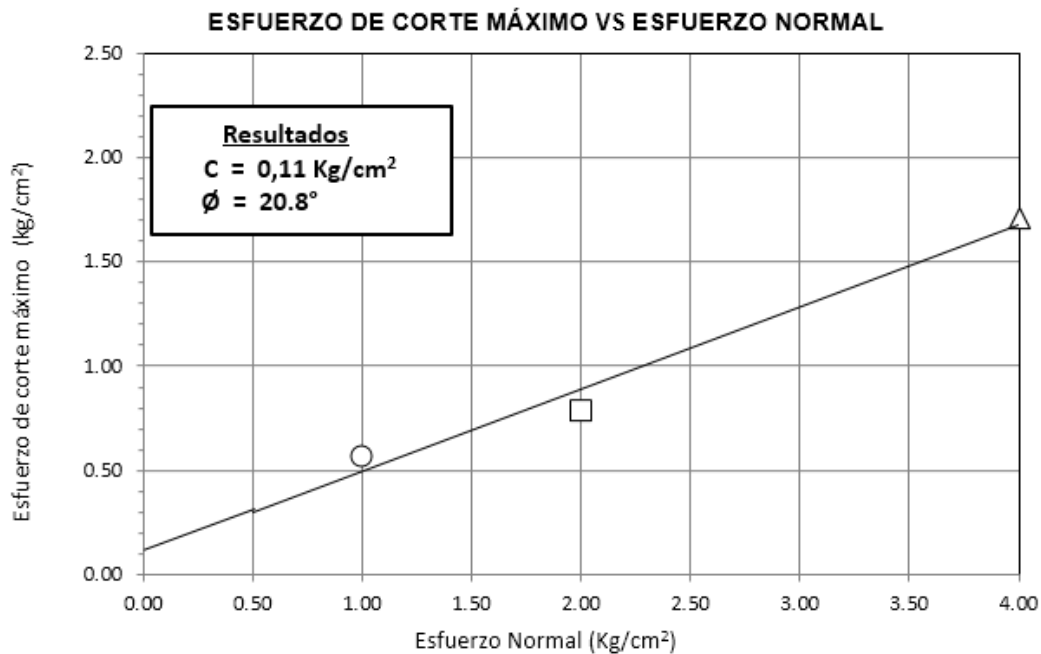
Datos obtenidos del ensayo Corte Directo C-2, M-2

Fuente: Propia



Curva Esfuerzo de corte vs Esfuerzo Normal

Fuente: Propia



Curva Esfuerzo de corte vs Esfuerzo Normal

Fuente: Propia

1.3.2 Clasificación de suelos

CALICATA	TIPO DE SUELO SEGÚN SUCS	
	Simbolo	Nombre Típico
C-1, M-1	SC	Arena Arcillosa
C-2 M-1	CL	Arcilla de baja plasticidad
C-1, M-2	SC	Arena Arcillosa
C-2 M-2	CL	Arcilla de baja plasticidad

Clasificación de suelos mediante SUCS

Fuente: Propia

1.4 Ensayos de Geofísicos

Se ha graficado una sección o perfil geoelectrónico en base de los resultados obtenidos de los tres (3) Sondeos Eléctricos Verticales - SEV, ubicados en el sector del deslizamiento de Sausacocha – Pallar, ubicados en el distrito de Huamachuco de la provincia de Sánchez Carrión-departamento de La Libertad, se ha correlacionado los valores de la resistividades con la litología del lugar, que se observa las variaciones geofísicas para los diferentes puntos SEV en profundidad, se puede definir: el espesor de las capas superficiales (depósitos recientes) y la formación geológica (Fm-saca), que subyace al material

cuaternario superficial reciente, granulometría, permeabilidad de las capas geoelectricas existentes en el área .

1.4.1 Perfil Geoelectrico A-A'- Sausacocha-Pallar-Huamachuco-LA LIBERTAD.

Sección con rumbo NW-SE, corresponde al Terreno ubicado en la carretera Km 8+000 al 9+000 de la carretera en el sector de Deslizamiento, los resultados

SE V	Tipo de Curv a	Resultados											
		1ra. Capa		2da.Ca pa		3ra. Capa		4a. Capa		5a. Capa		6a. Capa	
		ρ_1	E1	ρ_2	E2	ρ_3	E3	ρ_4	E4	ρ_5	E5	P6	E6
SEV 1	HKH A	79	3.5	32	1.5	358	5	25	16.7	3122	10	6223	--
SEV 2	KHK H	52	4.2	59	0.4	7	0.9	458	1.9	8	17.7	3445	---
SEV 3	KHK H	82	0.9	332	1.1	21	2	408	8.1	13	14	3224	---

para este sector se realizaron en base a tres Sondeos Eléctricos Verticales (3), cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Perfil Geoelectrico A-A'- Sausacocha-Pallar-Huamachuco-LA LIBERTAD.

Fuente: Elaboración propia con el resistivímetro modelo PSYSCAL JUNIOR

ρ = Resistividad Geoelectrica (Ω -m)

E= Espesor de la capa en metros

La interpretación es la siguiente:

En el SEV3, ubicado al NORESTE del perfil geoelectrico, se alcanzó a investigar hasta los 50 metros de profundidad. En esta columna geofísica se aprecian resistividades bajas y altas. En superficie se tiene una capa con resistividades del orden de los $\rho_a=82$ Ohmio-m y de espesor de $E=0,9$ m que corresponden a un material de DEPOSITOS coluviales de deslizamiento de cobertura superficial muy reciente, gravas con material fino de color amarillento; subyace a una profundidad de 0.9 m, el material de fragmentos rocosos con resistividades de $\rho_a=332$ Ohmio-m y de espesor de $E=1$ m; subyace a una profundidad de $Z=2$ m

material gravoso con limos y arcillas fragmentos muy alterados y fracturados con resistividad de $\rho_a=21$ Ohmio-m y de espesor de $E=2$ m; Subyace a una profundidad de $Z=4$ m un material resistivo de material depositado con mayor contenido de fragmentos rocosos grande con resistividades de $\rho_a=408$ Ohmio-m y de espesor de $E=8.1$ m; Subyace a una profundidad de $Z=12.1$ m un material de depósitos de gravas y arcillo-limoso en estado húmedo producto de las filtraciones meteóricas con resistividad de $\rho_a=13$ Ohmio-m y espesor de $E= 14$ m; y subyaciendo a una profundidad de $Z=26.1$ m, se encuentra un material compacto sedimentario de la Formación Santa y Carhuaz – impermeable (Roca masiva) con resistividades altas de $\rho_a=3124$ Ohm-m.

El SEV₁, ubicado en el sector central del perfil geoelectrico, se alcanzó a investigar hasta los 50 metros de profundidad. En esta columna geofísica se aprecian resistividades bajas y altas. En superficie se tiene una capa con resistividades del orden de los $\rho_a=79$ Ohmio-m y de espesor de $E=2.5$ m que corresponden a un material de DEPOSITOS coluviales de deslizamiento de cobertura superficial muy reciente, gravas con material fino de color amarillento; subyace a una profundidad de $Z=2.5$ m material gravoso con limos y arcillas fragmentos muy alterados y fracturados con resistividad de $\rho_a=32$ Ohmio-m y de espesor de $E=1.5$ m; Subyace a una profundidad de $Z=4$ m un material resistivo de material depositado con mayor contenido de fragmentos rocosos grandes con resistividades de $\rho_a=358$ Ohmio-m y de espesor de $E=5$ m;; Subyace a una profundidad de $Z=9$ m un material de depósitos de gravas y arcillo-limoso en estado húmedo producto de las filtraciones meteóricas con resistividad de $\rho_a=25$ Ohmio-m y espesor de $E= 16.7$ m; y subyaciendo a una profundidad de $Z=25.7$ m, se encuentra un material compacto sedimentario de la Formación Santa y Carhuaz – impermeable (Roca masiva) con resistividades altas de entre $\rho_a=3122$ Ohm-m a 6223 Ohmio-m y de espesor indeterminado.

El SEV₂, ubicado al SURESTE del perfil geoelectrico, se alcanzó a investigar hasta los 50 metros de profundidad. En esta columna geofísica se aprecian resistividades bajas y altas. En superficie se tiene una capa con resistividades del orden de entre $\rho_a=52$ Ohmio-m a $\rho_a=59$ Ohmio-m y de espesor de $E=4.6$ m; subyace a una profundidad de 4.6 m, el material de fragmentos rocosos con

resistividades de $\rho_a=458$ Ohm-m y de espesor de $E=1.9$ m; subyace a una profundidad de $Z=7.5$ m un material de depósitos de gravas y arcillo-limoso en estado húmedo producto de las filtraciones meteóricas con resistividad de $\rho_a=8$ Ohm-m y espesor de $E=17.7$ m; y subyaciendo a una profundidad de $Z=25.4$ m, se encuentra un material compacto sedimentario de la Formación Santa y Carhuaz – impermeable (Roca masiva) con resistividades altas de $\rho_a=3445$ Ohm-m.

Ensayo- SEV	Roca (m)
SEV1	25.8
SEV2	25.3
SEV3	26.1

Profundidad de la

Pallar-Huamachuco-LA LIBERTAD.

Roca Sausacocha-

Fuente: Elaboración propia con el resistivímetro modelo PSYSCAL JUNIOR

A nivel de toda la Sección Geoeléctrica la interpretación es la siguiente:

a) Capa Superior.

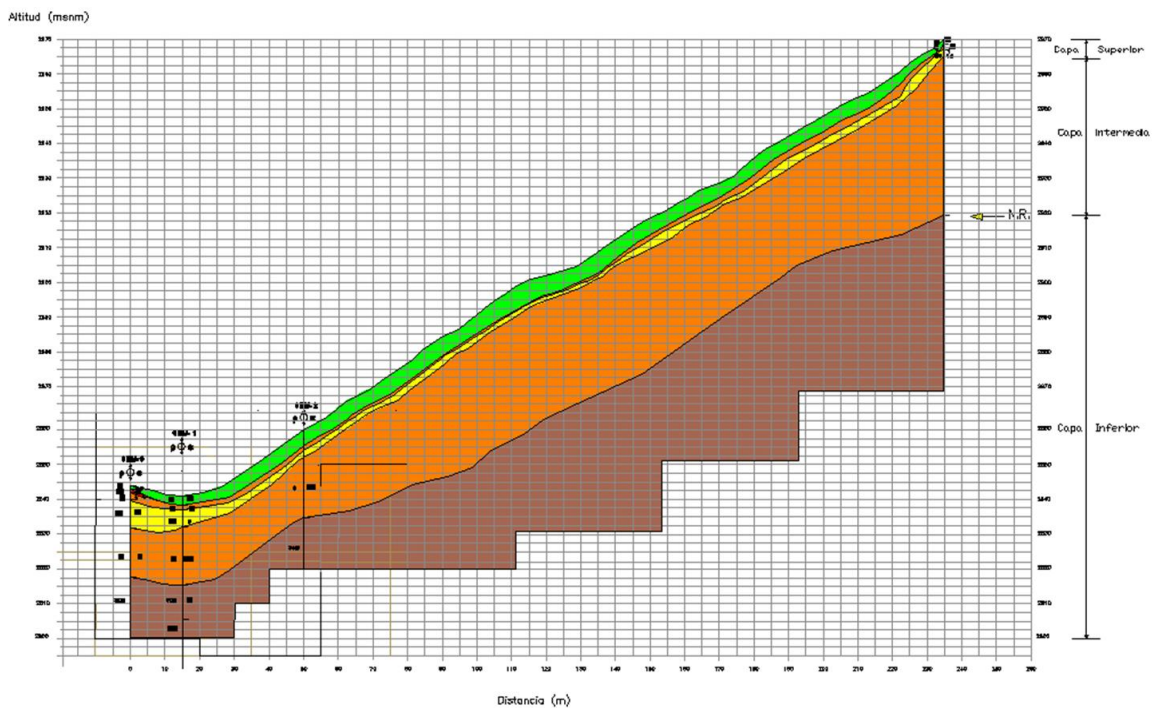
Constituida por cuatro subcapas el primero constituye el material de cobertura de depósitos de material inconsolidado recientes, fragmentos rocosos coluviales de deslizamiento superficial con resistividades de entre $\rho_a=52$ Ohm-m (SEV2) a $\rho_a=82$ Ohm-m (SEV3) y espesores de entre $E=0.9$ m (SEV3) a $E=4.6$ m (SEV2). La segunda subcapa está determinado por una estructura lenticular de resistividad de $\rho_a=332$ Ohm-m (SEV3) y espesor de $E=1.1$ m este corresponde a una material de fragmentos rocosos grandes y con poca matriz limo arcillosa: La tercera subcapa lo conforma el material gravoso con arcilla limosa con resistividades de entre 7 Ohm-m (SEV2) a $\rho_a=32$ Ohm-m (SEV1) y espesores de entre $E=1$ m (SEV2) a $E=2$ m (SEV3): la cuarta lo constituye los depósitos de material de fragmentos rocosos grandes de moderada resistividades de entre $\rho_a=358$ Ohm-m (SEV1) a $\rho_a=458$ Ohm-m (SEV2) y espesores de entre $E=1.9$ m (SEV2) a $E=8.1$ m (SEV3).

b) Capa intermedia.

Constituida por el material de depósitos de deslizamiento antiguo en estado húmedo debido a la acumulación de agua meteóricas retenidas por el material arcillo limoso con resistividades bajas de entre $\rho_a = 8$ Ohmio-m (SEV2) a $\rho_a = 25$ Ohmio-m (SEV1) y espesores de entre $E = 14$ m (SEV3) a $E = 17.7$ m (SEV2). Esta capa yace a profundidades de entre $Z = 7.5$ m (SEV2) a $Z = 12.1$ m (SEV3).

c) Capa Inferior.-

O capa de fondo, conformada por el material rocoso poco alterado y/o poco fracturado con resistividades de entre $\rho_a = 3122$ Ohmio-m (SEV1) a $\rho_a = 6654$ Ohmio-m (SEV1). Esta capa compacta e impermeable yace a profundidades de entre $Z = 25.2$ m (SEV2) a $Z = 26.1$ m (SEV3).

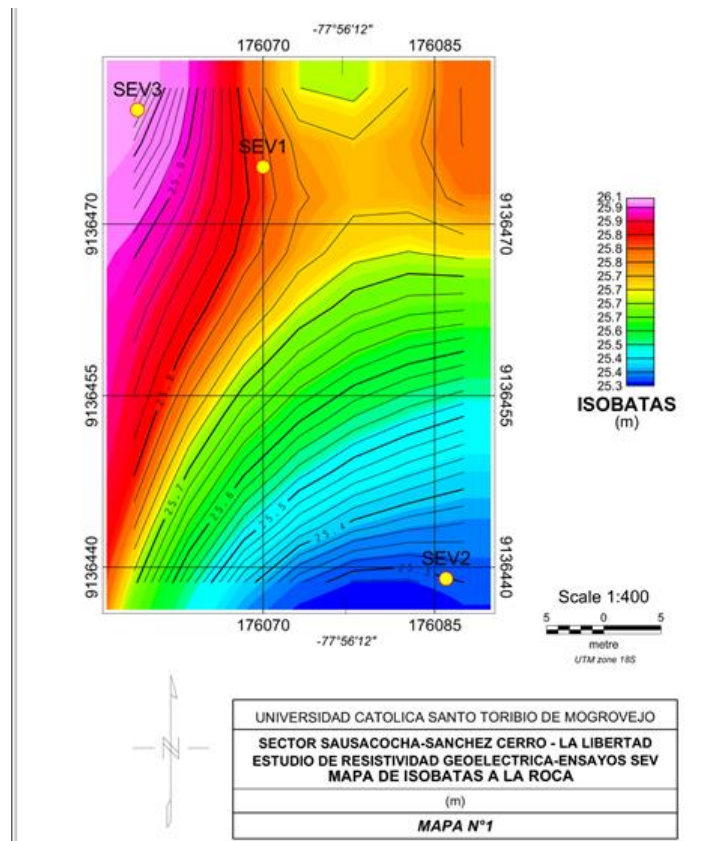


Perfil Estratigráfico – Geoeléctrico

Fuente: Elaboración propia con el resistivímetro modelo PSYSCAL JUNIOR

1.4.2 Mapa de Isobatas a la Roca Compacta - Sector “Sausacocho-Pallar” – HUAMACHUCO-SÁNCHEZ CARRIÓN-LA LIBERTAD.

Nos indica las isopropfundidades a que se encuentra la Capa compacta e impermeable con respecto a la superficie de terreno (topografía), donde los valores máximos, en el mapa se muestra de color rojo magenta se localizan en el sector noroeste del área de estudio en el SEV3 con valores de $Z >$ mayores a 25.8 m, estos sectores conforman las depresiones geomorfológicas subterráneas de la Roca masiva sana impermeable de la zona investigada; valores moderados o intermedios de entre $25.5 \text{ m} < Z < 25.8 \text{ m}$, se muestran como una interfase entre las gradientes máximas y mínimas y van decreciendo hacia el sector noroeste del área de estudio, en el mapa se muestra de color verde a verde amarillo; valores mínimos de profundidades con $Z < 25.5 \text{ m}$ se localizan en el sector noreste del área explorada, en el SEV3 y en el sector sureste en el SEV2, en el mapa se muestra de color azul celeste, muestra una paleoforma elevada.



Mapa de Isobatas a la roca.

Fuente: Elaboración propia con el resistivímetro modelo PSYSCAL JUNIOR

2. Estudio Geológico

2.1 Geología Local

El estudio de detalle para definir la geología, se ha efectuado en base a investigación bibliográfica y a la observación en campo que han permitido: reconocimiento litológico, identificación de problemas geodinámicas, descripción de la naturaleza de los materiales e identificación de sus propiedades físicas y mecánicas, a lo largo del trazo propuesto. Las características principales fueron cartografiadas en planos a escala 1:10, 000.

El afloramiento en la zona de estudio presenta una litológica que se detallan, por orden temporal y desde la parte inferior hasta la superior son:

Cretáceo superior

En la base de este período (Cenomanense) se encuentran niveles margosos y calcareníticos muy fosilíferos, pasando a ser calizo-dolomítico en potentes bancos a partir del Turonense, generalmente responsables de los resaltes verticales de las muelas cretácicas.

Formación Célica

Andesita de portovelo (Kc-p)

La formación Célica está conformada por grandes acumulaciones de lava andesítica que son predominantes. Éstas se depositaron a lo largo del flanco Oeste de los Andes en el Cretácico Temprano y las acumulaciones continuaron hasta el Cretácico Tardío asociadas a depósitos sedimentarios importantes.

Litológicamente comprende areniscas, cuarcitas y lutitas.

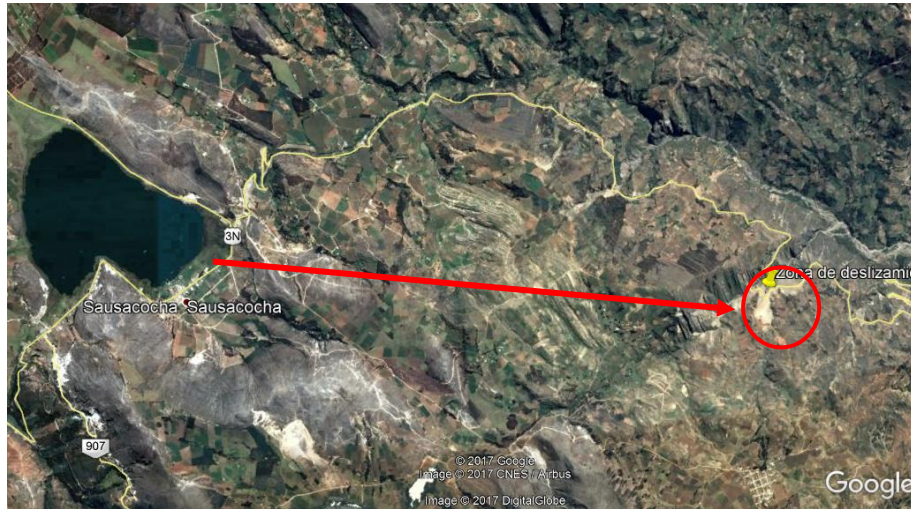


Foto satelital de la zona de estudio.

Fuente: Google Earth



Carta Geologica ubicando la estatigrafia del talud

Fuente: INGEMMET

2.2 Geología Estructural

Respecto de la característica tectónica del área de estudio, es necesario indicar que las estructuras geológicas mencionadas en el informe, son de carácter regional y no tienen incidencia en la estabilidad del talud del proyecto, pero es necesario que se conozca las características estructurales que han dado lugar a la ocurrencia de las formas y variaciones en los depósitos de la cuenca.

Las primeras deformaciones siguen una falla paleozoica de origen hercínico. Por estas razones, en la secuencia sedimentaria aparecen series turbidíticas con deslizamientos en los taludes naturales formados.

La Fase Incaica fue eminentemente compresiva en la Cordillera Occidental, manifestándose como una tectónica de bloques que reactiva fallas antiguas.

2.3 Geomorfología

La Geomorfología del área ha sido definida teniendo en cuenta los diversos agentes erosivos, destacando entre ellos la acción erosiva de vientos y lluvias.

Puede decirse que la Cordillera Occidental está formada de estos pórfidos y andesitas, que a su vez son las rocas encajonantes de los yacimientos metalíferos. La andesita, en sus diferentes clases, predomina y ella ha dado origen a importantes filones, tanto argentíferos como cupríferos.

Las posibles causas de erosión es por el sustrato de mala calidad (muy meteorizado), alternancia de rocas de diferente competencia, orientación desfavorable de discontinuidades, ausencia de vegetación, precipitaciones pluviales intensas infiltraciones de agua, corte para construcción de carretera.



Comparacion del cambio de topografía del talud en el año 2000 y el año 2017

Fuente: Propia

2.4 Geodinámica

La interacción de la Placa Oceánica de Nazca con la Placa Continental Sudamericana determina la zona de subducción a lo largo de la costa de Perú la cual produce reajustes corticales que originan los sismos.

Dentro del mapa del riesgo sísmico del Instituto Geofísico del Perú, el área en estudio registra sismos de intensidades moderadas a altas, con sismos de 7.2° a 7.7° en la escala de Richter, por lo que es probable su influencia en procesos geodinámicas.

2.5 Sismicidad Histórica

Entre los sismos más importantes ocurridos en la región Norte del Perú se encuentran los sismos de 1619 y 1953, que produjeron muerte y destrucción en Trujillo y Tumbes. Los principales Sismos Históricos de magnitud 7.2 en la escala de Richter.

Fecha	Magnitud Escala Richter	Hora Local	Lugar
14/02/1619	8.4	12:31	Trujillo
23/06/1951	7.2	-	La Libertad y Ancash
17/12/1963	7,7	12:31	Tumbes y Corrales
07/12/1964	7,2	04:36	Talara -Piura
09/12/1970	7,6	23:34	Zorritos - Tumbes
26/02/1996	7.5	-	Costa Norte centro
15/03/2014	6.3	-	Sechura - Piura

Sismos históricos

Fuente: Instituto Geofísico del Perú

2.6 Actividad Sísmica Actual

Actualmente en este año se han registrado varios movimientos telúricos, los registrados en el norte del Perú son los siguientes:

Fecha	Magnitud Escala Richter	Hora Local	Lugar
04/09/2017	4,7	06:56	Chimbote - Trujillo
24/08/2017	4,4	04:24	Sechura
11/08/2017	4,3	15:17	Sechura - Paita
24/07/2017	3,6	18:58	Chachapoyas
17/07/2017	4,4	01:26	Viru - Trujillo
15/02/2017	4,2	23:13	Chimbote
21/01/2017	4,1	20:04	Zorrito - Tumbes

2.6.1 Probabilidad de Excedencia o de Ocurrencia

Una asociada con la ocurrencia de sismos de magnitud moderada, pero con probabilidades de ocurrencia de 50% a 64%, llamados sismo de operación; ante cuya ocurrencia la estructura debe resistir su acción sin sufrir daños importantes que la pongan afuera de uso.

La otra está asociada a eventos de gran magnitud, pero de ocurrencia esporádica; el terremoto más fuerte que se espera que se produzca una sola vez durante la vida de una estructura, denominado sismo accidental. Se tiene la justificación económica de aceptar un terremoto con estas características produzca daños estructurales importantes, siempre que al mismo tiempo, se evite el colapso de la construcción, las pérdidas de vidas y bienes materiales.

Según el Manual de Diseño de Puentes 2003 del MTC y la Norma 0.30 de Diseño Sismo Resistente, para el caso de sismo accidental se recomienda una probabilidad de excedencia el 10% para una vida útil de la estructura de 50 años, equivalente a un periodo de recurrencia de 475 años.

2.6.2 Zonificación Sísmica

Según la Norma E. 030 de Diseño Sismo Resistente, en base a la distribución espacial de la sismicidad documentada en el país, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en información neotectónica; el país se encuentra dividido en 4 zonas sísmicas, cada una de las cuales presenta parámetros de aceleraciones máximas definidas en un rango de probabilidad.



Zonas Sísmicas del Perú

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

De acuerdo a la ubicación del proyecto nos encontramos en la zona 3.

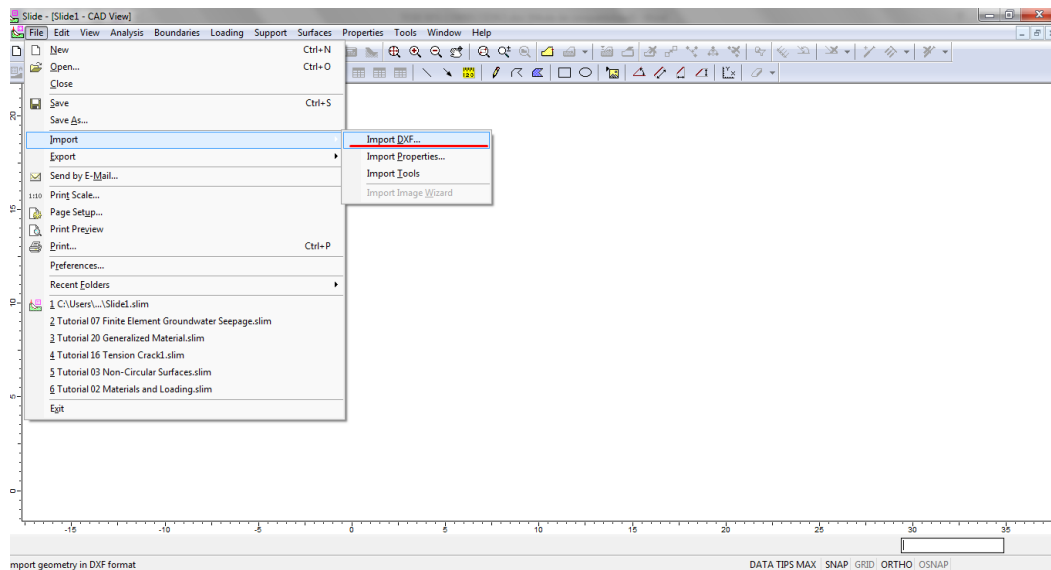
FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Factor de zona

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

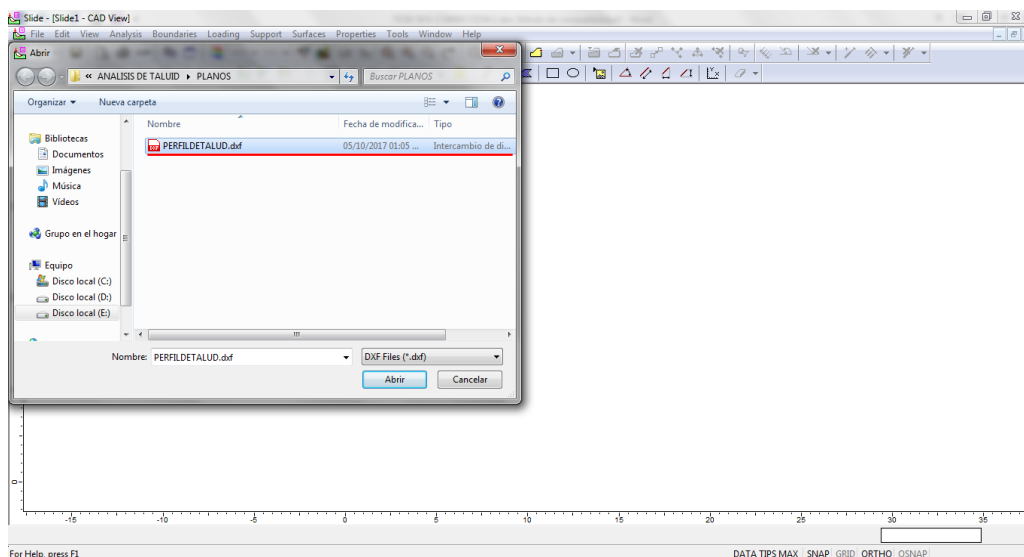
Anexo N° 04: Tutorial para modelar un talud en el programa SLIDE

En el estudio del talud, se realizó la topografía del terreno mediante curvas de nivel. El perfil longitudinal del talud se tendrá que guardar en un archivo DXF para importarlo en el programa.



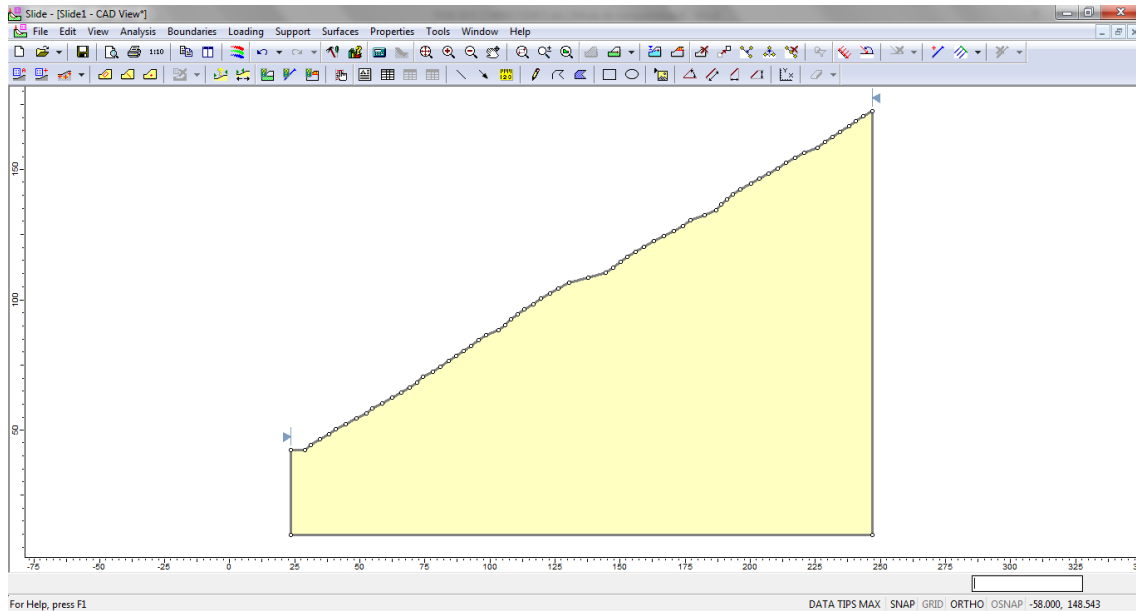
Fuente: PROGRAMA SLIDE

Seleccionamos el archivo “.dxf” y le damos click izquierdo en abrir.



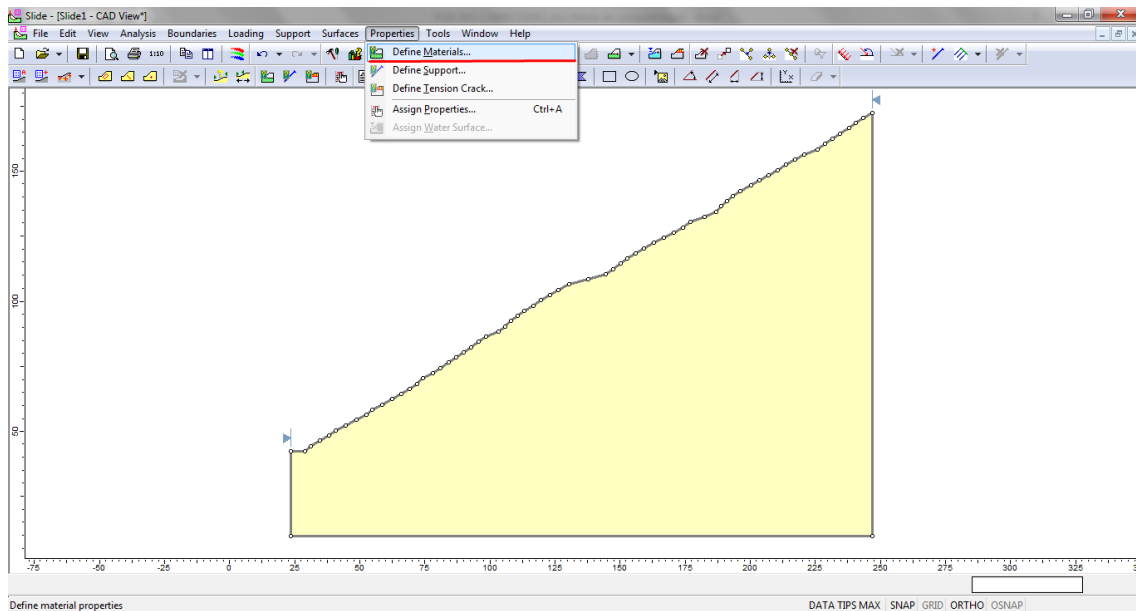
Fuente: PROGRAMA SLIDE

Una vez importado el perfil longitudinal del talud definiremos las características de los estratos que se presentan.



Fuente: PROGRAMA SLIDE

Llevaremos el cursor a la opción properties, y haremos click izquierdo en “Define Materials”

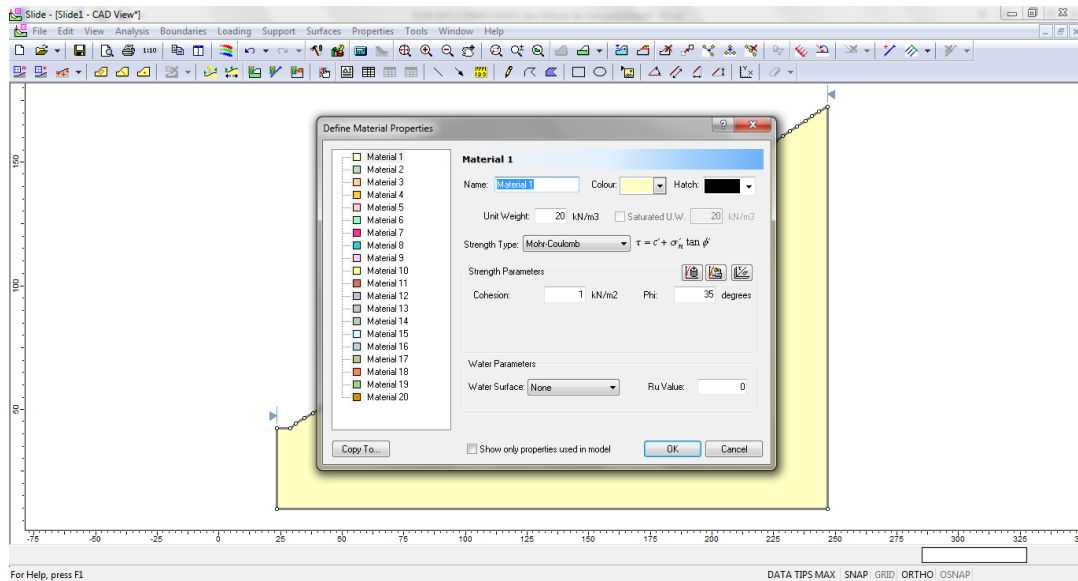


Fuente: PROGRAMA SLIDE

Luego de haber dado click nos encontraremos con la siguiente ventana. Aquí podremos ponerle un nombre al material, el tipo de color, tipo de trama. También introduciremos el peso unitario, la cohesión y el ángulo de fricción interna del suelo.

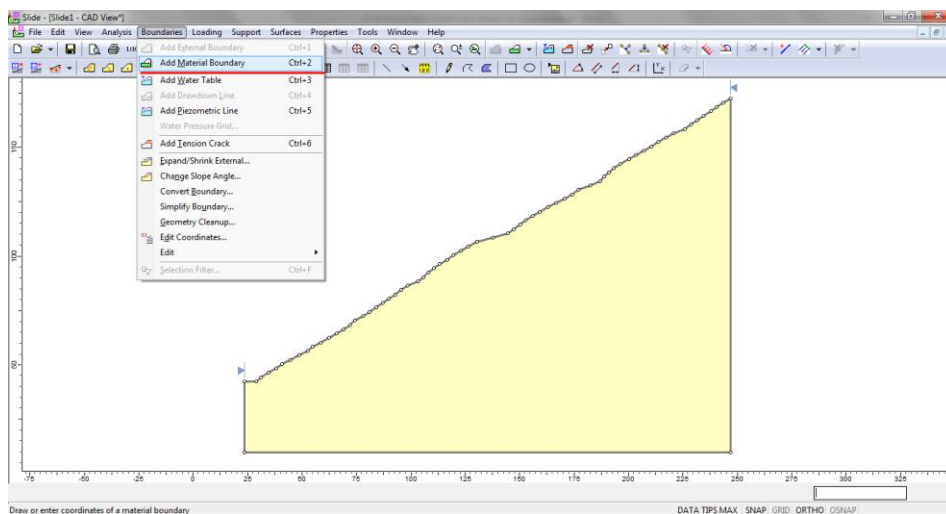
OJO! esto depende del tipo de metodo de fuerzas del estudio de mecanica de suelos.

En nuestro caso eligiremos el circulo de mohr ya que se presenta un estrato de suelos y roca.



Fuente: PROGRAMA SLIDE

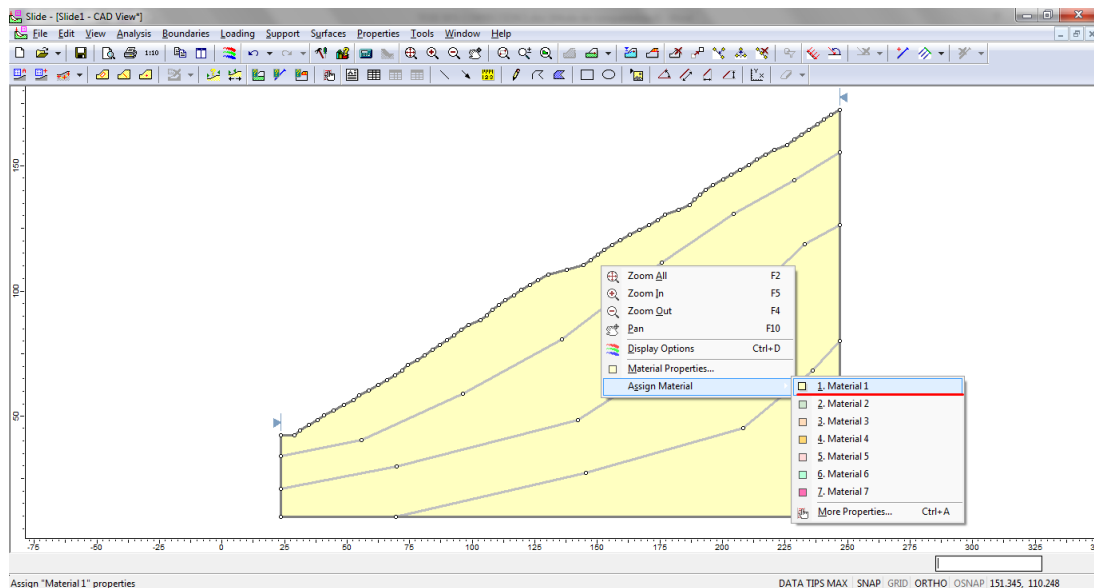
De acuerdo al estudio mediante calicatas o sondaje para determinar los estratos del suelo de nuestro talud de estudio definiremos los estratos en el perfil longitudinal del talud, para eso llevaremos el cursor al la opcion de “Boundaries”, luego a la opcion de “Add Material Boundaries” daremos click izquierdo para dibujar los estratos.



Fuente: PROGRAMA SLIDE

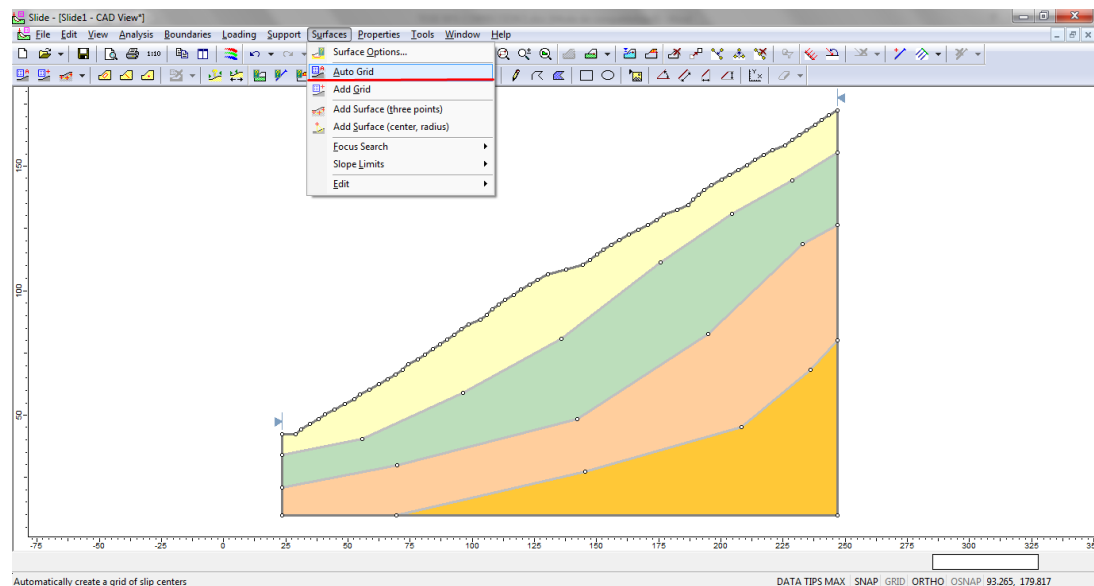
Cuando terminamos de definir los estratos, llevaremos el cursor al area del estrato que queremos asignar el material, para eso daremos click derecho

lleveremos el cursor a la opción “Assign Material” y daremos click izquierdo en el material que hemos creado y que corresponde. Seguiremos el mismo paso para los siguientes estratos.



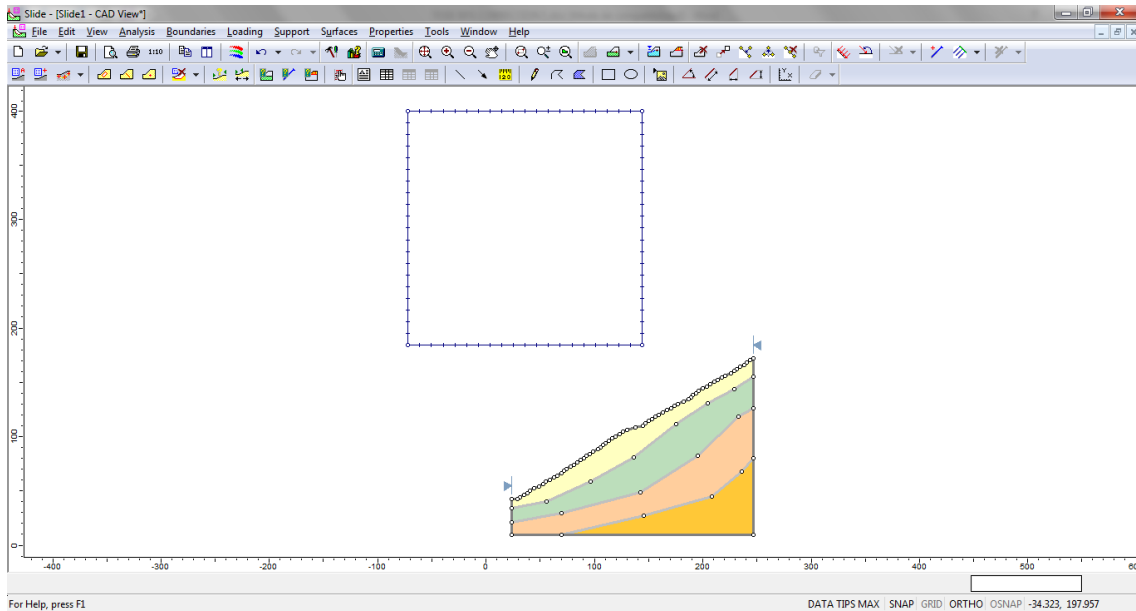
Fuente: PROGRAMA SLIDE

Cuando terminemos de asignar el material a cada estrato del perfil del talud, determinaremos la gría para calcular posteriormente el FS del talud. Para eso llevaremos el cursor a la opción “Surfaces” y daremos click en la opción “Auto Grid”.



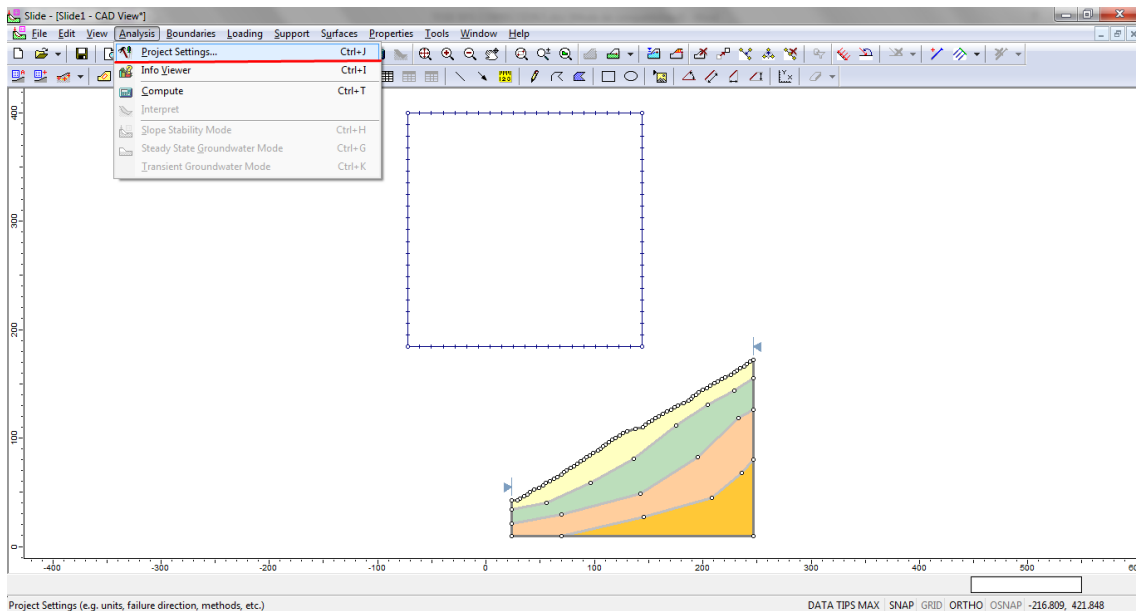
Fuente: PROGRAMA SLIDE

Daremos click izquierdo en “OK”, y nos quedará de esta forma.



Fuente: PROGRAMA SLIDE

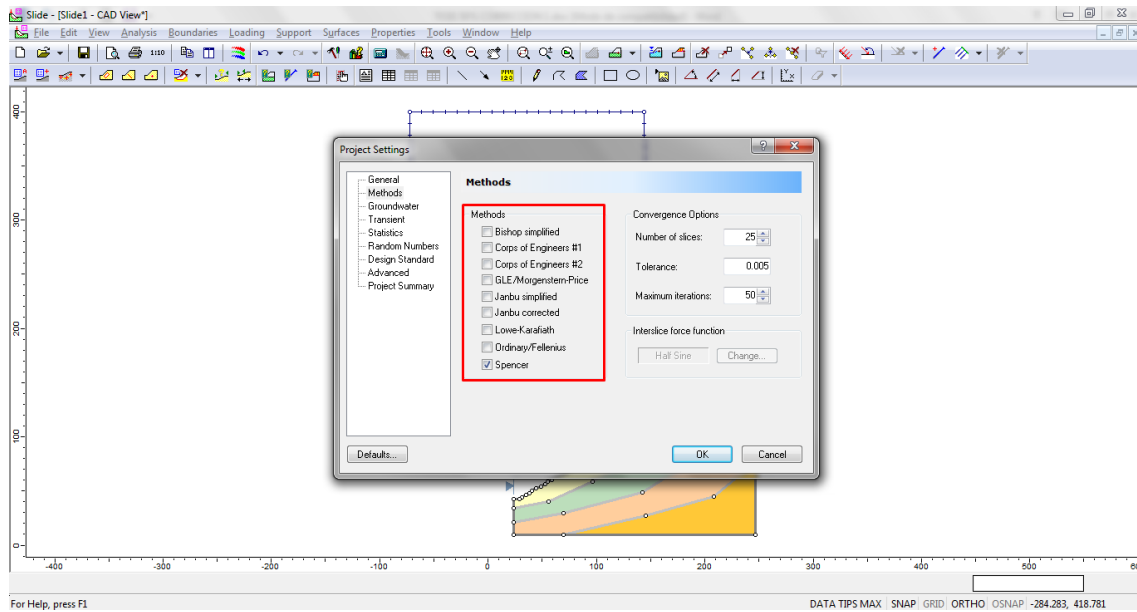
Luego iremos a la opción “Analysis” y daremos click izquierdo en “Project Settings...”.



Fuente: PROGRAMA SLIDE

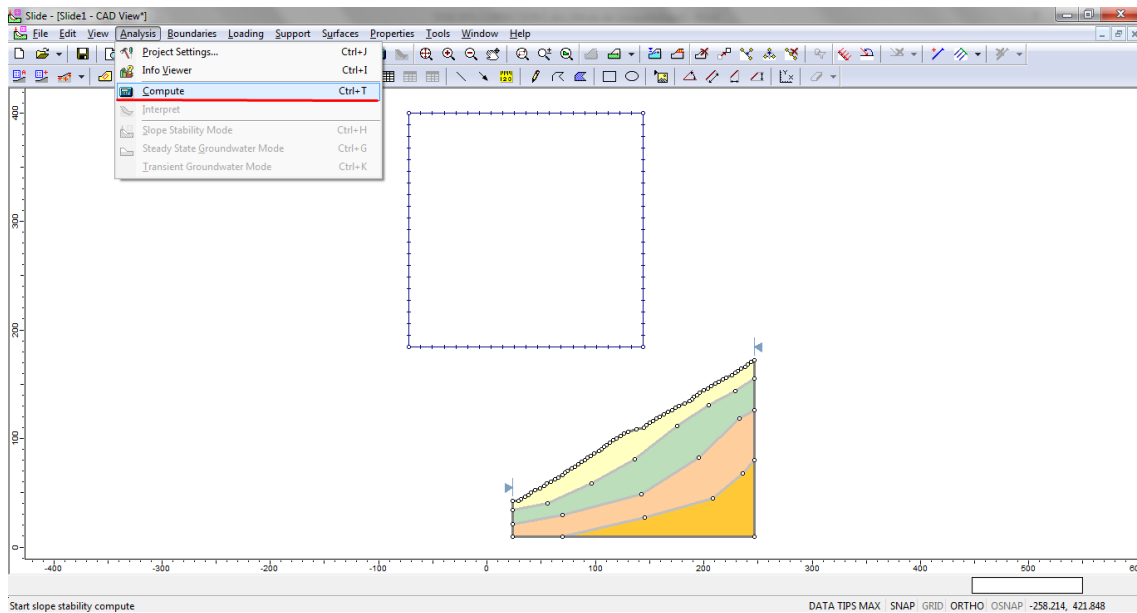
Luego daremos click izquierdo en Methods y escogemos el tipo de metodo de analisis de estudio de talud, el numero de rebanadas, la tolerancia maxima y el maximo de iteraciones para el FS. En mi estudio seleccioné el metodo de Spencer, ya que es un metodo que más exacto y se utiliza para diferentes

estratos y cualquier forma de falla. Y por ultimo le damos click izquierdo en “OK”.



Fuente: PROGRAMA SLIDE


Llevamos el cursor nuevamente a la opcion “ Analysis” y damos click en “Compute”. Luego daremos click izquierdo en guardar cambios y se calcular el FS del talud en condiciones normales.





Fuente: PROGRAMA SLIDE


ANEXO N° 4 SISTEMA
MALLA ANCLADA
(TECCO) METRADO,
COSTO UNITARIO,
PRESUPUESTO Y
CRONOGRAMA

 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	METRADO MALLA ANCLADA (TECCO)							
	"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACOA - PALLAR KM. 8+000 AL 9+000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017"							
	Asesor: "Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez"							
Elaborado: Carrión Aguilar Carlos Humberto								
Lugar: Distrito de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad								
Partida	Descripción	Und.	Dimensiones				Parcial	Total
			Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)		
01	OBRAS PROVISIONALES							
01.01	Cartel de identificación de la obra 3.60M X 2.40M	und	1.00	-	-	-	1.00	1.00
01.02	Almacen y caseta de guardiania	m2	1.00	4.00	5.00	-	20.00	20.00
02	TRABAJOS PRELIMINARES							
02.01	Trazo y replanteo	m2	1.00	-	-	-	19704.11	19704.11
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE							
04.01	Malla de protección de talud con enrejado de triple torsión y lamina de polietileno	m2	1.00	-	-	-	19704.11	
05	PROTECCIÓN AMBIENTAL							
05.01	Programa de Monitoreo Ambiental	pto	1.00	-	-	-	1.00	
	Monitoreo de calidad de aire	pto	1.00	-	-	-	1.00	
	Monitoreo de sonido	pto	1.00	-	-	-	1.00	
05.02	Revegetación Proyecto	Ha					1.93	
	TALUD	Ha	1.00	1	-	1.93	1.93	
05.03	Revegetación Areas Auxiliares	Ha					0.42	
	TALUD	Ha	1.00	1	-	0.4158	0.42	
06	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO							
06.01	Programa de Monitoreo Ambiental	Glb	1.00	-	-	-	1.00	


	COSTOS UNITARIOS MALLA ANCLADA (TECCO)				
	"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACocha – PALLAR KM. 8+ 000 AL 9+ 000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017"				
Asesor: 'Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez'					
Elaborado : Carrión Aguilar Carlos Humberto					
Lugar: Distrito de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad					
CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA 3.6M X2.4M					
				Costo unitario directo por:	und 522.29
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	8.0000	14.00	112.00	
PEON	hh	16.0000	11.50	184.00	
296.00					
MATERIALES					
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	2.0000	4.50	9.00	
MADERA TORNILLO	p2	23.1800	3.40	78.81	
GIGANTOGRAFIA 3.6M X 2.4 M	und	1.0000	129.60	129.60	
217.41					
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		8.88	8.88	
8.88					
ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANIA					
				Costo unitario directo por:	m2 309.24
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	0.4	14	5.6	
PEON	hh	0.8000	11.50	9.20	
14.80					
MATERIALES					
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	4.0000	4.20	16.80	
TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X9 mm	und	4.0000	54.00	216.00	
CALAMINA METALICA 0.14mm 3.6M X0.8M	und	4.0000	15.30	61.20	
294.00					
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.44	0.44	
0.44					
TRAZO Y REPLANTEO INICAL					
				Costo unitario directo por:	m2 9.96
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA					
PEON	hh	0.048	11.5	0.55	
OPERARIO TOPOGRAFO	hh	0.0160	12.00	0.19	
0.74					
MATERIALES					
YESO BOLSA 28 kg	bol	1.0000	9.00	9.00	
MADERA TORNILLO	p2	0.0200	3.40	0.07	
9.07					
EQUIPOS					
NIVEL TOPOGRAFICO	día	0.0020	50.00	0.10	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.02	0.02	
CORDEL	rll	0.0200	1.50	0.03	
0.15					


		COSTOS UNITARIOS MALLA ANCLADA (TECCO)				
		"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACocha – PALLAR KM. 8+ 000 AL 9+ 000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017"				
Elaborado :		Asesor: "Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez"				
Lugar:		Distrito de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad				
		MALLA ANCLADA SISTEMA TECCO				
				Costo unitario directo por:	m2	24.98
DESCRIPCIÓN RECURSO						
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
CAPATAZ						
		hh	0.0084	17.50	0.15	
OPERARIO						
		hh	0.0084	14.00	0.12	
PEON						
		hh	0.0168	11.50	0.19	
MATERIALES					0.46	
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60						
		kg	0.6000	2.91	1.75	
LAMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD						
		m2	1.2000	7.61	9.13	
MALLA HEXAGONAL 8X10 DE TRIPLE TORSION CON ALAMBRE GALVANIZADO REFORZADO						
		m2	1	7.46	7.46	
CABLE DE ACERO E= 2MM. PARA SUJETACIÓN DE ENREJADO METÁLICO						
		m	1.7	3.13	5.32	
					23.66	
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES						
		%mo		0.01	0.01	
CAMION CON CESTA ELEVADORA BRAZO ARTICULADO 16 M. ALTURA						
		hm	0.0168	50.36	0.85	
					0.86	
PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL						
				Costo unitario directo por:	pto	1100.9
DESCRIPCIÓN RECURSO						
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE						
		pto	1.0000	1060.00	1060.00	
MONITOREO DE SONIDO						
		pto	1.0000	40.90	40.90	
					1100.90	
REVEGETACION PROYECTO						
				Costo unitario directo por:	ha	1963.04
DESCRIPCIÓN RECURSO						
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
CAPATAZ						
		hh	1.6000	17.50	28.00	
PEON						
		hh	160.0000	11.50	1840.00	
					1868.00	
MATERIALES						
PLANTAS NATIVAS						
		kg	3.0000	13.00	39.00	
					39.00	
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES						
		%mo		56.04	56.04	
					56.04	


		COSTOS UNITARIOS MALLA ANCLADA (TECCO)			
		"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACocha – PALLAR KM. 8+ 000 AL 9+ 000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017"			
Asesor: "Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez"					
Elaborado :		Carrión Aguilar Carlos Humberto			
Lugar:		Distrito de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad			
REVEGETACION AREAS AUXILIARES					
Costo unitario directo por:					
				ha	1963.04
DESCRIPCIÓN RECURSO					
MANO DE OBRA					
	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
CAPATAZ	hh	1.6000	17.50	28.00	
PEON	hh	160.0000	11.50	1840.00	
				1868.00	
MATERIALES					
PLANTAS NATIVAS	kg	3.0000	13.00	39.00	
				39.00	
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		56.04	56.04	
				56.04	
SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD					
Costo unitario directo por:					
				Glb	1351.46
DESCRIPCIÓN RECURSO					
	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
CAPATAZ	hh	0.8	17.50	14.00	
PEON	hh	8	11.50	92.00	
				106.00	
MATERIALES					
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	0.2	2.62	0.52	
PARANTES DE MADERA TORNILLO	pza	4	28.50	114.00	
CINTA SEÑALADORA	rll	6	60.00	360.00	
CONO DE SEGURIDAD	und	8	13.47	107.76	
CARTELES DE SEÑALIZACION	und	8	50.00	400.00	
SEÑAL INFORMATIVA Y/O RESTRICTIVA	und	4	65.00	260.00	
				1242.28	
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3	106.00	3.18	
				3.18	


PRESUPUESTO DEL SISTEMA MALLA ANCLADA						
 "ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACocha – PALLAR KM. 8+ 000 AL 9+ 000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017"						
Asesor: "Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez"						
Elaborado: Carrión Aguilar Carlos Humberto						
Lugar: Distrito de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad						
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
01	OBRAS PROVISIONALES					8,827.09
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA 3.6M X 2.4M	und	1.00	522.29		522.29
01.02	ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANIA	m2	20.00	309.24		6,184.80
02	TRABAJOS PRELIMINARES					196,252.94
02.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	19,704.11	9.96		196,252.94
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					492,208.67
04.01	MALLA TERRAMESH VERDE MALLA 10X12, DIAME. 2.7 MM	m2	19,704.11	82.33		492,208.67
05	PROTECCIÓN AMBIENTAL					168,527.34
05.01	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL	pto	1.00	1,100.90		1,100.90
05.02	REVEGETACION PRO YECTO	ha	1.93	1,963.04		3,788.67
05.03	REVEGETACION AREAS AUXILIARES	ha	0.42	2,222.60		933.49
06	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO					1,351.46
6.01	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	1,100.90		1,351.46
	COSTO DIRECTO					702,234.21
	GASTOS GENERALES (10%)					60,541.72
	UTILIDAD (10%)					70,223.42
	SUB TOTAL					832,999.35
	IGV (18%)					149,939.88
	TOTAL PRESUPUESTO					982,939.23

ANEXO N° 5 SISTEMA
TIERRA ARMADA
METRADO, COSTO
UNITARIO,
PRESUPUESTO Y
CRONOGRAMA

 METRADO TIERRA ARMADA "ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACocha - PALLAR KM. 8+000 AL 9+000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017" Asesor: "Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez" Elaborado: Carrión Aguilar Carlos Humberto Lugar: Distrito de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad								
Partida	Descripción	Und.	Dimensiones				Parcial	Total
			Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)		
01	OBRAS PROVISIONALES							
01.01	Cartel de identificación de la obra 3.60M X 2.40M	und	1.00	-	-	-	1.00	1.00
01.02	Almacen y caseta de guardiania	m2	1.00	4.00	5.00	-	20.00	20.00
01.03	Movilización y desmovilización de equipos	gib	1.00	-	-	-	1.00	1.00
02	TRABAJOS PRELIMINARES							
02.01	Trazo y replanteo	m2	1.00	-	-	-	19313.97	19313.97
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
03.01	Remoción de derrumbes c/maquina	m3		-	-	-	207325.36	
	CORTE GAVION 1	m3	1.00	78.95		52.92	4178.03	
	CORTE GAVION 2	m3	1.00	82.45		109.38	9018.38	
	CORTE GAVION 3	m3	1.00	84.28		122.98	10364.75	
	CORTE GAVION 4	m3	1.00	86.38		132.52	11447.08	
	CORTE GAVION 5	m3	1.00	87.78		143.94	12635.05	
	CORTE GAVION 6	m3	1.00	90.69		161.32	14630.11	
	CORTE GAVION 7	m3	1.00	91.37		180.33	16476.75	
	CORTE GAVION 8	m3	1.00	91.74		158.2	14513.27	
	CORTE GAVION 9	m3	1.00	92.08		130.76	12040.38	
	CORTE GAVION 10	m3	1.00	93.99		140.45	13200.90	
	CORTE GAVION 11	m3	1.00	99.71		131.7	13131.81	
	CORTE GAVION 12	m3	1.00	106.32		119.43	12697.80	
	CORTE GAVION 13	m3	1.00	111.61		136.74	15261.55	
	CORTE GAVION 14	m3	1.00	114.96		133.4	15335.66	
	CORTE GAVION 15	m3	1.00	118.41		123.79	14657.97	
	CORTE GAVION 16	m3	1.00	120.48		147.21	17735.86	
03.02	Perfilado y compactado	m2	1.00				15512.00	
	Nivelacion de gavion 1	m2	1.00	78.95	-	10	789.50	
	Nivelacion de gavion 2	m2	1.00	82.45		10	824.50	
	Nivelacion de gavion 3	m2	1.00	84.28		10	842.80	
	Nivelacion de gavion 4	m2	1.00	86.38		10	863.80	
	Nivelacion de gavion 5	m2	1.00	87.78		10	877.80	
	Nivelacion de gavion 6	m2	1.00	90.69		10	906.90	
	Nivelacion de gavion 7	m2	1.00	91.37		10	913.70	
	Nivelacion de gavion 8	m2	1.00	91.74		10	917.40	
	Nivelacion de gavion 9	m2	1.00	92.08		10	920.80	
	Nivelacion de gavion 10	m2	1.00	93.99		10	939.90	
	Nivelacion de gavion 11	m2	1.00	99.71		10	997.10	
	Nivelacion de gavion 12	m2	1.00	106.32		10	1063.20	
	Nivelacion de gavion 13	m2	1.00	111.61		10	1116.10	
	Nivelacion de gavion 14	m2	1.00	114.96		10	1149.60	
	Nivelacion de gavion 15	m2	1.00	118.41		10	1184.10	
	Nivelacion de gavion 16	m2	1.00	120.48		10	1204.80	
03.04	Eliminacion de material excedente	m3	1.00				86086.92	
	CORTE GAVION 1	m3	1.00	78.95	-	17.89	1412.416	
	CORTE GAVION 2	m3	1.00	82.45		29.39	2423.206	
	CORTE GAVION 3	m3	1.00	84.28		42.98	3622.354	
	CORTE GAVION 4	m3	1.00	86.38		52.52	4536.678	
	CORTE GAVION 5	m3	1.00	87.78		63.82	5602.12	
	CORTE GAVION 6	m3	1.00	90.69		81.32	7374.911	
	CORTE GAVION 7	m3	1.00	91.37		100.33	9167.152	
	CORTE GAVION 8	m3	1.00	91.74		78.2	7174.068	
	CORTE GAVION 9	m3	1.00	92.08		50.76	4673.981	
	CORTE GAVION 10	m3	1.00	93.99		60.45	5681.696	
	CORTE GAVION 11	m3	1.00	99.71		51.7	5155.007	
	CORTE GAVION 12	m3	1.00	106.32		39.43	4192.198	
	CORTE GAVION 13	m3	1.00	111.61		56.47	6302.617	
	CORTE GAVION 14	m3	1.00	114.96		53.4	6138.864	
	CORTE GAVION 15	m3	1.00	118.41		43.78	5183.99	
	CORTE GAVION 16	m3	1.00	120.48		61.8	7445.664	
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE							
04.01	Elemnto Terramesh Verde malla 10x12, diam. 2.7 mm.	m2	1.00	-	-	-	8316.00	
	Terramesh verde	und	126.00	1	-	66	8316.00	
05	PROTECCIÓN AMBIENTAL							
05.01	Programa de Monitoreo Ambiental	pto	1.00	-	-	-	1.00	
	Monitoreo de calidad de aire	pto	1.00	-	-	-	1.00	
	Monitoreo de sonido	pto	1.00	-	-	-	1.00	
05.02	Revegetación Proyecto	Ha					1.93	
	TALUD	Ha	1.00	1	-	1.93	1.93	
05.03	Revegetación Areas Auxiliares	Ha					0.42	
	TALUD	Ha	1.00	1	-	0.4158	0.42	
05.04	Acondicionamiento de depositos de material excedente	m3	1				86086.92	
06	PROTECCIÓN AMBIENTAL							
06.01	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	gib	1.00	-	-	-	1.00	

		COSTOS UNITARIOS SUELO REFORZADO		
		"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACocha – PALLAR KM. 8+ 000 AL 9+ 000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017"		
Elaborado:		Asesor: "Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez"		
Lugar:		Carrión Aguilar Carlos Humberto		
		Distrito de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad		
		CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA 3.6M X 2.4M		
		Costo unitario directo por:		und 522.29
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA				
OPERARIO	hh	8.0000	14.00	112.00
PEON	hh	16.0000	11.50	184.00
				296.00
MATERIALES				
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	2.0000	4.50	9.00
MADERA TORNILLO	p2	23.1800	3.40	78.81
GIGANTO GRAFIA 3.6M X 2.4 M	und	1.0000	129.60	129.60
				217.41
EQUIPOS				
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		8.88	8.88
				8.88
ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANIA				
		Costo unitario directo por:		m2 309.24
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA				
OPERARIO	hh	0.4	14	5.6
PEON	hh	0.8000	11.50	9.20
				14.80
MATERIALES				
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	4.0000	4.20	16.80
TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 9 mm	und	4.0000	54.00	216.00
CALAMINA METALICA 0.14mm 3.6M X 0.8M	und	4.0000	15.30	61.20
				294.00
EQUIPOS				
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.44	0.44
				0.44
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS				
		Costo unitario directo por:		glb 2120
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA				
MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb	1	1060	1060
DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb	1	1060	1060
				2120
TRAZO Y REPLANTEO INICAL				
		Costo unitario directo por:		m2 9.96
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA				
PEON	hh	0.048	11.5	0.55
OPERARIO TOPOGRAFO	hh	0.0160	12.00	0.19
				0.74
MATERIALES				
YESO BOLSA 28 kg	bol	1.0000	9.00	9.00
MADERA TORNILLO	p2	0.0200	3.40	0.07
				9.07
EQUIPOS				
NIVEL TOPOGRAFICO	día	0.0020	50.00	0.10
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.02	0.02
CORDEL	rl	0.0200	1.50	0.03
				0.15

		COSTOS UNITARIOS SUELO REFORZADO			
		"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACocha – PALLAR KM. 8+ 000 AL 9+ 000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017"			
Asesor: 'Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez'					
Elaborado:	Carrión Aguilar Carlos Humberto				
Lugar:	Distrito de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad				
REMOCIÓN DE DERRUMBES C/MAQUINA					
Costo unitario directo por: m3 15.34					
DESCRIPCIÓN RECURSO					
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
CAPATAZ		hh	0.0533	17.50	0.93
PEON		hh	0.0533	11.50	0.61
					1.54
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.05	0.05
EXCAVADORA ORUGA MODELO 307B		hm	0.0533	258.00	13.75
					13.80
PERFILADO Y COMPACTADO DE TALUDES					
Costo unitario directo por: m2 8.37					
DESCRIPCIÓN RECURSO					
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
CAPATAZ		hh	0.0144	17.50	0.25
PEON		hh	0.0577	11.50	0.66
					0.91
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	0.03
EXCAVADORA ORUGA MODELO 307B		hm	0.0288	258.00	7.43
					7.46
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
Costo unitario directo por: m3 26.37					
DESCRIPCIÓN RECURSO					
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
CAPATAZ		hh	0.0067	17.50	0.12
PEON		hh	0.1333	11.50	1.53
					1.65
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.05	0.05
RETROEXCAVADORA 215 - 90 HP		hm	0.0667	130.00	8.67
CAMION VOLQUETE 20 M3		hm	0.1333	120.00	16.00
					24.72
MALLA TERRAMESH VERDE MALLA 10X12, DIAME. 2.7 MM					
Costo unitario directo por: m2 82.33					
DESCRIPCIÓN RECURSO					
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
CAPATAZ		hh	0.0027	17.50	0.05
OPERARIO		hh	0.0267	14.00	0.37
PEON		hh	0.1600	11.50	1.84
MATERIALES					
TERRAMESH VERDE MALLA 10 X12, DIAM. 2.7 MM		und	1.0000	80.00	80.00
					80.00
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.07	0.07
					0.07

COSTOS UNITARIOS SUELO REFORZADO						
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrobo	'ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACocha – PALLAR KM. 8+ 000 AL 9+ 000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017'					
	Asesor: 'Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez'					
Elaborado : Carrión Aguilar Carlos Humberto						
Lugar: Distrito de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad						
RELLENO PARA SUELO REFORZADO TERRAMESH						
Costo unitario directo por:					m3	7.41
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	hh	0.0070	17.50	0.12		
EQUIPOS						
RETROEXCAVADORA 215 - 90 HP	hm	0.0561	130.00	7.29		
PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL					pto	1100.9
Costo unitario directo por:					pto	1100.9
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
MANO DE OBRA						
MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE	pto	1.0000	1060.00	1060.00		
MONITOREO DE SONIDO	pto	1.0000	40.90	40.90		
REVEGETACION PROYECTO					ha	1963.04
Costo unitario directo por:					ha	1963.04
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	hh	1.6000	17.50	28.00		
PEON	hh	160.0000	11.50	1840.00		
MATERIALES						
PLANTAS NATIVAS	kg	3.0000	13.00	39.00		
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		56.04	56.04		
REVEGETACION AREAS AUXILIARES					ha	2222.6
Costo unitario directo por:					ha	2222.6
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	hh	1.6000	17.50	28.00		
PEON	hh	160.0000	11.50	1840.00		
MATERIALES						
PLANTAS NATIVAS	kg	3.0000	13.00	39.00		
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		63.60	63.60		
ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE					m3	1.89
Costo unitario directo por:					m3	1.89
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
MANO DE OBRA						
PEON	hh	0.0133	11.50	0.15		
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.01	0.01		
EXCAVADORA ORUGA MODELO 307B	hm	0.0067	258.00	1.73		
SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD					Glb	1351.46
Costo unitario directo por:					Glb	1351.46
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	hh	0.8	17.50	14.00		
PEON	hh	8	11.50	92.00		
MATERIALES						
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	0.2	2.62	0.52		
PARANTES DE MADERA TORNILLO	pza	4	28.50	114.00		
CINTA SEÑALADORA	rll	6	60.00	360.00		
CONO DE SEGURIDAD	und	8	13.47	107.76		
CARTELES DE SEÑALIZACION	und	8	50.00	400.00		
SEÑAL INFORMATIVA Y/O RESTRICTIVA	und	4	65.00	260.00		
EQUIPOS					1242.28	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3	106.00	3.18		
EQUIPOS					3.18	

 PRESUPUESTO DEL SISTEMA SUELO REFORZADO					
		"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACocha – PALLAR KM. 8+ 000 AL 9+ 000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017"			
		Asesor: 'Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez'			
Elaborado:		Carrión Aguilar Carlos Humberto			
Lugar:		Distrito de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad			
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				8,827.09
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA 3.6M X 2.4M	und	1.00	522.29	522.29
01.02	ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANA	m2	20.00	309.24	6,184.80
01.03	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,120.00	2,120.00
02	TRABAJOS PRELIMINARES				196,252.94
02.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	19,704.11	9.96	196,252.94
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				5,580,318.54
03.01	REMOCIÓN DE DERRUMBES C/MAQUINA	m3	207,325.36	15.34	3,180,371.02
03.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE TALUDES	m2	15,512.00	8.37	129,835.44
03.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	86,086.92	26.37	2,270,112.08
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				2,520,616.22
04.01	MALLA TERRAMESH VERDE MALLA 10X12, DIAME. 2.7 MM	m2	19,704.11	82.33	1,622,239.38
04.02	RELLENO PARA SUELO REFORZADO TERRAMESH	m3	121,238.44	7.41	898,376.84
05	PROTECCIÓN AMBIENTAL				168,527.34
05.01	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL	pto	1.00	1,100.90	1,100.90
05.02	REVEGETACIÓN PRO YECTO	ha	1.93	1,963.04	3,788.67
05.03	REVEGETACIÓN ÁREAS AUXILIARES	ha	0.42	2,222.60	933.49
05.04	ACONDICIONAMIENTO DE DEPÓSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	86,086.92	1.89	162,704.28
06	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO				1,204.52
06.01	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	Glb	1.00	1,204.52	1,204.52
	COSTO DIRECTO				8,475,746.65
	GASTOS GENERALES (10%)				730,719.52
	UTILIDAD (10%)				847,574.67
	SUB TOTAL				10,054,040.84
	IGV (18%)				1,809,727.35
	TOTAL PRESUPUESTO				11,863,768.19

ANEXO N° 6 SISTEMA
ERDOX METRADO,
COSTO UNITARIO,
PRESUPUESTO Y
CRONOGRAMA



METRADO SISTEMA ERDOX


"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACOCCHA - PALLAR KM. 8+000 AL 9+000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017"


Asesor: "Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez"


Elaborado por: **Carrión Aguilar Carlos Humberto**


Lugar: **Distrito de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad**

Partida	Descripción	Und.	Dimensiones			Parcial	Total
			Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)		
01	OBRAS PROVISIONALES						
01.01	Cartel de identificación de la obra 3.60M X 2.40M	und	1.00	-	-	1.00	1.00
01.02	Almacén y caseta de guardianía	m2	1.00	4.00	5.00	20.00	20.00
01.03	Movilización y desmovilización de equipos	glb	1.00	-	-	1.00	1.00
02	TRABAJOS PRELIMINARES						
02.01	Trazo y replanteo	m2	1.00	-	-	19313.97	19313.97
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
03.01	Remoción de derrumbes c/maquina	m3		-	-	136682.89	
	CORTE TALUD1	m3	1.00	78.95	-	14.33	1131.35
	CORTE TALUD2	m3	1.00	82.45	-	55.13	4545.47
	CORTE TALUD3	m3	1.00	84.28	-	59.36	5002.86
	CORTE TALUD4	m3	1.00	86.38	-	64.76	5593.97
	CORTE TALUD5	m3	1.00	87.78	-	65.87	5782.07
	CORTE TALUD6	m3	1.00	90.69	-	67.43	6115.23
	CORTE TALUD7	m3	1.00	91.37	-	67.62	6178.44
	CORTE TALUD8	m3	1.00	91.74	-	77.02	7065.81
	CORTE TALUD9	m3	1.00	92.08	-	79.49	7319.44
	CORTE TALUD10	m3	1.00	93.99	-	85.99	8082.20
	CORTE TALUD11	m3	1.00	99.71	-	90.34	9007.80
	CORTE TALUD12	m3	1.00	106.32	-	77.19	8206.84
	CORTE TALUD13	m3	1.00	111.61	-	53.63	5985.64
	CORTE TALUD14	m3	1.00	114.96	-	52.58	6044.60
	CORTE TALUD15	m3	1.00	118.41	-	56.28	6664.11
	CORTE TALUD16	m3	1.00	120.48	-	50.31	6061.35
	CORTE TALUD17	m3	1.00	122.04	-	45.6	5565.02
	CORTE TALUD18	m3	1.00	123.65	-	33.96	4199.15
	CORTE TALUD19	m3	1.00	125.51	-	40.48	5080.64
	CORTE TALUD20	m3	1.00	127.41	-	42.99	5477.36
	CORTE TALUD21	m3	1.00	129.17	-	39.39	5088.01
	CORTE TALUD22	m3	1.00	130.31	-	36.31	4731.56
	CORTE TALUD23	m3	1.00	131.46	-	27.45	3608.58
	CORTE TALUD24	m3	1.00	132.61	-	31.26	4145.39
	CORTE TALUD25	m3	1.00	58	-	34.28	1988.24
03.02	Eliminación de material excedente	m3	1.00			53840.82	
	CORTE TALUD1	m3	1.00	78.95	-	14.33	1131.354
	CORTE TALUD2	m3	1.00	82.45	-	18.27	1506.362
	CORTE TALUD3	m3	1.00	84.28	-	22.5	1896.3
	CORTE TALUD4	m3	1.00	86.38	-	27.9	2410.002
	CORTE TALUD5	m3	1.00	87.78	-	29.01	2546.498
	CORTE TALUD6	m3	1.00	90.69	-	30.57	2772.393
	CORTE TALUD7	m3	1.00	91.37	-	30.76	2810.541
	CORTE TALUD8	m3	1.00	91.74	-	40.16	3684.278
	CORTE TALUD9	m3	1.00	92.08	-	42.63	3925.37
	CORTE TALUD10	m3	1.00	93.99	-	49.14	4618.669
	CORTE TALUD11	m3	1.00	99.71	-	53.48	5332.491
	CORTE TALUD12	m3	1.00	106.32	-	40.33	4287.886
	CORTE TALUD13	m3	1.00	111.61	-	16.77	1871.7
	CORTE TALUD14	m3	1.00	114.96	-	15.72	1807.171
	CORTE TALUD15	m3	1.00	118.41	-	19.42	2299.522
	CORTE TALUD16	m3	1.00	120.48	-	13.45	1620.456
	CORTE TALUD17	m3	1.00	122.04	-	9.04	1103.242
	CORTE TALUD18	m3	1.00	123.65	-	0.96	118.704
	CORTE TALUD19	m3	1.00	125.51	-	7.22	906.1822
	CORTE TALUD20	m3	1.00	127.41	-	6.6	840.906
	CORTE TALUD21	m3	1.00	129.17	-	4.5	581.265
	CORTE TALUD22	m3	1.00	130.31	-	2.68	349.2308
	CORTE TALUD23	m3	1.00	131.46	-	0.42	55.2132
	CORTE TALUD24	m3	1.00	132.61	-	2.1	278.481
	CORTE TALUD25	m3	1.00	58	-	3.31	191.98
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE						
04.01	Relleno para suelo reforzado (ERDOX)	m3				94081.83	
	CORTE TALUD2	m3	1.00	82.45	-	36.86	3039.11
	CORTE TALUD3	m3	1.00	84.28	-	36.86	3106.56
	CORTE TALUD4	m3	1.00	86.38	-	36.86	3183.97
	CORTE TALUD5	m3	1.00	87.78	-	36.86	3235.57
	CORTE TALUD6	m3	1.00	90.69	-	36.86	3342.83
	CORTE TALUD7	m3	1.00	91.37	-	36.86	3367.90
	CORTE TALUD8	m3	1.00	91.74	-	36.86	3381.54
	CORTE TALUD9	m3	1.00	92.08	-	36.86	3394.07
	CORTE TALUD10	m3	1.00	93.99	-	36.86	3464.47
	CORTE TALUD11	m3	1.00	99.71	-	36.86	3675.31
	CORTE TALUD12	m3	1.00	106.32	-	36.86	3918.96
	CORTE TALUD13	m3	1.00	111.61	-	36.86	4113.94
	CORTE TALUD14	m3	1.00	114.96	-	36.86	4237.43
	CORTE TALUD15	m3	1.00	118.41	-	36.86	4364.59
	CORTE TALUD16	m3	1.00	120.48	-	36.86	4440.89
	CORTE TALUD17	m3	1.00	122.04	-	36.86	4498.39
	CORTE TALUD18	m3	1.00	123.65	-	36.86	4557.74
	CORTE TALUD19	m3	1.00	125.51	-	36.86	4626.30
	CORTE TALUD20	m3	1.00	127.41	-	36.86	4696.33
	CORTE TALUD21	m3	1.00	129.17	-	36.86	4761.21
	CORTE TALUD22	m3	1.00	130.31	-	36.86	4803.23
	CORTE TALUD23	m3	1.00	131.46	-	36.86	4845.62
	CORTE TALUD24	m3	1.00	132.61	-	36.86	4888.00
	CORTE TALUD25	m3	1.00	58	-	36.86	2137.88
04.02	Elemento Erdox	und	1.00	-	-	813	813.00
04.03	Placa de apoyo de concreto f'c 210 Kg/cm2	m3	1.00	-	-	1219.5	1219.50
04.04	Cama de grava para base de sistema Erdox	m3	1.00	-	-	1626	1626.00
04.05	Geotextil Tejido de 200 gr/cm2.	m2	1.00	-	-	10195.02	10195.02
04.06	Geomanta para protección e=10mm.	m2	1.00	-	-	20955.286	20955.29
05	PROTECCIÓN AMBIENTAL						
05.01	Programa de Monitoreo Ambiental	pto	1.00	-	-	-	1.00
	Monitoreo de calidad de aire	pto	1.00	-	-	-	1.00
	Monitoreo de sonido	pto	1.00	-	-	-	1.00
05.03	Revegetación Areas Auxiliares	Ha					0.42
	TALUD	Ha	1.00	1	-	0.4158	0.42
05.04	Acondicionamiento de depositos de material excedente	m3					53840.82
06	PROTECCIÓN AMBIENTAL						
06.01	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	-	-	-	1.00

		COSTOS UNITARIOS SISTEMA ERDOX			
		"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACOCHA – PALLAR KM. 8+ 000 AL 9+ 000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017"			
Elaborado:		Carrión Aguilar Carlos Humberto			
Lugar:		Distrito de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad			
CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA 3.6M X 2.4M					
				Costo unitario directo por:	und 522,29
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	8.0000	14.00	112.00	
PEON	hh	16.0000	11.50	184.00	
296.00					
MATERIALES					
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	2.0000	4.50	9.00	
MADERA TORNILLO	p2	23.1800	3.40	78.81	
GIGANTOGRAFIA 3.6M X 2.4 M	und	1.0000	129.60	129.60	
217.41					
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		8.88	8.88	
8.88					
ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANIA					
				Costo unitario directo por:	m2 309,24
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA					
OPERARIO	hh	0.4	14	5.6	
PEON	hh	0.8000	11.50	9.20	
14.80					
MATERIALES					
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	4.0000	4.20	16.80	
TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 9 mm	und	4.0000	54.00	216.00	
CALAMINA METALICA 0.14mm 3.6M X 0.8M	und	4.0000	15.30	61.20	
294.00					
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.44	0.44	
0.44					
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS					
				Costo unitario directo por:	glb 2120
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA					
MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb	1	1060	1060	
DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb	1	1060	1060	
2120					
TRAZO Y REPLANTEO INICAL					
				Costo unitario directo por:	m2 9,96
DESCRIPCIÓN RECURSO	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA					
PEON	hh	0.048	11.5	0.55	
OPERARIO TOPOGRAFO	hh	0.0160	12.00	0.19	
0.74					
MATERIALES					
YESO BOLSA 28 kg	bol	1.0000	9.00	9.00	
MADERA TORNILLO	p2	0.0200	3.40	0.07	
9.07					
EQUIPOS					
NIVEL TOPOGRAFICO	día	0.0020	50.00	0.10	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.02	0.02	
CORDEL	rll	0.0200	1.50	0.03	
0.15					

 COSTOS UNITARIOS SISTEMA ERDOX						
"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACOCHA – PALLAR KM. 8+ 000 AL 9+ 000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017"						
Asesor: 'Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez'						
Elaborado: Carrión Aguilar Carlos Humberto						
Lugar: Distrito de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad						
REMOCION DE DERRUMBES C/MAQUINA						
Costo unitario directo por: m3 56.67						
DESCRIPCIÓN RECURSO						
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
CAPATAZ		hh	0.0533	17.50	0.93	
PEON		hh	0.0533	11.50	0.61	
					1.54	
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.05	0.05	
EXCAVADORA ORUGA MODELO 307B		hm	0.2133	258.00	55.08	
					55.13	
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE						
Costo unitario directo por: m3 38.28						
DESCRIPCIÓN RECURSO						
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
CAPATAZ		hh	0.0050	17.50	0.09	
PEON		hh	0.1000	11.50	1.15	
					1.24	
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04	
RETROEXCAVADORA 215 - 90 HP		hm	0.1000	130.00	13.00	
CAMION VOLQUETE 20 M3		hm	0.2000	120.00	24.00	
					37.04	
RELLENO PARA SUELO REFORZADO (ERDOX)						
Costo unitario directo por: m3 5.59						
DESCRIPCIÓN RECURSO						
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
CAPATAZ		hh	0.0070	17.50	0.12	
					0.12	
EQUIPOS						
RETROEXCAVADORA 215 - 90 HP		hm	0.0421	130.00	5.47	
					5.47	
ELEMENTO ERDOX						
Costo unitario directo por: m2 5803.36						
DESCRIPCIÓN RECURSO						
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
CAPATAZ		hh	hh	32	14.00	448.00
OPERARIO		hh	hh	8	12.50	100.00
PEON		hh	hh	64	11.50	736.00
						1284.00
MATERIALES						
ELEMENTO ERDOX		und	1.0000	2415.00	2415.00	
					2415.00	
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		38.52	38.52	
EXCAVADORA ORUGA CAT 235 -195HP		hm	8	258.23	2065.84	
					2104.36	
PLACA DE APOYO DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2						
Costo unitario directo por: m3 876.69						
DESCRIPCIÓN RECURSO						
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
CAPATAZ		hh	0.1333	17.50	2.33	
OPERARIO		hh	0.6667	14.00	9.33	
PEON		hh	2.0000	11.50	23.00	
					34.66	
MATERIALES						
ALAMBRE NEGRO N° 16		kg	0.1000	2.60	0.26	
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.5000	4.50	2.25	
ARENA GRUESA		m3	0.7500	4.20	3.15	
AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.3560	23.10	8.22	
CEMENTO PORTLAND MS (42.5 kg)		bo1	13.6500	24.40	333.06	
MADERA TORNILLO		p2	145.3100	3.40	494.05	
					840.99	
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		1.04	1.04	
					1.04	

 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	COSTOS UNITARIOS SISTEMA ERDOX					
	"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACocha – PALLAR KM. 8+ 000 AL 9+ 000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017"					
Asesor: "Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez"						
Elaborado : Carrión Aguilar Carlos Humberto						
Lugar: Distrito de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad						
CAMA DE GRAVA PARA BASE DE SISTEMA ERDOX						
Costo unitario directo por:					m3	16.85
DESCRIPCIÓN RECURSO						
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
CAPATAZ		hh	0.0500	17.50	0.88	
PEON		hh	1.0000	11.50	11.50	
					12.38	
MATERIALES						
GRAVILLA		m3	1.0000	4.10	4.10	
					4.10	
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.37	0.37	
					0.37	
GEOMANTA PARA PROTECCION e= 10mm.						
Costo unitario directo por:					m2	17.57
DESCRIPCIÓN RECURSO						
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
CAPATAZ		hh	0.0028	17.50	0.05	
OPERARIO		hh	0.0276	14.00	0.39	
PEON		hh	0.0552	11.50	0.63	
					1.07	
MATERIALES						
GEOMANTA PARA PROTECCION E= 10 MM.		m2	1.1000	14.97	16.47	
					16.47	
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	0.03	
					0.03	
GEOTEXTIL TEJIDO DE 200 gr/cm2						
Costo unitario directo por:					m2	26.39
DESCRIPCIÓN RECURSO						
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
CAPATAZ		hh	0.1245	17.50	2.18	
OPERARIO		hh	0.4981	14.00	6.97	
PEON		hh	0.9961	11.50	11.46	
					20.61	
MATERIALES						
GEOTEXTIL TEJIDO DE 200 GR/CM2		m2	1.1000	4.69	5.16	
					5.16	
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.6200	0.62	
					0.62	
PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL						
Costo unitario directo por:					pto	1100.9
DESCRIPCIÓN RECURSO						
MANO DE OBRA		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE		pto	1.0000	1060.00	1060.00	
MONITOREO DE SONIDO		pto	1.0000	40.90	40.90	
					1100.90	

		COSTOS UNITARIOS SISTEMA ERDOX			
		"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACocha – PALLAR KM. 8+ 000 AL 9+ 000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017"			
Elaborado :		Asesor: "Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez"			
Lugar:		Distrito de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad			
REVEGETACION AREAS AUXILIARES					Costo unitario directo por: ha 2222.6
DESCRIPCIÓN RECURSO					
MANO DE OBRA					
	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
CAPATAZ	hh	1.6000	17.50	28.00	
PEON	hh	160.0000	11.50	1840.00 2120.00	
MATERIALES					
PLANTAS NATIVAS	kg	3.0000	13.00	39.00 39.00	
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		63.60	63.60 63.60	
ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE					Costo unitario directo por: m3 1.89
DESCRIPCIÓN RECURSO					
MANO DE OBRA					
	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
PEON	hh	0.0133	11.50	0.15 0.15	
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.01	0.01	
EXCAVADORA ORUGA MODELO 307B	hm	0.0067	258.00	1.73 1.74	
SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD					Costo unitario directo por: Glb 1351.46
DESCRIPCIÓN RECURSO					
	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
CAPATAZ	hh	0.8	17.50	14.00	
PEON	hh	8	11.50	92.00 106.00	
MATERIALES					
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	0.2	2.62	0.52	
PARANTES DE MADERA TORNILLO	pza	4	28.50	114.00	
CINTA SEÑALADORA	rll	6	60.00	360.00	
CONO DE SEGURIDAD	und	8	13.47	107.76	
CARTELES DE SEÑALIZACION	und	8	50.00	400.00	
SEÑAL INFORMATIVA Y/O RESTRICTIVA	und	4	65.00	260.00 1242.28	
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3	106.00	3.18 3.18	

		PRESUPUESTO DEL SISTEMA MALLA ERDOX			
		"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACocha – PALLAR KM. 8+ 000 AL 9+ 000 PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, 2017"			
		Asesor: "Ing. Manuel Alejandro Borja Suarez"			
Elaborado:		Carrión Aguilar Carlos Humberto			
Lugar:		Distríto de Huamahuco - Provincia de Sanchez Carrión - Departamento La Libertad			
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				8,827.09
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA 3.6M X2.4M	und	1.00	522.29	522.29
01.02	ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANA	m2	20.00	309.24	6,184.80
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,120.00	2,120.00
02	TRABAJOS PRELIMINARES				259,292.27
02.01	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m2	26,033.36	9.96	259,292.27
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				9,806,845.97
03.01	REMOCION DE DERRUMBES C/MAQUINA	m3	136,682.89	56.67	7,745,819.38
03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	53,840.82	38.28	2,061,026.59
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				6,977,801.70
04.01	RELLENO PARA SUELO REFORZADO (ERDOX)	m3	94,081.83	5.59	525,917.43
04.02	ELEMENTO ERDOX	und	813.00	5,803.36	4,718,131.68
04.03	PLACA DE APOYO DE CONCRETO FC 210 KG/CM2	m3	1,219.50	876.69	1,069,123.46
04.04	CAMA DE GRAVA PARA BASE DE SISTEMA ERDOX	m3	1,626.00	16.85	27,398.10
04.05	GEO MANTA PARA PROTECCION e= 10mm.	m2	20,955.29	17.57	368,184.45
04.06	GEO TEXTIL TEJIDO DE 200 gr/cm2	m2	10,195.02	26.39	269,046.58
05	PROTECCIÓN AMBIENTAL				103,793.54
05.01	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL	pto	1.00	1,100.90	1,100.90
05.02	REVEGETACION AREAS AUXILIARES	ha	0.42	2,222.60	933.49
05.03	ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	53,840.82	1.89	101,759.15
06	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO				1,204.52
06.01	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	Glb	1.00	1,204.52	1,204.52
	COSTO DIRECTO				17,157,812.63
	GASTOS GENERALES 8.6213%				1,479,226.46
	UTILIDAD (10%)				1,715,781.26

	SUB TOTAL				20,352,820.35
	IGV (18%)				3,663,507.66

	TOTAL PRESUPUESTO				24,016,328.01

ANEXO N° 7 GASTOS **GENERALES**

GASTOS VARIABLES**PERSONAL PROFESIONAL**

Descripción	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial
INGENIERO RESIDENTE DE LA OBRA, ESPECIALIDAD EN CONSTRUCCIÓN Y ESTRUCTURAS	mes	1.00	100.00	1.30	10,000.00	13,000.00
INGENIERO ASISTENTE DEL INGENIERO RESIDENTE	mes	1.00	100.00	1.30	5,000.00	6,500.00
Subtotal						19,500.00

PERSONAL AUXILIAR Y DE APOYO

Descripción	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial
ALMACENERO	mes	1.00	100.00	1.30	2,500.00	3,250.00
CONTROLADOR DE TIEMPO	mes	1.00	100.00	1.30	1,500.00	1,950.00
GUARDIAN	mes	2.00	100.00	1.30	2,500.00	6,500.00
ADMINISTRADOR	mes	1.00	100.00	1.30	2,500.00	3,250.00
ASISTENTE DEL ADMINISTRADOR	mes	1.00	100.00	1.30	2,000.00	2,600.00
GERENTE	und	1.00	33.00	1.30	12,500.00	5,362.50
SECRETARIA	mes	1.00	100.00	1.30	1,500.00	1,950.00
Subtotal						24,862.50

GASTOS Fijos**ENSAYOS DE LABORATORIO**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
ENSAYO DE GRANULO METRÍA	und	4.00	90.00	360.00
SONDAJE ELECTRICO VERTICAL (SEV)	pto	4.00	2,000.00	8,000.00
LIMITES DE ATTERBERG	und	4.00	80.00	320.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	und	4.00	30.00	120.00
CONTENIDO DE CARBONATOS	und	4.00	500.00	2,000.00
ENSAYO DE CORTE DIRECTO	und	4.00	420.00	1,680.00
GRAVEDAD ESPECIFICA	und	4.00	70.00	280.00
Subtotal				12,760.00

PERSONAL EN LA CEDE CENTRAL

Descripción	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial
INGENIERO SUPERVISION TECNICA EMPRESA	und	1.00	33.00	1.30	10,000.00	4,290.00
CONTADOR	und	1.00	33.00	1.30	2,500.00	1,072.50
ASISTENTE DEL CONTADOR	und	1.00	33.00	1.30	2,000.00	858.00
SECRETARIA	und	1.00	33.00	1.30	1,500.00	643.50
Subtotal						12,226.50

GASTOS DE OFICINA PRINCIPAL Y GASTOS VARIOS

Descripción	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial
SERVICIOS DE LUZ Y AGUA	glb	1.00	100.00	1.30	2,000.00	2,600.00
MATERIAL Y EQUIPOS DE OFICINA	glb	1.00	100.00	1.30	500.00	650.00
MATENIMIENTO Y LIMPIEZA	glb	1.00	100.00	1.30	1,500.00	1,950.00
Subtotal						5,200.00

PLAN DE SEÑALIZACION Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
CASCOS	und	20.00	13.00	260.00
GUANTES	und	20.00	11.00	220.00
O VEROLES	und	20.00	40.00	800.00
TAPON DE OIDO	und	20.00	2.00	40.00
AUDIFONOS	und	10.00	20.00	200.00
BLOQUEADOR SOLAR	und	5.00	40.00	200.00
CINTAS DE PELIGRO	und	10.00	50.00	500.00
BOTAS DE SEGURIDAD	und	20.00	50.00	1,000.00
LENTES DE SEGURIDAD	und	20.00	7.00	140.00
CONO DE SEGURIDAD	und	20.00	20.00	400.00
MASCARILLA	und	2.00	22.00	44.00
Subtotal				3,804.00

MOBILIARIO, EQUIPO, MATERIAL DE OFICINA Y OTROS

Descripción	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial
MOBILIARIO DE OFICINA	und	1.00	100.00	1.30	2,000.00	2,600.00
COMPUTADOR	und	1.00	100.00	1.30	1,000.00	1,300.00
IMPRESORA	und	1.00	100.00	1.30	500.00	650.00
UTILES DE OFICINA	und	1.00	100.00	1.30	500.00	650.00
CAMIONETA PICK UP	und	1.00	100.00	1.30	2,000.00	2,600.00
COMBUSTIBLE	und	1.00	100.00	1.30	1,000.00	1,300.00
MANTENIMIENTO	und	1.00	100.00	1.30	500.00	650.00
Subtotal						9,750.00
Total						88,103.00

ANEXO N° 8
EVALUACION DE
IMPACTO
AMBIENTAL

1. GENERALIDADES:

1.1. INTRODUCCIÓN

Desde el comienzo de los tiempos, los seres humanos han utilizado una gran variedad de recursos naturales para satisfacer sus necesidades. En este proceso, la naturaleza siempre pudo ofrecerles lo que se requirió, sin amenazar al equilibrio de los ecosistemas generales y particulares.

Con el aumento de la población humana, la evolución de la tecnología, en calidad y cantidad, la intensificación de los procesos productivos y la multiplicación de las necesidades sociales, este equilibrio se ha fragilizado; la intensidad de la utilización de los recursos naturales supera en mucho la posibilidad del medio para regenerarlos, por lo que pesa una amenaza universal a la subsistencia de la vida biológica en general, aparte de una catástrofe en la vida social.

No obstante, no todos estos cambios son positivos, como se debe esperar, sino que causan daños al entorno natural y por esa vía, se vuelven en contra de los beneficiarios, meta de esas obras, como son las poblaciones humanas asentadas donde se aplican y los recursos naturales, a los cuales afectan mediante diversas formas al deterioro.

Estos estudios, no es que estén de moda, han devenido en una necesidad, porque es la única vía de poder determinar en qué condiciones se encuentra el ambiente antes de la ejecución de las obras de desarrollo, que daños se prevén en el proceso de aplicación de las mismas, y que de otros daños también devendrán en el futuro tras la ejecución del proyecto.

Hasta ahora, estos organismos han tendido a realizar este tipo de obras, al igual que aquellos organismos con cobertura nacional, con poca o ninguna preocupación ambiental, pese al sacrificado trabajo que realizan sus líderes al movilizar las fuerzas locales para el desarrollo de obras de beneficio comunitario. Por estos motivos muchas obras se han convertido en auténticas generadoras de daños ecológicos, aspectos que se acumula día a día. Las razones de esta despreocupada actitud ambiental en los Consejos no obedece solamente a la tendencia que ha habido, y aún persiste hoy en día.

Por otro lado sigue la creencia que los seres humanos somos superiores en términos biológicos por lo que las actitudes humanas no parecen tender a modificarse para evitar consumos y gastos innecesarios que son los que atentan contra la calidad de vida de la humanidad y del medio ambiente en general.

En lo que respecta a presencia y riesgo de desastre, la ciudad y en especial la zona en estudio están sujetas a dos grandes fenómenos físicos que periódicamente afecta, ocasionando pérdidas humanas, cuantiosos daños materiales y paralización del movimiento económico comercial e industrial que genera el retraso en su desarrollo, agregado a los problemas sociales que se generan. Básicamente los riesgos físicos se sintetizan en:

Riesgo sísmico permanente.

Inundaciones y destrucción parcial de tierras de cultivo.

1.2.GENERALIDADES

Las acciones humanas afectan de manera ostensible a la multitud de ecosistemas, modificando con ello la evolución natural del medio.

Las evaluaciones de impacto ambiental pretenden establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio ambiente.

Siendo una herramienta necesaria para paliar los efectos forzados por la degradación progresiva del medio natural con incidencia especial en la contaminación de recursos hídricos, geológicos y paisajísticos, entre otros, como consecuencia de la destrucción de especies y la perturbación debida a desechos o residuos urbanos.

El proyecto no solo implica la definición y utilización de las mejoras técnicas, sino también, la creación de una nueva mentalidad en la comunidad en general.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para el presente proyecto en el tramo comprendido antes indicado, ha identificado y evaluado los impactos ambientales tanto positivos como negativos que podrían darse durante su ejecución. El presente Plan de Manejo Ambiental (PMA) incluye los principios ambientales que norman las actividades de la Entidad Ejecutora, y medidas

adicionales específicas para el proyecto.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Entre los objetivos se tiene la determinación de posibles variaciones que pueda sufrir el ámbito y el entorno de la zona de la obra en sus aspectos ambiente natural, es decir la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que el proyecto o actividad humana producirá al ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos.

3. IDENTIFICACION, PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de los impactos ambientales se realizará en tres fases principales:

3.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.- Identificación de las fuentes generadoras de impactos, identificación de impactos existentes. Para facilitar la identificación de estos impactos se ha preparado un Flujograma de las acciones, contaminantes o riesgos a nivel primario, contaminantes o riesgos a nivel secundario, y a nivel terminal, este método es muy apropiado para la identificación de los impactos, o predecir los impactos.

En lo que respecta al valor ambiental, este se define en función de propiedades como: relevancia del componente para los otros componentes y para el medio ambiente global, estado de conservación, calidad basal, representatividad de los componentes en el área de influencia del proyecto en el ámbito local y regional.

Los impactos considerados en las distintas etapas del proyecto, teniendo en cuenta las variables físicas, se pueden observar en componentes de organización del espacio urbano, variables socioeconómicas, variables culturales.

3.2 PREDICCIÓN DE IMPACTOS.- Incluye la descripción de los impactos potenciales que se puedan manifestar durante la implementación de las diferentes etapas del proyecto. Así tenemos:

A.- CLIMA.- Desde un punto de vista general y considerando las características del proyecto, se puede concluir que las acciones del mismo, en las etapas de ejecución, operación y abandono, no tendrán impacto sobre el clima del área.

B.- CALIDAD DEL AIRE.- El impacto identificado es medio debido a que los

trabajos de pavimentación requerirán de riego permanente, además de la vía de acceso cercanas están asfaltadas.

C.- FISIOGRAFÍA - GEOLOGÍA.-

- Efectos sobre la estructura y composición de suelos y paisaje.

No han sido identificados impactos ambientales en la fase de ejecución, operación y abandono del proyecto. No corresponde su evaluación.

D.- USO DE LA TIERRA.- Se refiere a la alteración del uso de suelos, desarrollo local, áreas protegidas y recursos históricos por la ejecución del proyecto.

En los barrios del entorno de la obra existe expectativa por la obra ya que el proyecto mejorará la circulación vehicular.

E.- ARQUEOLOGÍA.- Se refiere a la elección del área de construcción, y que no interfiera con sitios de un conocido valor arqueológico y cultural. El área del proyecto se encuentra fuera de las localizaciones de sitios de interés arqueológico.

F.- ASPECTO SOCIO ECONÓMICO, CULTURAL Y CALIDAD DE VIDA.- Se refiere a los cambios que la ciudad podrá experimentar por la ejecución del proyecto, tanto en impactos positivos (aumento de la calidad de vida) como en negativos (alteración del modo de vida general), debido a que al estar en mejores condiciones la avenida va a permitir la circulación de vehículos y peatones.

La ejecución del proyecto tiene impactos localizados de pequeña magnitud, mitigables mediante prácticas tecnológicas y de gestión ambiental disponibles en nuestro medio.

Muchas de las modificaciones que producirá el proyecto son positivas desde el punto de vista socioeconómico:

- Mejoramiento de pistas, veredas y sardineles.

- Posibilidad de fuentes de empleos directos e indirectos en la ejecución del proyecto.

Los impactos negativos no representan un riesgo para la población y medio

ambiente. Los impactos negativos potenciales son:

- Ligero incremento de transporte y equipo pesado, que incrementa el ruido y genera polvo.

G.- SISMICIDAD.-

- Probabilidad y ocurrencia de sismos.

El riesgo de ocurrencia de sismos en la zona ha sido calculado en periodo de 200 años. Al no ser identificado el impacto no corresponde su evaluación.

H.- SUELOS.-

- Se refiere a la alteración de la calidad del suelo y sus componentes estructurales, por movimiento de tierra, posible contaminación por derrame de hidrocarburos y lubricantes durante la ejecución de obras.

- En la fase de ejecución, se ha identificado que existen probables ocurrencia de impactos por incremento de movimiento de tierra, esto es temporal.

- Derrames de hidrocarburos potenciales durante la construcción, afectarían textura y estructura de suelos, siempre que se produzca en pistas ó áreas sin asfalto.

I.- CALIDAD DE AGUAS.- Se refiere a la alteración de la calidad de agua por generación de residuos sólidos y líquidos. No existen posibles fugas de líquidos que puedan afectar la calidad del agua, en situaciones accidentales.

No se han identificado fuentes de aguas superficiales que puedan ser afectadas por el proyecto en la fase de ejecución, salvo la red de distribución de agua potable que deberá ser protegida a fin de evitar deterioros.

J.- FLORA.- Se refiere a la alteración que pueda sufrir la flora circundante al proyecto, por pérdida de calidad de suelos y desbroce de vegetación.

En la etapa de ejecución y operación, no se producirán impactos.

K.- FAUNA.- Los impactos sobre la fauna, se encuentran asociados a las acciones de construcción del proyecto, entre las más importantes se encuentran:

- Traslado, acopio de materiales.

- Disposición de los materiales tales como afirmado.

Al ser una zona altamente intervenida, la diversidad biológica existente en el área de estudio es baja.

3.3.- EVALUACIÓN DE IMPACTOS.- Se realiza la calificación ambiental de cada uno de los impactos. Aquí se categoriza el impacto resultante.

En esta fase se realiza la calificación ambiental de cada uno de los impactos, que a su vez, es llevada a una escala de referencia para obtener equivalencias cualitativas; ello facilita la comprensión de la magnitud de los impactos.

Posteriormente, en cada etapa del proyecto se califica el impacto generado por cada fuente en función de los siguientes criterios y escalas de evaluación.

A partir de la calificación efectuada en la fase previa, se determina el impacto resultante, ponderando cualitativamente las características y cualidades de cada impacto, así como el valor de cada componente ambiental.

Los impactos se evaluarán a nivel de las siguientes fases:

a) FASE DE EJECUCION

Durante la etapa de ejecución del proyecto, el impacto negativo más relevante analizado es la “generación de ruido” y la “emisión de partículas suspendidas”, por el movimiento de maquinarias y operación.

Los impactos positivos para esta etapa se relacionan directamente con el medio socioeconómico-cultural, ya que el proyecto requerirá en esta etapa de la contratación de mano de obra, la que debe ser de la zona. Por otro lado el mantenimiento y mejoramiento de la vía favorecerá a la población de la zona.

b) FASE DE MANTENIMIENTO

En esta fase, el impacto negativo más relevante está relacionado con la seguridad personal y el ruido industrial, por la percepción de la comunidad acerca de la operación de maquinaria pesada, sin embargo este perfil se mantiene “Bajo”, por las medidas de seguridad y cuidados de las maquinarias a utilizar.

Los impactos positivos de esta etapa aún se relacionan con la creación de

fuentes de trabajo temporal y el mantenimiento de las vías vecinales de acceso.

4. ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Alcances del Análisis de Impacto Ambiental

La evaluación del impacto ambiental (EIA) es un conjunto de procedimientos que permite determinar de antemano, mediante la cuantificación de los daños y/o beneficios que se puedan registrar, las condiciones ambientales que podrían suscitarse a futuro, en la medida que se desarrolle una acción propuesta en el presente. Los estudios de impacto ambiental tienen que realizarse siempre en toda obra de desarrollo; su alcance y profundidad dependerán del tipo de obra y de la etapa de ejecución de ella.

Este tipo de estudio se dirigen hacia una correcta planificación integral de los proyectos, con afán de lograr la optimización en la utilización de los recursos, con miras a que los beneficios que se puedan obtener con la acción propuesta sean los máximos posibles, y los daños inevitables que se vayan a dar en el ambiente, los mínimos.

Un estudio de impacto ambiental se realiza con la utilización de ciertas metodologías específicas para cada caso, y requiere de la participación de un grupo multidisciplinario de profesionales que aporten con su contingente de conocimientos en los diferentes aspectos que se necesite.

La principal ventaja que un análisis de impacto ambiental tiene es que posibilita visualizar a futuro, la respuesta del medio ambiente a una acción dada en la actualidad y permite planificar otras acciones. Su principal desventaja radica en que requiere de recursos económicos, financieros y humanos adicionales, así como la inversión de mayor tiempo en los procesos de planificación.

Los resultados que se pueden esperar luego de la realización de los estudios de impacto ambiental dependen de la metodología aplicada en los procesos. La evaluación del impacto ambiental (EIA), consiste en la aplicación de un conjunto de procedimientos que permite determinar las condiciones ambientales que podrían suscitarse en el futuro, tras la aplicación de obras de desarrollo en las están implicados recursos naturales y entorno biofísico.

La utilidad primordial de estas evaluaciones radica en que permiten identificar

las condiciones futuras que se darán tras la conclusión de una obra, o mientras ejecuta y posibilita tomar medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los deterioros.

4.2 Ventajas de la Evaluación del Impacto a Ambiental

- Las ventajas de ejecutar estudios de impacto ambiental en las obras de desarrollo son:
- Permiten preservar un medio ambiente natural saludable, que posibilita garantizar una calidad de vida óptima de la población en el presente y en futuro.
- Favorecen el uso racional y apropiado de los recursos naturales, lo cual garantiza su renovación en el futuro.
- Garantiza el fomento turístico ecológico a las regiones.
- Permite generar créditos económicos como consecuencia de un mejor aprovechamiento de los recursos naturales del presente y el futuro.
- Permiten fomentar el desarrollo de una cultura ecológica.

4.3 Métodos disponibles para la Evaluación del Impacto Ambiental

Las metodologías que se pueden utilizar para la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) pueden categorizarse, de acuerdo al enfoque general que se le vaya a dar al estudio.

Los métodos para evaluar el impacto ambiental tienden a diferir entre sí, dependiendo de las características propias del problema que se esté analizando. Pueden aplicarse desde los puntos de vista diferentes; el de la potencialidad pueden entenderse como la capacidad que tiene el medio para proporcionar insumos ambientales, mientras que la vulnerabilidad que el medio es capaz de asimilar.

4.4 Que debe contener un Estudio de Impacto Ambiental

La evaluación de Impactos Ambientales debe contener todos aquellos puntos que se consideren de importancia para interpretar los daños que una obra que puede causar en el ambiente. A continuación se detallan los acápites más

importantes a incluirse.

Descripción de la acción propuesta así como de las otras alternativas (descripción del proyecto).

Descripción del medio sobre el cual se pretende implementar la acción propuesta.

Determinación de la magnitud y naturaleza de las modificaciones en el ambiente que la acción planteada causará; es decir valorar el Impacto Ambiental, sobre los seres humanos y sobre los componentes básicos de su entorno.

4.5 Interpretación de los resultados.

Formulación de medidas y acciones subsidiarias, en orden a prevenir, mitigar compensar o eliminar los efectos ambientales negativos.

5. BREVE DESCRIPCION DE LOS METODOS MÁS ACONSEJABLES PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL EN OBRAS

a. VISIÓN GENERAL

La evaluación del impacto ambiental de las obras de desarrollo tiene que ver con la predicción de la potencial respuesta del ambiente a una sección social determinada que se realiza en el presente. Un estudio de impacto ambiental analiza fundamentalmente, la interacción directa que se establece entre el ambiente y los individuos. Generalmente, es el medio el que condiciona la forma de vida del grupo social que vive en él, pero cualquier modificación que los habitantes realicen en su ambiente, tarde o temprano, repercutirá en el funcionamiento de los ecosistemas y ello, nuevamente afecta a las condiciones de vida de ellos mismos.

La estructura básica de la descripción del medio ambiente del área en donde puede localizarse el proyecto, debe hacerse en relación a las características y necesidades propias del proyecto.

Hidrología e hidrografía

El recurso del agua es de vital importancia pues, es el elemento más susceptible de polución y contaminación, Por esta razón, es necesario hacer una descripción

de las aguas superficiales, incluyendo estudios específicos.

Clima

Es necesario realizar una descripción de las condiciones climáticas predominantes de la zona del proyecto, detallando parámetros como: temperaturas máximas y medias mensuales, además es recomendable incluir comentarios sobre la bruma producida por la combustión incompleta de hidrocarburos (smog), nubosidad y frecuencia de inversiones térmicas.

Niveles de ruido

El ruido también es un parámetro ambiental que debe considerarse. Niveles altos de ruido pueden hacer de una zona que por sus más características se cataloga como confortable, en un lugar inhabitable.

Factores Imponderables

Es necesario identificar los llamados imponderables. En ocasiones, al realizar un proyecto se afectan grandes extensiones de terreno que potencialmente tienen un gran valor histórico y/o arqueológico. Incluso es necesario prever el aporte o deterioro estético que puede sufrir la zona, por presencia del proyecto que se esté considerado.

Flora y Fauna

Debe hacerse una breve descripción de flora y fauna existentes en la zona del proyecto, sin caer en una simple enumeración de especies. Debe realizarse un estudio que permita identificar la potencialidad de variación de estos recursos cuando la acción propuesta se lleve a cabo.

Aspectos Socioeconómicos

Los aspectos socioeconómicos de la zona del proyecto tienen que ser analizados de forma que se incluyan parámetros tales como: empleo, organización de la comunidad, ingresos, valor de tierra. Esto permitirá identificar claramente y en términos cuantificables o monetarios, el afecto que la acción propuesta va a tener una vez que se realice.

b. QUE EFECTOS CAUSA UNA OBRA DE PAVIMENTACIÓN Y OBRAS DE ARTE

Los efectos que causan una obra como la nuestra es la siguiente:

Temporal.- Existe una alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestaciones que puede estimarse o determinarse.

Reversible.- La alteración puede ser asimilada por el entorno, en forma medible a medio plazo, debido a funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Impacto Ambiental Compatible.- Su recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa, de protectores o correctores.

Para que una Obra de Pavimentación tenga todos los efectos anteriormente nombrados debemos evitar.

Impacto sobre el aire:

- El polvo causado por el movimiento de tierra.
- El polvo al transportar el material que se usará en el proyecto.
- Impacto sobre el suelo.

Por Ocupación:

- Movimiento de tierras.
- Creación de superficies artificiales.

Por Compactación:

- Aumento de tráfico
- Almacenamiento de materiales.

Por Contaminación:

- Acumulación de materiales.
- Acumulación de desechos.
- Áreas que serían destinadas a botaderos.
- Traslado de material para construcción.
- Aumento de ruido en la fase de construcción.

- Emisión de sustancias tóxicas a la atmósfera (CO₂, CO).

Lo que se recomienda para estos casos es;

Para la alteración de la calidad de aire:

Partículas.-

- Rociado de superficies pulverulentas expuestas al viento y/o tráfico de maquinarias pesada.
- La protección de los acopios de la acción del viento.
- Humedecimiento de los áridos en las operaciones de carga y descarga.

Ruido.-

- Regular el tráfico pesado y limitar los accesos.
- Usar equipos y maquinarias de bajo nivel de ruido.
- Ejecutar las actividades más ruidosas durante el día

Para la alteración de la calidad del suelo:

- Tener una excelente compactación del suelo que haya sufrido corte o material de préstamo.

Para la alteración del paisaje.

- Tener cuidado con el trazado.
- Recuperación posterior e integración en el medio circundante.

6. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El objetivo básico del estudio de impacto ambiental, es el control de los efectos negativos generados por las actividades de construcción y funcionamiento del sistema de estabilización Erdox y la instalación de áreas verdes con la finalidad de estabilizar el talud existente.

Según el análisis de los impactos ambientales, la descripción del proyecto y del medio ambiente se plantea medidas de control las cuales se presentan como alternativas en su aplicación para que sean cumplidas, ya sea la empresa privada o el estado.

Medidas de control y/o mitigación

Seguidamente se dan medidas de control ambiental alternas si sucedieran estos impactos ambientales. Las medidas a ser analizadas corresponden a los niveles de ruido, calidad del aire, escenas paisajísticas, salud pública y desvío de tránsito peatonal.

Niveles de ruido

Seguidamente se plantean las medidas de control en caso de ruidos en la fase constructiva y de funcionamiento de la obra.

Fase de construcción.

a) Si el ruido es perjudicioso (mayores de 90 decibeles) para los trabajadores y técnicos es preciso la insonorización de motocompresores y aplicación de equipos silenciadores, dispositivos amortiguadores a la maquinaria.

b) Si se presentan ruidos en la fase constructiva (mayores de 90 decibeles), se tendrá las siguientes recomendaciones:

- Emplear tapones u orejeras (Trabajadores, técnicos e ingenieros).
- Aprovechar los obstáculos naturales que se opongan a la propagación del ruido hacia las zonas a proteger.
- Mantener el nivel de ruido, asegurándose que los equipos mecánicos del sistema operen relativamente suave.

Calidad del aire

A continuación se menciona las medidas de control que se debe tener en consideración para prevenir la contaminación de la calidad del aire durante la construcción y funcionamiento de la obra.

Fase de construcción

a) Donde se llevará a cabo la construcción del sistema Erdox es un lugar ventilado donde se ha podido apreciar que no se presenta mucho viento en la zona por lo que indica que la contaminación tendrá efecto sobre el ámbito inmediato.

b) Si persisten los sólidos en suspensión por actividades de excavación, traslado de material suelto y otras actividades de excavación, traslado de material suelto u otra actividad, será necesario regar con cisternas. Es necesario indicar que en el medio día la temperatura aumenta por lo que la polvareda aumenta.

Escenas paisajísticas

El efecto visual que los transeúntes y pobladores de la zona tendrán contrastes apreciables con los espacios circundantes, favoreciendo la integración visual de ciertas zonas.

Seguidamente se mencionan las medidas de control para evitar efectos negativos respecto a la visibilidad durante la fase de construcción y funcionamiento de la obra.

Fase de construcción

- a) Los escombros, la tierra acumulada u otros desperdicios que generará la construcción de la obra deberán ser trasladadas a lugares específicos donde no entorpezcan las vistas paisajísticas.
- b) Considerar la textura y color que facilite la integración paisajística de la obra y que aumente la seguridad vial.
- c) Los materiales y desechos generados durante el proceso constructivo tendrán que ser ubicados en los depósitos de materiales excedente pre establecidos.
- d) Durante la construcción de la obra, es necesario tener en cuenta la fragilidad visual y calidad del paisaje.

Salud Pública

La salud pública debe ser la más adecuada para los trabajadores en la etapa constructiva y de funcionamiento. En esta última etapa los trabajadores que realizarán la limpieza de los servicios higiénicos, jardinería y demás componentes de la obra. Además es preciso indicar que la prevención de la salud de los trabajadores y técnicos protegerá a los miles de transeúntes que circularan por las vías del proyecto.

A continuación se proponen medidas de control durante la fase constructiva y de funcionamiento de la obra:

Fase de construcción.

- a) Se impartirán charlas de capacitación sobre temas de seguridad, higiene y medio ambiente, primeros auxilios. Los cursos estarán dirigidos a trabajadores y profesionales.
- b) Instalación de servicios higiénicos portátiles, para las necesidades fisiológicas de los trabajadores.
- c) Inmunización periódica de los trabajadores. Esto se debe de realizarse bajo la atención e inspección de un doctor. Se detener en cuenta las dosis adecuadas de medicamentos contra las enfermedades típicas de la zona mayormente enfermedades respiratorias.
- d) Se trasladarán a aquellos trabajadores que presenten problemas a la piel o alergia. Las emergencias deben realizarse al hospital más cercano. Los accidentes pueden ser en el encofrado, con los fierros, durante el movimiento de tierras. Para lo cual debe haber siempre una movilidad disponible.
- e) Distribución de ropa de protección (guantes, máscaras, botas, tapones para los oídos, etc.). Para el manejo de los desechos sólidos se hace necesario recubrirse con vestimenta adecuada. Es necesario el uso de botas recubrimientos del cuerpo y máscaras especiales para no inhalar emisiones de sólidos en suspensión.
- f) Facilidad para mantener una buena higiene, lugares para vestirse y lavado de los trabajadores. Después de cada jornada es necesario realizar el baño. Es necesario el mantenimiento de la infraestructura de las salas de higiene (duchas, urinarios, aguas, jabones desinfectantes).
- g) En casos de generación de partículas en suspensión o reinstalación de tubos de desagüe, se recomienda utilizar mascarillas protectoras, donde pueda generar asfixia de trabajadores.

- h) Rotación de trabajos y mejoramiento de la organización. Será necesario la distribución de responsabilidades de técnicos y trabajadores para obtener buenos rendimientos y preservar la salud de los trabajadores.

Fase de funcionamiento

- a) Es necesario mantener limpias las bermas y áreas circundantes para evitar accidentes.

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL

Tiene como propósito el conocer mediante mediciones periódicas y/o extraordinarias así como la vigilancia del estado situacional del medio donde se desarrollará actividades del proyecto. Se evalúa en forma cualitativa y cuantitativa, los parámetros ambientales provocados por el funcionamiento de la obra sobre los diferentes factores ambientales.

Los objetivos del programa de monitoreo ambiental son los siguientes:

- Identificar los sistemas afectados, tipos de impactos e indicadores seleccionados. Estos indicadores tienen que ser pocos, de fácil medición y representativos del sistema afectado.
- Permitir comprobar la cuantía de ciertos impactos que han sido mencionados aquellos que resultan difícil su predicción. Existen muchas alteraciones cuya predicción solo puede realizarse cualitativamente, aunque esto no quiere decir que no se puedan establecer medidas correctoras. Este programa permitirá evaluar estos impactos y articular nuevas medidas correctoras en el caso de que las ya aplicadas no sean suficientes.
- Obtener un conocimiento de los factores ambientales (agua, suelo, flora, fauna, clima y socio económico) sus fluctuaciones y dinámica, a través de una información relativa a las interacciones y sensibilidad de los ecosistemas.
- Jerarquizar la importancia ecológica y social de los efectos asociados a la del funcionamiento del proyecto.
- Generar datos importantes para el análisis y evaluación de ecosistemas y actividades durante el funcionamiento del proyecto.
- Establecer mecanismos de respuesta inmediata frente a desviaciones en el comportamiento de los ecosistemas ocasionados por el proyecto, además se verificará el cumplimiento de las especificaciones técnicas y legales.

PLAN DE CONTINGENCIA

En caso de existir un impacto ambiental perjudicial en el proceso de ejecución de la obra deberá tomar las medidas adecuadas para mitigar estos impactos.

Niveles de ruido.

De superar los niveles de ruido se deberá reducir el efecto de los ruidos con la colocación de silenciadores y dispositivos de amortiguamiento de los equipos, además de brindar los implementos de seguridad adecuados.

Calidad del aire.

Para evitar la contaminación de la calidad del aire durante la construcción de la obra será necesario regar con agua constante.

Escenas paisajísticas

Los escombros, la tierra acumulada u otros desperdicios que generará la construcción de la obra deberán ser trasladadas a lugares específicos donde no entorpezcan las vistas paisajísticas.

Salud pública.

Se impartirán charlas de capacitación sobre temas de seguridad, higiene y medio ambiente, primeros auxilios. Los cursos estarán dirigidos a trabajadores y profesionales

Instalación de servicios higiénicos portátiles, para las necesidades fisiológicas de los trabajadores. Se rotará de trabajo a aquellos trabajadores que presentan problemas a la piel o alergias. Las emergencias deben realizarse al hospital más cercano. Los accidentes pueden ser en el encofrado, con los fierros, durante el movimiento de tierra. Para lo cual debe haber siempre una movilidad disponible.

Distribución de implementos de seguridad (guantes, máscaras, botas, tapones para los oídos, etc.). Para el manejo de los desechos sólidos se hace necesario recubrirse con vestimenta adecuada.

Rotación de trabajos y mejoramiento de la organización. Será necesaria la distribución de responsabilidades de técnicos y trabajadores para obtener buenos rendimientos y preservar la salud de los trabajadores.

7.3 SISTEMA MALLA ANCLADA (TECCO)

MATRIZ: CAUSA EFECTO	ACCIONES (ESTABILIDAD TALUD)											MACNITUD (±)	PROMEDIO				
	OBRAS PROVISIONALES					TRABAJOS PRELIMINARES	ARTE Y	PROTECCIÓN AMBIENTAL									
	ALMACENES	CASETA DE GUARDIANA	SERVICIOS HIGIENICOS	CARTEL	MOVILIZACION DE MAGNIFICACION DE MANTENIMIENTO Y REPARACIONES	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO	MALLA ANCLADA SISTEMA TECCO	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL	REVEGETACION AREAS AUXILIARES	CONDICIONAMIENTO DE MATERIAL EXCEDENTE	REBETACION PROYECTO						
FACTORES AMBIENTALES	AIRE																
	CALIDAD DE AIRE			-1	1	-3	-2	-2	2	2	2	-1	2	-3	15	-7	
	GASES (CO2)					-5	-1	-3	2	2	2	-1	2	-6	13	-25	
	OLORES			-1		-3	-1	-1	1	1	1	-1	1	-5	9	-11	
	GENERACION DE POLVO	-1	-1	1		-2	-2	-3	3			-1	1	-10	11	-22	
	NIVEL DE RUIDO	-1	-1	1		-4	-1	-2	2	2	2	-1	1	-8	11	-16	
	AGUA																
	AGUAS SUBTERRANEAS													0	0	0	
	AGUAS SUPERFICIALES													0	0	0	
	SUELO																
	EROSION						-1		-1	1				-2	2	-2	
	CALIDAD DE SUELO			-1			-1		-1	1				-3	3	-3	
	PERMEABILIDAD						-1		-1	1				-2	2	-2	
	FLORA																
	ARBUSTOS	-1	1	-1			-1					1	1	-2	6	-2	
	PLANTAS SILVESTRES	-1	1	-1	-1		-1					1	1	-4	8	-6	
	FAUNA																
	INSECTOS	-1	-1	-1	1		-1	-1						-5	5	-5	
	ANIMALES TERRESTRES						-1							-1	1	-1	
	PECES													0	0	0	
	AREAS AMBIENTALES																
	SUELOS AGRICOLAS	-1	-1	-1	1		-1							-4	4	-4	
	CALIDAD VISUAL																
	PAISAJE	-1	-1	-1	-1	1				-1	1	1	1	-3	7	-3	
	FACTOR SOCIOECONOMICO																
	EMPLEO		1		1		4	3	3	2	1	1	1	1	14	13	30
	MEJORA DE SERVICIOS BASICOS			1								1	1	1	1	1	1
SEGURIDAD	1	1	1											2	2	2	
CALIDAD DE VIDA				1										1	1	1	
MAGNITUD (±)	-6	-5	-6	-2	-15	-12	-12	4	9	9	-4	9	9	9	-75		
PROMEDIO	-6	-5	-6	-2	-51	-12	-23	8	13	-4	13	9	-75	VERDADERO			

ANEXO N° 9 PLANOS

INDICE DE PLANOS

- 1. PLANO TOPOGRÁFICO CURVAS DE NIVEL.**
- 2. PLANO CUENCA HIDROGRÁFICA.**
- 3. PLANO TOPOGRAFICO PERFIL LONGITUDINAL.**
- 4. PLANO PERFIL GEOELECTRICO.**
- 5. PLANO PERFIL LONGITUDINAL SISTEMA ERDOX.**
- 6. PLANO PERFIL LONGITUDINAL SISTEMA MALLA ANCLADA
TECCO.**
- 7. PLANO PERFIL LONGITUDINAL SISTEMA TIERRA ARMADA.**
- 8. PLANO UBICACIÓN MALLA ANCLADA Y SUELO REFORZADO.**