



Universidad Científica del Perú - UCP

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000310, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

**TÍTULO PROFESIONAL
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
(Sustentación de Caso)**

**“ANÁLISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LA
ESTABILIDAD DEL TALUD ENTRE LAS PROGRESIVAS, Km
01+300 - Km 01+400, DE LA CARRETERA PUENTE COLOMBIA-
SHAPAJA, EN EL DISTRITO DE SHAPAJA, PROVINCIA DE SAN
MARTÍN, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN, 2019”.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR (es): BACH. ESCOBEDO TUANAMA JANETH

BACH. RODRÍGUEZ CÁRDENAS LILIBETH GIANELLA

ASESOR: ING. CALEB RÍOS VARGAS. M.Sc.

Tarapoto San Martín-San Martín - Perú

2019

DEDICATORIA

A Dios, por ser el inspirador, por darnos fortaleza y sabiduría para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por darnos la vida, por sus consejos, por su amor incondicional, por guiar nuestros pasos en todos estos años, gracias a ustedes hemos llegado hasta este proceso y lograr cumplir nuestras metas. Es un honor y privilegio ser sus hijas, todo lo que somos hoy, es gracias a ustedes.

A nuestras hermanas, por su apoyo incondicional que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios, que me diste la oportunidad de vivir, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres, por ser los principales inspiradores de nuestros anhelos, por confiar y creer en nuestros sueños, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado a lo largo de este camino.

Gracias a nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Científica Del Perú, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Ingeniero Caleb Ríos Vargas asesor de nuestro proyecto de investigación, por su dedicación y paciencia, por su excelente asesoramiento y compromiso durante la realización de la tesis.



Universidad Científica del Perú

**FACULTAD
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Con Resolución Decanal N° 556 -2019- UCP - FCEI del 10 de julio de 2019, la **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP** designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los Señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Enrique Napoleón Martínez Quiroz, M.Sc. | Presidente |
| • Ing. Artemio Del Águila Panduro. | Miembro |
| • Ing. Rodrigo Rodríguez Rivera. | Miembro |

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 10:00 am, del día jueves 18 de julio de 2019, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional:

**“ANÁLISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LA ESTABILIDAD DEL
TALUD ENTRE LAS PROGESIVAS, Km 01+300 - Km 01+400, DE LA
CARRETERA PUENTE COLOMBIA – SHAPAJA, PROVINCIA DE SAN MARTÍN,
DEPARTAMENTO SAN MARTÍN, 2019”**

Presentado por las sustentantes:

**LILIBETH GIANELLA RODRIGUEZ CÁRDENAS Y JANETH ESCOBEDO
TUANAMA.**

Asesor: Ing. Caleb Ríos Vargas, M.Sc.

Como requisito para optar el título profesional de: **Ingeniero Civil.**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: ABSUELTAS

El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

Por lo que la Sustentación es: APROBADA POR UNANIMIDAD

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.



Miembro



Presidente



Miembro

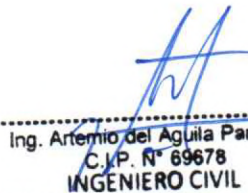
CALIFICACIÓN:	Aprobado (a) Excelencia	: 19 – 20
	Aprobado (a) Unanimidad	: 16 - 18
	Aprobado (a) Mayoría	: 13 – 15
	Desaprobado (a)	: 00 – 12

APROBACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Trabajo de Suficiencia Profesional aprobada en acta pública, el día jueves 18 de julio del 2019, a horas 10:00 am.



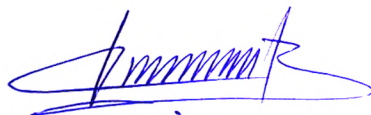
M. Sc. Ing. Enrique Napoleon Martinez Quiroz
Presidente


Ing. Artemio Del Águila Panduro
C.P. N° 69678
INGENIERO CIVIL

Ing. Artemio Del Águila Panduro
Miembro


RODRIGO RODRIGUEZ RIVERA
ING CIVIL
CIP 80561

Ing. Rodrigo Rodriguez Rivera
Miembro



M SCING° CALEB RÍOS VARGAS
ASESOR

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	9
1.1. Planteamiento del Problema.....	9
1.2. Antecedentes.....	9
1.3. Importancia.....	9
1.4. Objetivos	10
1.4.1. Objetivo General.....	10
1.4.2. Objetivos Específicos	10
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL	11
2.1. Antecedentes de Estudios	11
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	11
2.1.2. Antecedentes Nacionales	11
2.1.3. Antecedentes Regionales	12
2.2. Bases Teóricas.....	12
2.2.1. Estabilización de taludes	12
2.2.2. Talud	12
2.2.3. Tipos de taludes	13
2.2.4. Partes de un talud	13
2.2.5. Factores que afectan el comportamiento de un Talud	14
2.2.6. Estudios a considerar para la estabilización de taludes	18
2.2.7. Ensayos a considerar en la investigación.....	18
2.2.8. Métodos que aplicaremos para la investigación.....	19
2.2.8.1. Método Ordinario o de Fellenius.....	19

2.2.8.2. Método de Bishop	20
2.2.9. Alternativas de solución para la estabilización del talud.....	20
2.2.9.1. Abatimiento o cambio de pendiente de Taludes.	21
2.2.9.2. Remoción de materiales de la cabecera.....	21
2.2.9.3. Escalonamiento del talud o banquetas	22
2.2.9.4. Capas Vegetales	24
2.2.9.6. Muros Gaviones	26
2.3. Definición de Términos	27
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. Características del Proyecto	28
3.1.1. Ubicación y localización.....	28
3.1.2. Hidrología	29
3.1.3. Clima	29
3.1.4. Accesibilidad.....	29
3.2. Metodología.....	30
3.2.1. Tipo de Investigación.....	30
3.2.2. Diseño de Investigación.....	30
3.2.3. Población y Muestra	30
3.2.4. Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de Recolección de Datos.	31
3.2.4.2. Instrumento de Recolección de Datos	31
3.2.4.3. Procedimientos de Recolección de Datos	32
3.2.4.4. Procesamiento de la Información.	33
CAPITULO IV: RESULTADOS	34
4.1. Caracterización de las calicatas C-01 y C-02	34
4.2. Resultados de Ensayos de Mecánica de Suelos.	36
4.3. Tipos de Fallas encontradas.	37
4.4. Caracterización del talud de la progresiva 1+300Km -1+400 Km.....	37

4.5.	Resultados Usando el Programa Microsoft Excel	39
4.5.1.	Método de Fellenius	39
4.5.2.	Método de Bishop Modificado.....	43
4.6.	Resultados del programa Geo 5	45
4.7.	Rediseño del Factor de seguridad.	50
4.8.	Alternativas de solución.	51
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN		54
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES		56
6.1.	Conclusiones	56
6.3.	Anexos	58
PANEL FOTOGRÁFICO		96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Progresivas y coordenadas de ubicación.	28
Tabla 2: Se muestra el número de estratos por calicata.....	32
Tabla 3: Clasificación de suelos y Contenido de Humedad	36
Tabla 4: Ensayos Límites de suelos realizados en laboratorio	36
Tabla 5: Ensayo de corte directo.....	36
Tabla 6: Se observa las coordenadas de Longitud (y) y Altura (z).	38
Tabla 7: Ejes y coordenadas del círculo de falla.	40
Tabla 8: Coordenadas de cada dovela.....	41
Tabla 9: Solución por el Método de Fellenius y resultado del F.S.	42
Tabla 10: Solución por el método de Bishop.	43
Tabla 11: Primera iteraciones para la solución por Método de Bishop y resultado del F.S.	44
Tabla 12: Segunda iteraciones para la solución por Método de Bishop y resultado del F.S.	44
Tabla 13: Tercera iteraciones para la solución por Método de Bishop y resultado del F.S.	45
Tabla 14: Cuadro resumen pendiente talud	51
Tabla 15: Parámetros del talud inestable.	54
Tabla 16: Resultados del factor de seguridad por los métodos de Fellenius y Bishop.....	54
Tabla 17: Sistema de clasificación de suelos unificado SUCS	62
Tabla 18: sistema de clasificación de suelos AASHTO	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Variación de la geometría de un talud para erosión	15
Figura 2: Talud sometido a lluvia.....	15
Figura 3: Fuerzas debidas a la gravedad y fuerza provocadas por sismos.	16
Figura 4: Aspectos geológicos que pueden provocar la falla de un talud.	16
Figura 5: Sobre carga en la corona del talud.....	17
Figura 6: Excavación en el pie del talud	18
Figura 7: Esquema de proyección de cambio de pendiente de un talud.....	21
Figura 8: Área de remoción de material en la cabecera de un talud.....	22
Figura 9: Conformación de bermas por medio del exterior del talud.....	23
Figura 10: Forma adecuada de realizar el corte en un talud.....	24
Figura 11: Componentes vegetales de implantación de céspedes en taludes.	25
Figura 12: Sistema de drenaje en la consolidación y estabilización de taludes.	26
Figura 13: Esquema de un gavión tipo caja	26
Figura 14: Mapa de ubicación del tramo estudio.	28
Figura 15: Datos de excavación de la calicata C-01.....	34
Figura 16: Datos de excavación de la calicata C-02.....	35
Figura 17: Características del Talud.....	38
Figura 18: Falla Circular en el Talud.	39
Figura 19: Total de dovelas analizar por los métodos de Fellenius y Bishop...	40
Figura 20: Aspecto de la pantalla de trabajo Geo 5 – Estabilidad de taludes. .	46
Figura 21: Configuración de rango.	46
Figura 22: Configuración de la interfaz y perfil del talud.	47
Figura 23: Datos básicos del suelo estudiado	47
Figura 24: Suelo asignado	48
Figura 25: Selección del método Bishop	48
Figura 26: Talud analizado por el método Bishop (estabilidad de talud no aceptable).	49
Figura 27: Talud analizado por el método Fellenius (estabilidad de talud no aceptable).	49
Figura 28: Banqueta y relleno en talud.....	52

Figura 29: Causas y Propuestas de solución para la estabilidad del talud.	55
Figura 30: Vista frontal del talud estudiado.	96
Figura 31: Se observó problemas de erosión en el talud.....	96
Figura 32: Se observó colmatación de material en grandes proporciones en las cunetas revestidas.	97
Figura 33: Calicata 01, de dimensión 1.50x1.50x2.00.	97
Figura 34: Calicata 02, de dimensión 1.50x1.50x2.00.	98
Figura 35: Estrato de la calicata 01 en bolsa blanca.	98
Figura 36: Estratos de la calicata 02.	99
Figura 37: Extrayendo una cuarta parte del suelo cuarteado.	99
Figura 38: Dejamos Secar la muestra a temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta obtener peso constante.....	100
Figura 39: Se obtuvo 06 estratos de la calicata 02.....	100
Figura 40: Se extrajo una cuarta parte del suelo cuarteado para realizar los respectivos ensayos.....	100
Figura 41: Se dejó secar la muestra a temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$	100
Figura 42: Se sacó las muestras que se dejó en el laboratorio un día antes...	101
Figura 43: Muestra molida por un martillo de goma, antes de realizar el ensayo de Limites de Consistencia.....	101
Figura 44: La muestra secada se tamizo por la malla N°40 y se pesó 500 gramos para después realizar los ensayos de granulometría.....	101
Figura 45: Realizando los ensayos de Limite Liquido y Limite Plástico.....	102
Figura 46: Etapa final de los ensayos de laboratorio en el laboratorio de la Universidad Científica del Perú.....	102

RESUMEN

La investigación muestra el estado situacional de los taludes de corte, la caracterización geotécnica del suelo y propone alternativas de solución para la estabilidad; utilizando los métodos de Fellenius y Bishop modificado. El tramo de carretera puente Colombia-Shapaja, se encuentra en condiciones desfavorables, ocasionando accidentes de tránsito e interrupción de la transitabilidad.

Este proyecto es de tipo aplicada - descriptivo y utiliza un diseño de investigación de campo y laboratorio. La ejecución del proyecto se inició con la recolección de datos, inspección visual de las características de los taludes (altura, pendiente y tipos de suelo), exploración de los estratos mediante dos calicatas, ensayos en laboratorio, cálculos de gabinete y uso del programa Software Geotécnico GEO5 con el fin de obtener el Factor Seguridad.

El análisis geotécnico determina que el tipo de suelo es arena arcillosa y arena limosa. Estos datos son imprescindibles para la comparación por los métodos antes mencionados, donde se obtuvo los factores de seguridad 1.48 para el primero y 1.49 para el segundo. El programa Geo 5, calcula los valores de 1.45 y 1.42, comprobando por estas dos formas la inestabilidad del talud.

Las fallas encontradas en el talud se tomaron en cuenta para proponer las alternativas de solución como: tratamientos de drenaje, rediseño de la geometría del talud $\beta_1 = 74^\circ$ y $\beta_2 = 30^\circ$, la construcción de banquetas y la recuperación de la cubierta vegetal.

Palabras claves: Talud, estabilidad de talud, ensayos de laboratorio

ABSTRACT

The research shows the situational state of the cutting slopes, the geotechnical characterization of the soil and proposes alternative solutions for stability; using Fellenius and Bishop modified methods. The Colombia-Shapaja bridge road section is in unfavorable conditions, causing traffic accidents and interruption of traffic.

This project is applied - descriptive and uses a field and laboratory research design. Project execution began with data collection, visual inspection of the slope characteristics (height, slope and soil types), exploration of the strata through two calicatas, laboratory tests, cabinet calculations and use of the Software program Geotechnical GEO5 in order to obtain the Safety Factor.

Geotechnical analysis determines that the type of soil is clayey sand and silty sand. These data are essential for comparison by the aforementioned methods, where the safety factors 1.48 for the first and 1.49 for the second were obtained. The Geo 5 program calculates the values of 1.45 and 1.42, checking these two ways for the instability of the slope.

The failures found in the slope were taken into account to propose the solution alternatives such as: drainage treatments, redesign of the slope geometry $\beta_1 = 74^\circ$ and $\beta_2 = 30^\circ$, the construction of sidewalks and the recovery of the vegetation cover.

Keywords: slope, slope stability, laboratory tests

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

En los últimos años, la construcción de vías de acceso en la Provincia de San Martín se ha expandido notoriamente, facilitando la transitabilidad de transportistas y transeúntes de una ciudad a otra, contribuyendo al desarrollo de las principales actividades como la agricultura, la pesca, el comercio y el turismo. Sin embargo en el diseño geométrico de carreteras no se ha considerado el impacto negativo que se origina en los taludes al momento de realizar los cortes en una ladera para la plataforma y pavimentación de la vía, ya que estos alteran la estructura y composición del suelo, generando la inestabilidad del talud, causando deslizamientos en masa de suelo.

A partir de las investigaciones realizadas a los pobladores lugareños y transportistas, información obtenida del Gobierno Regional de San Martín (GORESAM) a través de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones San Martín (DRTC-SM) y la visita de campo a la zona de estudio; se constató que el talud está sujeto a constantes deslizamientos producto de la alteración de su composición al construir la carretera y la saturación del suelo por factores ambientales como las intensas precipitaciones pluviales y la humedad natural, debido a que éste se encuentra ubicado al margen izquierdo del río Mayo.

1.2. Antecedentes

Los antecedentes encontrados señalan registros de deslizamientos de grandes masas de suelos a lo largo de la vía, obstaculizando el tránsito de aquellas personas que se dirigen hacia estos lugares. En general la fragilidad de las formaciones, se muestra desde los inicios de la construcción de la anteriormente conocida como trocha carrozable en la década de los años 70, por lo que siempre hubo deslizamientos en masa de suelos y rocas.

1.3. Importancia

Esta investigación presenta una propuesta para disminuir los múltiples riesgos que genera la inestabilidad del talud, planteando medidas, técnicas o mecanismos que solucionen estos movimientos en masa, logrando la

estabilización de éste y contribuyendo a la seguridad vial del tramo, dando seguridad económica y social a largo plazo.

Para el desarrollo del trabajo será necesario conocer la composición, el comportamiento y propiedades geomecánicas del terreno, que se lograrán mediante ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos, obteniendo resultados verídicos los cuales se analizarán aplicando los métodos de Fellenius y Bishop, con la finalidad de identificar los factores principales de fallas, aplicando nuestro conocimiento adquirido a lo largo de la carrera profesional de Ingeniería Civil.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Analizar y plantear las alternativas de solución para la estabilidad de taludes de corte entre las progresivas km 01+300 – km 01+400 del tramo Puente Colombia-Shapaja, en el distrito de Shapaja, provincia de San Martín, departamento San Martín, 2019.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar la caracterización geotécnica del suelo y el estado situacional de los taludes de corte entre las progresiva 01+300 - 01+400 km en la carretera Puente Colombia-Shapaja, en el distrito de Shapaja, provincia de San Martín, departamento San Martín, 2019.
- Proponer alternativas de solución para la estabilidad, utilizando los métodos de Fellenius y Bishop, entre las progresiva 01+300 - 01+400 km en la carretera Puente Colombia-Shapaja, en el distrito de Shapaja, provincia de San Martín, departamento San Martín, 2019.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de Estudios

Presento algunos estudios de investigación que se han realizado en años anteriores:

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

Según Jhon Jairo Poveda Orduña y Guillermo Vargas Aldana (2006), en su tesis titulada “Estabilización del talud en el Pr. 55+950 de la vía Manizales – Mariquita”, concluye que para realizar el proceso de estabilización del talud interior se debe iniciar la descarga en tramos no mayores a diez metros en el sentido longitudinal de la vía. Se debe dejar completamente anclado y terminado con malla y concreto. Es importante que el talud esté libre de escombros y se construya los sistemas de drenajes.

Según Diego Bernabé Morales Alvarado (2009) en su tesis titulada “Procedimientos de investigación y comparación de los métodos de Bishop modificado, Janbú y Fellenius para el cálculo de estabilidad de taludes”, concluye que los métodos de equilibrio límite que se utilizaron para la resolución de la estabilidad del talud estudiado son de fácil comprensión y uso. Se pueden diseñar hojas electrónicas en Excel para la resolución de los mismos. Cabe destacar que los Métodos de Bishop modificado y Janbú son los más precisos, en comparación con los llamados métodos rigurosos o exactos, tales como Spencer, Morgenstern y Price, y el de Sarma. Además que no presentan una complejidad matemática y dificultad en el planteamiento del problema, como pasa con los métodos rigurosos.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Según Jawer Toro Irureta (2014) en su tesis titulada “Evaluación de la inestabilidad de taludes en la carretera las Pirias- cruce Lambayeque, San Ignacio”, concluye que en el trabajo realizado las propuestas de solución más resaltante son por el rediseño de la geometría de los taludes, abatimiento de taludes (banquetas, pendiente talud VI:HI).

Según, Rodolfo Ricardo Iberico Rodriguez (2015) en su tesis titulada “Estabilización y recuperación de taludes en carreteras, caso “IIRSA norte tramo

Nº 1 km 45+690 – km 45+830”, concluye que la estabilización de taludes requiere de metodologías específicas de diseño y construcción. Cada sistema tiene su base teórica y sus procedimientos constructivos, para determinar el sistema a utilizar es preciso conocer las causas y mecanismos del problema.

2.1.3. Antecedentes Regionales

Según Soplopucó Torres y Ruben Ronald (2014) en su tesis titulada “Propuesta de estabilización del talud por deslizamiento rotacional del tramo km 08+000 al km 08+300 de la carretera departamental ruta SM-106 tramo empalme pe-5n (Puente Colombia) - Shapaja – Chazuta”, concluye que el tramo estudiado fallaría en condiciones estáticas y dinámicas, importantes Factor de Seguridad $F.S > 1.5$ (Método Sueco), poniendo en grave peligro vidas humanas que utilizarían la vía. La propuesta se debe a un movimiento masivo de tierras, reduciendo la pendiente y por lo tanto aumento del Factor de Seguridad para la estabilidad local y posteriormente la construcción de Banquetas o Terracerías que ayudarán a estabilizar el talud del deslizamiento rotacional.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Estabilización de taludes

Solución geotécnica integral que se implementa en un talud, sea de terraplén, de excavación, de corte, natural u otros, capaz de incorporarle equilibrio suficiente y sostenible, que atienda los criterios gravitatorios y sísmicos, medidos por factores de seguridad, sin afectar negativamente a su entorno (RNE, NORMA CE.020, 2012).

2.2.2. Talud

Un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana, sino que presenta una pendiente o cambios significativos de altura”. Asimismo, que, en la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente. Los taludes se pueden agrupar en tres categorías generales: los terraplenes, los cortes de laderas naturales y los muros de contención. Se pueden presentar combinaciones de los diversos tipos de taludes y laderas. (Suarez, 1998)

2.2.3. Tipos de taludes

Existen dos tipos de taludes que son:

Naturales: “Son taludes formados por la naturaleza a lo largo de la historia geológica. No requieren de la intervención humana para formarse, se pueden establecer como consecuencia de procesos erosivos. Estos ocasionan la formación de acantilados. Resulta un poco complicado el cálculo de la altura debido a lo irregular que es” (Suarez, 1998).

Artificiales: “Para la formación de este tipo de taludes se requiere de la intervención del hombre. La formación dependerá del desarrollo de obras de ingeniería, cuando se requiere de una superficie plana en cierta zona inclinada. Es muy común en obras de infraestructuras o de presas. Los taludes artificiales se diferencian en dos grupos, los terraplenes y los cortes. Al estar bien definido se puede calcular fácilmente su altura” (Suarez, 1998).

2.2.4. Partes 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 depósitos (Suarez, 1998).

En un talud o ladera se encuentran los siguientes elementos:

– **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.

– **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.

- **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.

- **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.

- **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.

2.2.5. Factores que afectan el comportamiento de un Talud

La falla de un talud o ladera se debe a un incremento en los esfuerzos actuantes o a una disminución de resistencia al esfuerzo cortante del suelo. Esta variación, en general, es causada por efectos naturales y actividades humanas. (Budhu, 2007).

Los factores principales que afectan la estabilidad de un talud, natural o diseñado son:

a) Erosión

El agua y el viento continuamente afectan a los taludes erosionándolos. La erosión modifica la geometría del talud y por tanto los esfuerzos a los que está sometido, resultando un talud diferente al inicialmente analizado o en una modificación de las condiciones que tenía, figura 1.

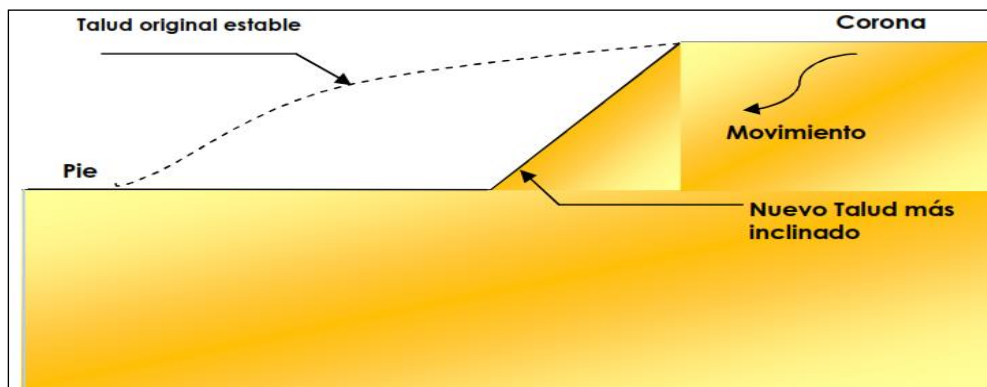


Figura 1: Variación de la geometría de un talud para erosión
Fuente: Montoya, 2009)

b) Lluvia

Durante el periodo de lluvias, los taludes se ven afectados al saturarse los suelos que los forman, provocando un aumento de peso de la masa, una disminución en la resistencia al esfuerzo cortante y la erosión de la superficie expuesta. Al introducirse agua en las grietas que presente el talud se origina un incremento en las fuerzas actuantes o aparición de fuerzas de filtración, pudiendo provocar la falla del mismo, Figura 2.

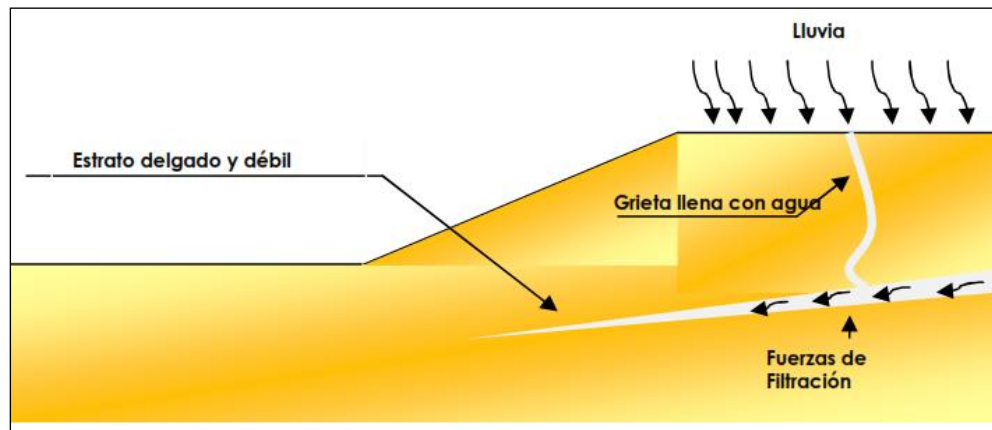


Figura 2: Talud sometido a lluvia.
Fuente: Montoya, 2009)

c) Sismo

Los sismos suman fuerzas dinámicas a las fuerzas estáticas actuantes a las que está sometido un talud, provocando esfuerzos cortantes dinámicos que reducen la resistencia al esfuerzo cortante, debilitando al suelo. Un aumento en la presión de poro en taludes formados por materiales granulares puede provocar el fenómeno conocido como licuación, Figura 3.

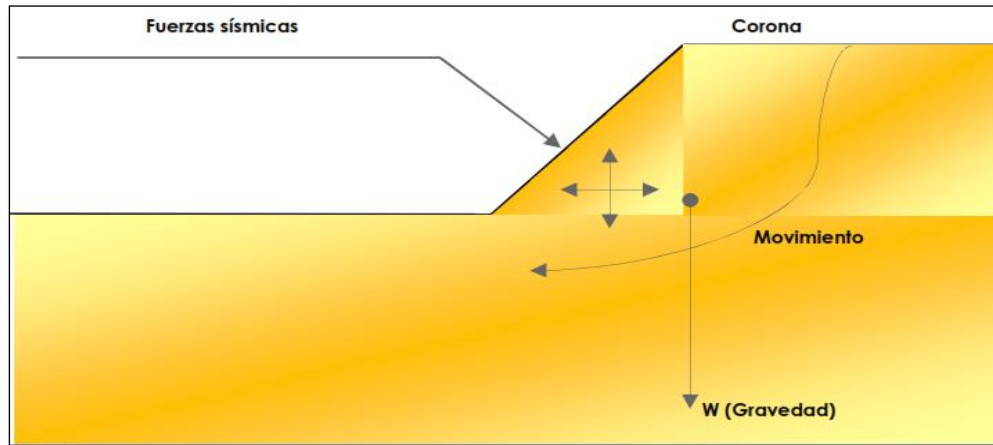


Figura 3: Fuerzas debidas a la gravedad y fuerza provocadas por sismos.
Fuente: Montoya, 2019.

d) Aspectos geológicos

Algunas fallas de taludes son provocadas por aspectos geológicos no detectados durante el levantamiento y exploración de campo, los cuales, al no ser considerados durante la evaluación de la estabilidad del talud, aumentan la incertidumbre del factor de seguridad calculado, Figura 4.

Un ejemplo de este tipo de falla es el que se presentó durante la operación del Proyecto Hidroeléctrico en el talud excavado atrás de la casa de máquinas de la presa Agua Prieta, Herrera y Resendiz (1990), en el cual un bloque de roca deslizó sobre un estrato de arcilla, no detectado durante la exploración y construcción del proyecto.

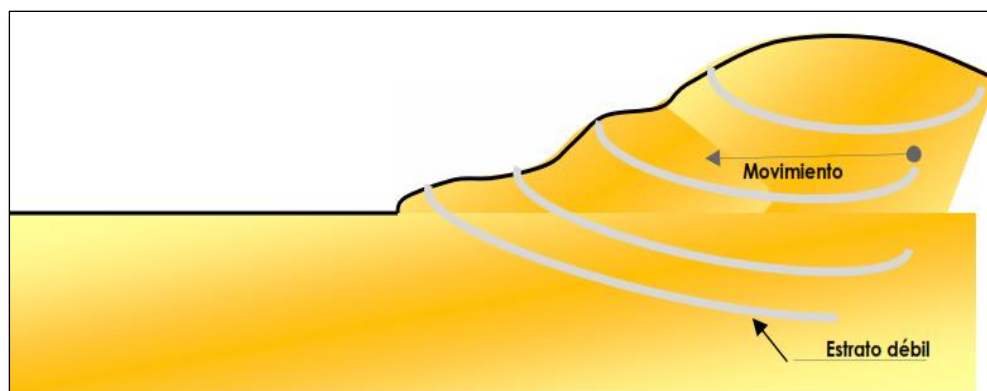


Figura 4: Aspectos geológicos que pueden provocar la falla de un talud.
Fuente: Montoya, 2009.

e) Cargas externas

La aplicación de cargas sobre la corona del talud provocan un aumento en las fuerzas actuantes en la masa de suelo, lo cual puede llevar a la falla del talud si estas cargas no son controladas o tomadas en cuenta durante la evaluación de la estabilidad del talud, Figura N° 05.

En algunos casos esta situación se remedia mediante la excavación de una o más bermas en el cuerpo del talud, lo que reduce las fuerzas actuantes en éste.

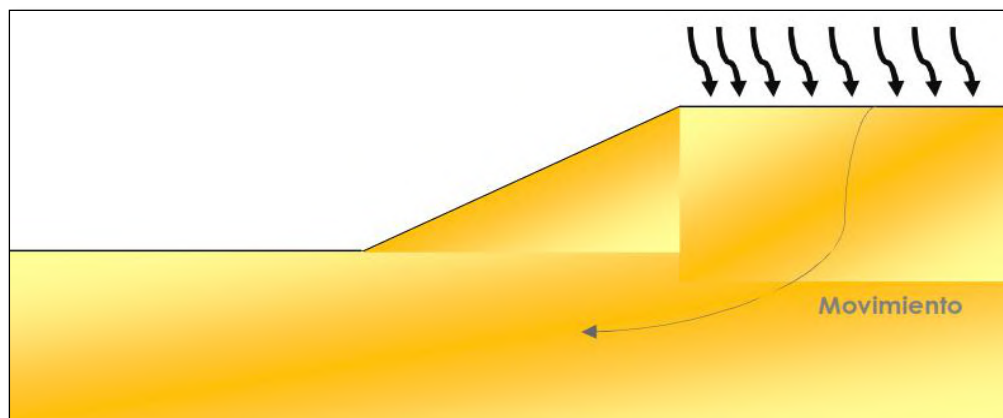


Figura 5: Sobre carga en la corona del talud.
Fuente: Montoya, 2009.

f) Excavaciones y/o rellenos

Las actividades de construcción realizadas al pie de un talud o colocación de una sobrecarga en la corona, pueden causar la falla de éste al modificar la condición de esfuerzos a las que ésta sometido.

Generalmente, estas actividades de construcción corresponden a trabajos donde se realizan excavaciones y/o rellenos. Cuando se realiza una excavación al pie del talud, el esfuerzo total se disminuye, generando en el suelo un incremento negativo en la presión de poro. Durante el tiempo en que este incremento de presión de poro se disipa, puede presentarse la falla del talud al disminuir la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, Figura 6.

Los taludes construidos con el material de banco de préstamo se realizan al compactar estos materiales en el sitio bajo especificaciones de control, generando un relleno artificial o terraplén.

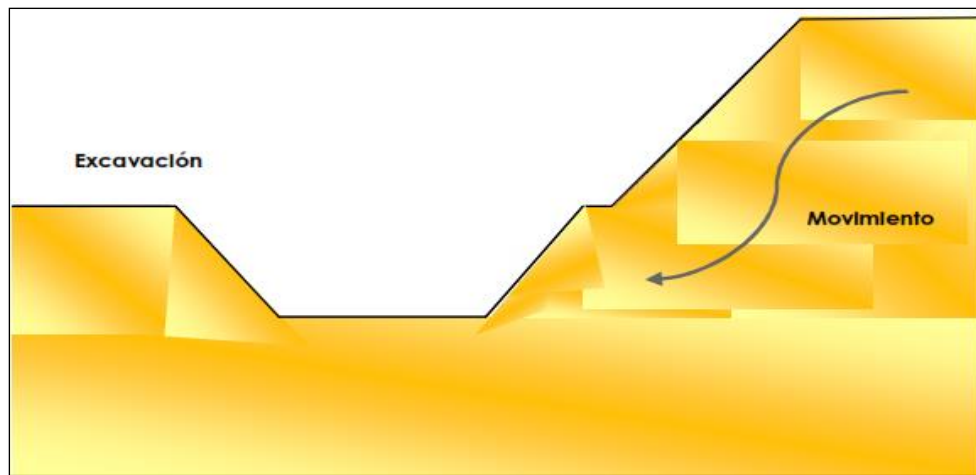


Figura 6: Excavación en el pie del talud
Fuente: Montoya, 2009.

2.2.6. Estudios a considerar para la estabilización de taludes

Para realizar la investigación se debe realizar los estudios básicos de:

- **Geología:**

La geología comprende la inspección y evaluación del lugar donde se va emplazar la estructura, con el fin de ubicar áreas de inestabilidad o fallas geológicas que directa o indirectamente pueden afectar la estructura y con ello su funcionamiento (Hutton 1830).

- **Geotecnia**

La geotecnia es la aplicación de los métodos científicos y de los principios de ingeniería a la generación, interpretación y utilización del conocimiento de los materiales y procesos que ocurren en la corteza terrestre para la solución de problemas de ingeniería (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 1995)

2.2.7. Ensayos a considerar en la investigación.

Contenido de humedad

Es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua. (NTP 339.127:1998)

Granulometría por tamizado

Este modo operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 0.075 mm (Nº 200). Su objetivo principal es Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

Límites de Atterberg

Son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Con ellos, es posible clasificar el suelo en la Clasificación Unificada de Suelos.

Corte directo

Tiene por objeto establecer el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, por el método del corte directo.

2.2.8. Métodos que aplicaremos para la investigación

2.2.8.1. Método Ordinario o de Fellenius

Conocido también como método Sueco, método de las Dovelas. Este método asume superficies de falla circulares, divide el área de falla en tajadas verticales, obtiene las fuerzas actuantes y resultantes para cada tajada y con la sumatoria de estas fuerzas obtiene el Factor de Seguridad.

El peso o fuerza de gravedad, la cual se puede descomponer en una tangente y una normal a la superficie de falla.

Las fuerzas resistentes de cohesión y fricción que actúan en forma tangente a la superficie de falla.

Las fuerzas de presión de tierras y cortante en las paredes entre dovelas, las cuales no son consideradas por Fellenius, pero sí son tenidas en cuenta en otros métodos de análisis más detallados.

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

$$F.S = \frac{\sum [C' b \sec \alpha + (W \cos \alpha - u b \sec \alpha) \tan \phi]}{\sum W \sin \alpha}$$

Donde α : es el ángulo del radio del círculo de falla con la vertical bajo el centroide en cada tajada, W es peso total de cada tajada, u : es la presión de poros = $\gamma_w \cdot h_w$, b : es el ancho de la tajada, C' , ϕ : son parámetros de resistencia del suelo (cohesión y ángulo de fricción).

2.2.8.2. 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:

$$F.S = \sum \frac{\left[C' b + (W - ub) \frac{\tan \phi}{ma} \right]}{\sum W \sin \alpha};$$

$$ma = \left(+ \frac{\tan \alpha \tan \phi}{F.S.} \right)$$

Donde b : es el ancho de la dovela, W : es el peso de cada dovela, C' , ϕ : son parámetros de resistencia del suelo (cohesión y ángulo de fricción), u : es presión de poros en la base de cada dovela = $\gamma_w \cdot h_w$, α : es el ángulo del radio y la vertical en cada dovela.

2.2.9. Alternativas de solución para la estabilización del talud

Las alternativas de solución para la estabilización del talud se suelen agrupar de acuerdo a diferentes criterios, tales como la función que realizan, su método de ejecución, etc., pero a la vez una técnica podría desempeñar más de una sola función.

2.2.9.1. Abatimiento o cambio de pendiente de Taludes.

El que esta sea menor para aumentar su estabilidad; este método puede ser aplicado tanto a taludes de corte como de relleno. Este método funciona tanto para materiales sueltos como rocosos, aunque resulta más efectivo en suelos friccionantes. Su uso no es recomendado para taludes de gran altura debido al elevado costo que esto implicaría.

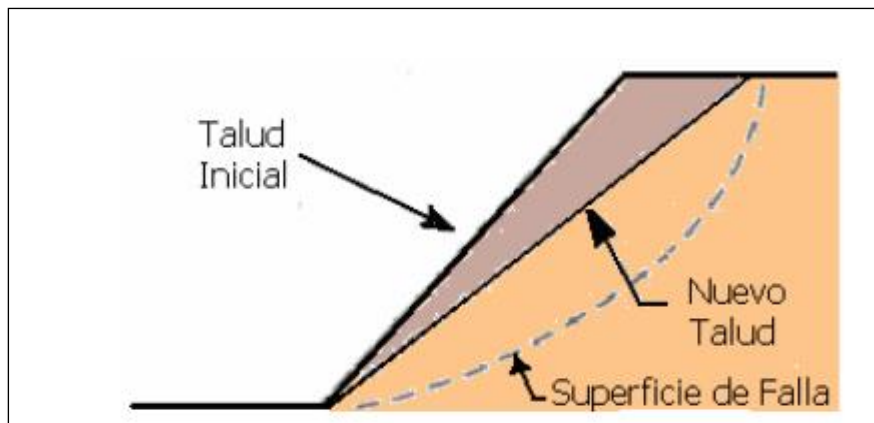


Figura 7: Esquema de proyección de cambio de pendiente de un talud.
Fuente: Alberti, 2006.

Al disminuir la pendiente del talud, el círculo crítico de falla se hace más largo y más profundo para el caso de un talud estable, aumentándose en esta forma el factor de seguridad.

Cuando su aplicación sea en taludes de relleno el objeto del tramo será:

- Aumentar la estabilidad del relleno.
- Alejar de la corona el pie del talud, disminuyendo el peligro de la erosión al reducir la velocidad de escurrimiento del agua.

2.2.9.2. Remoción de materiales de la cabecera.

La remoción de una suficiente cantidad de materiales en la parte superior del talud puede resultar en un equilibrio de fuerzas que mejore la estabilidad del talud. En la práctica este método es muy útil en fallas activas, es muy efectivo en la mitigación de deslizamiento rotacional, aunque si los movimientos son muy grandes la masa de remover será de gran magnitud.

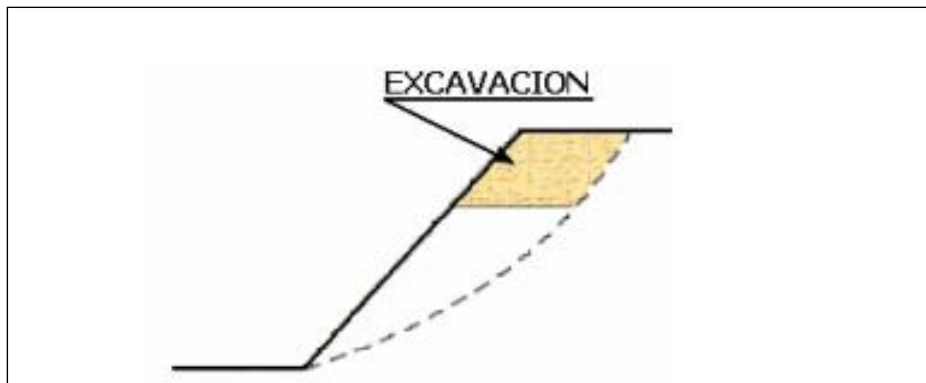


Figura 8: Área de remoción de material en la cabecera de un talud.
Fuente: Alberti, 2006.

Área de remoción de material en la cabecera de un talud. La cantidad de material a remover y el equipo que se requiere, dependen del tamaño y características del movimiento así como de la geotecnia del sitio.

Antes de iniciar el proceso de corte debe calcularse la cantidad de material que se requiere remover con base en un análisis de estabilidad y para un factor de seguridad propuesto. El cálculo se realiza generalmente por un sistema de ensayo y error. Finalmente la efectividad técnica del sistema y el factor económico van a determinar su viabilidad.

2.2.9.3. Escalonamiento del talud o banquetas

El escalonamiento de taludes consiste en la construcción de descansos planos en las zonas medias de los taludes conocidas con el nombre de “bermas”. Se cortan o compactan adecuadamente e llama berma a las masas de tierra que se en el lado exterior del talud, con el fin de mejorar su estabilidad; para su construcción generalmente se usan materiales similares a los del talud que se trata de mejorar.

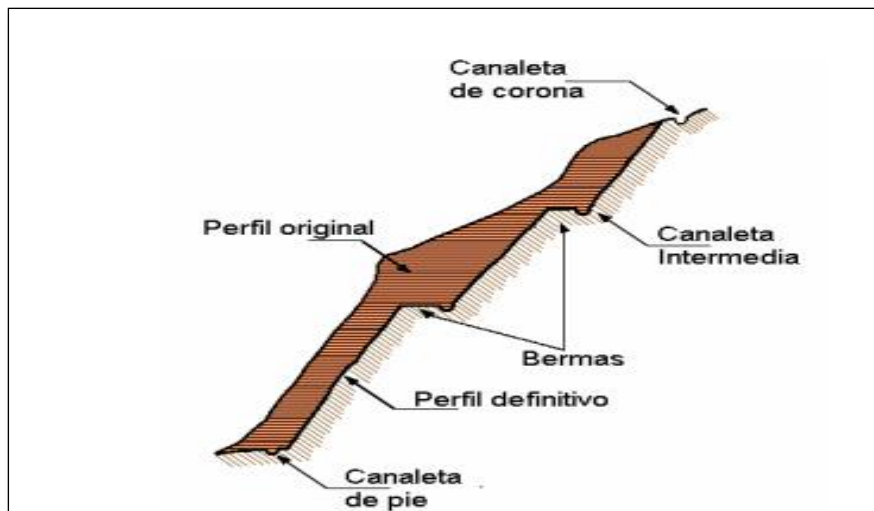


Figura 9: Conformación de bermas por medio del exterior del talud.
Fuente: Alberti, 2006.

La berma ayuda a la estabilización de un talud en base a su propio peso. Para su diseño no existen reglas fijas en cuanto a sus dimensiones, sino que estas se calculan por medio de aproximaciones sucesivas.

Este tipo de medida suele decidirse antes de la conformación del talud; dado que las bermas sirven también para roturas locales del talud, para instalación de medidas de drenaje y acceso para las obras de saneamiento y control del talud. Además el escalonamiento del talud, con la construcción de bancos y bermas contribuye a evitar que se produzcan roturas superficiales que afecten a todo el frente del talud.

Al construir las bermas, el talud puede quedar dividido en varios taludes de comportamiento independiente, los cuales a su vez deben ser estables.

El efecto de las bermas es el de disminuir las fuerzas actuantes en la zona más crítica del talud, para la generación de momentos desestabilizantes. En esta forma el círculo crítico de falla se hace más profundo y más largo aumentándose el factor de seguridad.

El terraceo se puede realizar a un talud con el propósito de controlar la erosión y facilitar el establecimiento de la vegetación. La altura de las gradas es generalmente, de 5 a 7 metros y cada grada debe tener una cuneta revestida para el control del agua superficial. El sistema de cunetas a su vez debe conducir

a una estructura de recolección y entrega con sus respectivos elementos de disipación de energía.

En suelos residuales generalmente, la grada más alta debe tener una pendiente menor, teniendo en cuenta que el suelo sub superficial es usualmente el menos resistente. Las terrazas generalmente, son muy útiles para el control de las aguas de escorrentía. En todos los casos debe considerarse el efecto que se puede tener sobre los taludes arriba y abajo de la terraza a excavar.

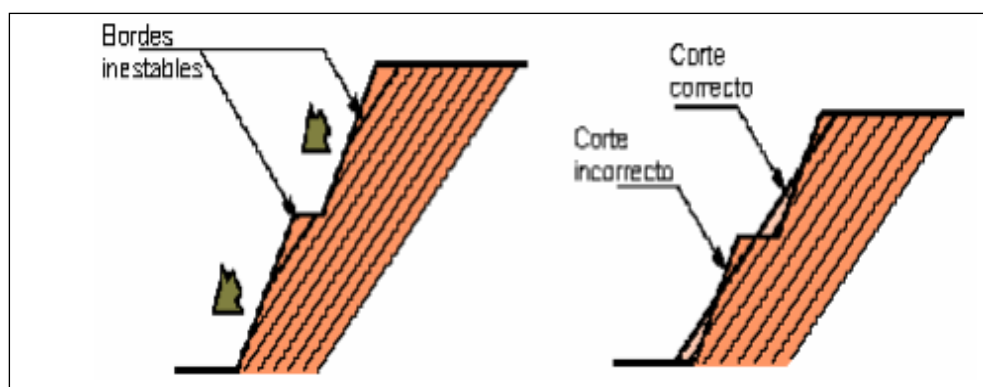


Figura 10: Forma adecuada de realizar el corte en un talud.
Fuente: Alberti, 2006.

2.2.9.4. Capas Vegetales

Consiste en la siembra de pastos, ya sea a través de la siembra por semillas, tepes o fragmentos de las plantas mismas (figura 11). Comúnmente a esta capa vegetal se le llama grama y contribuye a las funciones de: evitar el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo, disminuir el flujo superficial del agua de escorrentía, evitar el secamiento superficial del suelo, evitar el arrastre de material y contribuir a la armonía del medio ambiente, ya que su apariencia es muy atractiva a los ojos de las personas. En taludes de gran altura deben utilizarse drenajes superficiales que colecten el agua que circula sobre la superficie de los mismos.

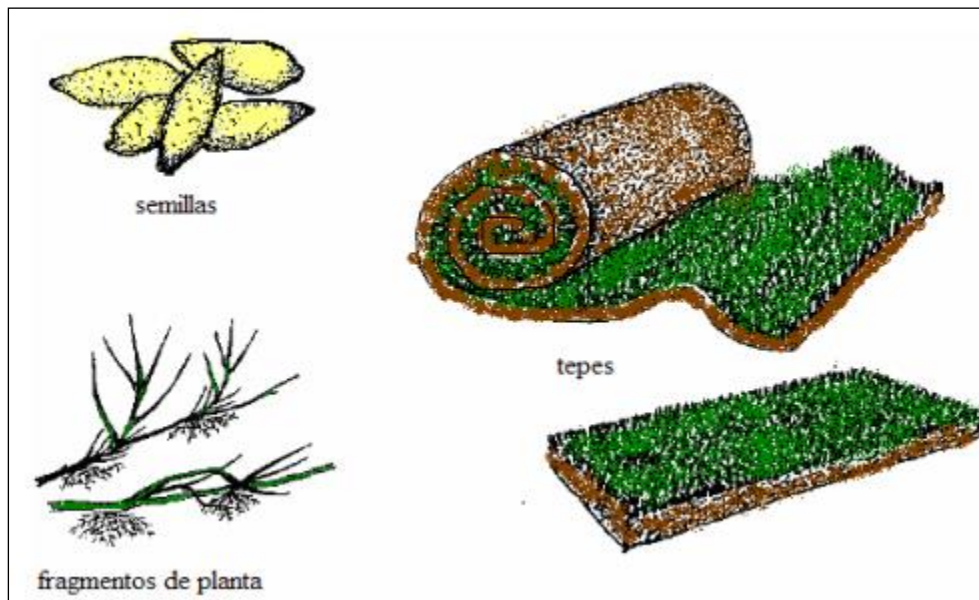


Figura 11: Componentes vegetales de implantación de céspedes en taludes.
Fuente: Alberti, 2006.

Ya anteriormente se ha visto como puede revegetarse un talud utilizando biomantas o geomantas en taludes un tanto estériles; pero, en este caso, la siembra se realiza utilizando plantas vivas o semillas.

2.2.9.5. Drenaje y Sub drenaje

Todo diseño de muro debe garantizar el drenaje del relleno del muro, evacuando las aguas o evitando que estas ingresen.

Para impedir que el agua se introduzca en el relleno, en la etapa de proyecto y/o construcción, debe realizarse lo siguiente:

Localizar los lugares de donde proviene el agua, con la finalidad de tomar las medidas pertinentes para evitar que el material se sature.

Desviar el agua alejándola del relleno, en lo posible con zanjas de coronación, que evacuen el agua hacia los lados del talud sin causar erosión.

Proteger la superficie del relleno, mediante sistemas de absorción del agua excedente que desequilibre el talud.

Colocar drenes interceptores de posibles filtraciones subterráneas, que no aumenten los empujes no previstos en la etapa de diseño.



Figura 12: Sistema de drenaje en la consolidación y estabilización de taludes.
Fuente: Alberti, 2006

2.2.9.6. Muros Gaviones

Los gaviones consisten en una caja de forma prismática regular, fabricada con malla metálica de triple torsión de alambre galvanizado, la cual tiene la rigidez necesaria para facilitar la instalación del gavión y para rellenarla de piedras.

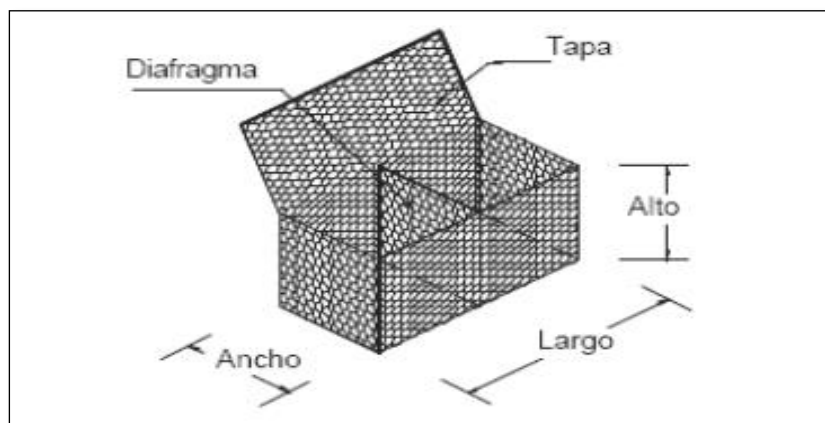


Figura 13: Esquema de un gavión tipo caja
Fuente: Alberti, 2006

Los diafragmas verticales sujetos a la base de los gaviones tienen como propósito limitar el movimiento interno del rellano de piedra y reforzar más el armazón. La tela metálica con forma de hexágonos es de triple torsión y esta galvanizada para darle resistencia a la presión y la corrosión.

2.3. Definición de Términos

- **Banquetas:** Sección geométrica resultante, construida a intervalos, que permite reducir el ángulo efectivo del talud protegiéndolo contra la infiltración y la erosión (RNE-Norma CE.020).
- **Derrumbes:** Desplome violento de una masa de roca, suelo o ambos por gravedad, sin presentar una superficie o plano definido, y más bien una zona irregular de ruptura. Se producen por lluvias intensas, saturación, socavamiento fluvial; rocas muy meteorizadas y fracturadas, etc. (RNE-Norma CE.020).
- **Deslizamientos:** Movimiento en masa pendiente abajo de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o de zonas relativamente delgadas con gran deformación cortante (RNE-Norma CE.020).
- **Estabilización:** Proceso físico o químico, mediante el cual se mejora las condiciones mecánicas de un suelo (RNE-Norma CE.020).
- **Estabilización de taludes:** Solución geotécnica integral que se implementa en un talud, sea de terraplén, de excavación, de corte, natural u otros, capaz de incorporarle equilibrio suficiente y sostenible, que atienda los criterios gravitatorios y sísmicos, medidos por factores de seguridad, sin afectar negativamente a su entorno (RNE-Norma CE.020).
- **Talud:** Perfil conseguido tras una excavación o terraplenado no necesariamente vertical, sino con cierto ángulo con la horizontal, llamado ángulo de talud (RNE-Norma CE.020).
- **Dovela:** En arquitectura clásica, la dovela es una pieza, normalmente de piedra, en forma de cuña que componen el arco o la bóveda y se caracterizan por su disposición radial (Pereira, 2012).
- **Factor de Seguridad (F.S):** El Factor de Seguridad es empleado por los Ingenieros para conocer cual es el factor de amenaza de que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña. Fellenius (1927).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del Proyecto

3.1.1. Ubicación y localización

La carretera Puente Colombia-Shapaja se encuentra situado en el distrito de Shapaja Provincia de San Martín, Región San Martín. La zona específica de estudio está ubicado a una altitud máxima de 191.30 m.s.n.m. y mínima de 187.60 m.s.n.m., zona 18M, entre las progresivas Km 01+300 al km 01+400, con las coordenadas que se muestran en la tabla N° 01.

Tabla 1: Progresivas y coordenadas de ubicación.

Puntos	Progresiva (Km)	Norte m	Este m	Altitud m.s.n.m	Zona
Inicio	01+300	9272547.216	356452.238	191.30	18M
Fin	01+400	9272515.094	356510.047	187.60	

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 14: Mapa de ubicación del tramo estudio.

Fuente: Google Maps, 2019.

Para el estudio, se ha recopilado información durante el mes de mayo, que servirá para determinar las causas, efectos y alternativas de solución para la inestabilidad del talud.

3.1.2. Hidrología

Las características hidrológicas que presenta son de acuerdo a su relieve topográfico. El tramo de carretera Puente Colombia – Shapaja se encuentra a orillas de los ríos Mayo y Huallaga, y pertenece a la estación hidrológica de Chazuta monitoreado por SENAMHI, donde hasta la fecha de 06/06/2019 se obtuvo la lectura de un caudal de 3171.31 m³/s hasta las 10:00 hrs. Este se encuentra inferior de su promedio normal histórico, hasta el momento comportamiento hidrológico es estable en promedio con respecto al día anterior.

El nivel en m es de 12.54 hasta las 10:00 hrs. Hasta el momento dicho comportamiento hidrológico es descendente en promedio con respecto al día anterior. SENAMHI, pronóstico de caudales, 2019.

3.1.3. Clima

El clima que presenta este tramo en estudio se sustenta en la información meteorológica realizada por SENAMHI de aproximadamente veinte años (1965 - 1984). La zona presenta un clima de tipo muy lluvioso, semi cálido, muy húmedo, con invierno seco y abundante precipitación durante épocas del año, permanentemente húmedo por la alta concentración de vapor de agua en la atmosfera.

Estas zonas se caracterizan por ser muy inestables en cuanto a la temperatura ya que tiende a disminuir con la altura, fijando una temperatura promedio anual de verano a invierno 27 °C y periodos de friaje bajan hasta 10°C. (SENAMHI, 2019).

3.1.4. Accesibilidad

Existen dos vías terrestres para llegar al lugar del proyecto y una vía aérea, estas son:

- Vía terrestre 1: Desde la ciudad de Lima, tomamos la carretera panamericana norte, pasamos las ciudades de Chiclayo, Pedro Ruiz, Moyobamba, hasta llegar a Tarapoto, de aquí se toma la vía departamental carretera Puente Colombia-Chazuta y finalmente llegamos a las progresivas Km 01+300 al km 01+400 del tramo en estudio.

- Vía terrestre 2: Se sigue la carretera central, desde la Capital del país hasta las localidades de la Oroya, Cerro de Pasco, Huánuco, Tingo María, Tocache, Juanjuí, ovalo de Puente Colombia y se cambia la ruta a la carretera Puente Colombia-Chazuta, y finalmente está la zona de estudio está comprendido entre las siguientes progresivas: Km 01+300 al km 01+400.
- Vía aérea: Se inicia en Lima, tomamos un avión en el aeropuerto internacional Jorge Chávez que te llevara a Tarapoto, de aquí se toma la vía departamental carretera Puente Colombia-Chazuta y finalmente llegamos a las progresivas Km 01+300 al km 01+400 del tramo en estudio.

3.2. Metodología

3.2.1. Tipo de Investigación

La investigación realizada para abordar el problema, es de tipo: Aplicada, porque el problema está establecido y es conocido por los investigadores, por lo que utilizaremos la investigación para dar respuesta al porque se dan las causas de la inestabilidad de taludes.

Con respecto al nivel de investigación es descriptiva, porque se observará y se obtendrá datos in situ que servirán para describir el comportamiento del talud, y luego pasar a ser analizados.

3.2.2. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación utilizado según el lugar donde se desarrolla la investigación es de campo o laboratorio.

De campo, porque se realizara las observaciones de las causas de la inestabilidad del talud y de laboratorio porque se realizara distintos ensayos de laboratorio.

3.2.3. Población y Muestra

Población

La población está conformada por todo el tramo de la carretera Puente Colombia-Shapaja.

Muestra

Se tomará como muestra el Talud entre las progresivas, Km 01+300 - 01+400.

Muestreo

02 calicatas

3.2.4. Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de Recolección de Datos.

3.2.4.1. Fuentes Técnicas de Recolección de Datos

Las recolecciones de datos se realizarán haciendo uso de las herramientas como:

- Revisión bibliográfica.
- Revisión documentaria (expedientes técnicos de carreteras, planos de topografía, estudio de geotecnia).
- Reconocimiento de campo (identificación de las características geotécnicas, morfológicas, topográficas, etc.)
- Resultados e interpretación de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.

3.2.4.2. Instrumento de Recolección de Datos

Se denomina instrumento de recolección de datos a cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. Los instrumentos que se emplearán en la recolección son:

- Plano topográfico del tramo Puente Colombia-Shapaja (Plano base – Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones-SM).
- Mapas de peligros de INGEMENT
- Procedimiento de laboratorio de Mecánica de Suelos, NTP-150, AASHTO T86-70, ASTM D420-69.
- GPS Diferencial y Wincha 50 m.

3.2.4.3. Procedimientos de Recolección de Datos

El procedimiento que se siguió para recolección de datos son:

- Reconocimiento de las características del talud inestable (altura y pendiente) y el estado de sus partes.
- Lectura de las coordenadas al pie del talud y en la corona con el GPS; así como la altura del talud.
- Delimitación de las calicatas de $1.5 \times 2.00 \times 2\text{m}^3$ y lectura de las coordenadas las calicatas C-01 y C-02; así como la medición de la altura en m.s.n.m. Estos datos están indicados en la tabla N° 01.
- Excavación de las 02 calicatas, removiendo 2 m de estratos para el análisis mediante ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos. El número de estratos de la calicata C-01 y C-02 se muestra en la tabla N° 02.

Tabla 2: Se muestra el número de estratos por calicata

N° Calicata	N° Estratos	Nombre de Estrato	Altura de estrato (m)
01	01	I	2.00
02	06	I	0.30
		II	0.35
		III	0.35
		IV	0.38
		V	0.42
		VI	0.20

Fuente: Elaboración propia.

- Se extrajeron las muestras alteradas e inalteradas de ambas calicatas para su análisis en el laboratorio de Mecánica de suelos, con la finalidad de obtener resultados de la caracterización geotécnica del talud. Este análisis se realiza mediante los siguientes ensayos:

1. Ensayo para la determinación del contenido de humedad, según el método indicado en las normas NTP 339.127, ASTM D2216 – 92
 2. Ensayo para la determinación la granulometría, según el método indicado en las normas NTP.339.128, ASTM D422 y NTP – 124.
 3. Ensayo para la determinación del límite líquido (LL), según el método indicado en las normas NTP339.129 ASTM D4318.
 4. Ensayo para la determinación del límite plástico (LP), según el método indicado en las normas NTP339.129 ASTM D4318.
 5. Ensayo para la determinación del límite de contracción (LC), según el método indicado en las normas NTP 339.140, ASTM D427.
 6. Ensayo para la determinación el corte directo, según el método indicado en las normas Norma ASTM D3080 – NTP 339.
- Se analizan los resultados de los ensayos mencionados y se procede al cálculo del FS para la estabilidad del talud por los métodos de Fellenius y Bishop.

3.2.4.4. Procesamiento de la Información.

Los resultados de los ensayos de laboratorio serán procesados en fichas de forma computarizada utilizando el programa de EXCEL, sobre la base de datos.

El procesamiento de la información permitirá elaborar la matriz de datos con la que se analizara los resultados.

Con los datos y resultados de las propiedades físicas se podrá determinar las características mecánicas del suelo.

La información será procesada en uno de los programas más usados en la ingeniería que es GEO 5 donde los datos obtenidos de laboratorio serán ingresados facilitando el cálculo del F.S por los métodos de Fellenius y Bishop para la estabilidad del talud. También se usó el programa de AutoCAD para los planos del tramo Puente Colombia- Shapaja, y las alternativas de solución para lograr la estabilidad de taludes.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Caracterización de las calicatas C-01 y C-02

La excavación de las calicatas se representa en el figura N° 01 y 02, indicando las cotas en m.s.n.m, números estratos, tipo de estratos y la altura de excavación.

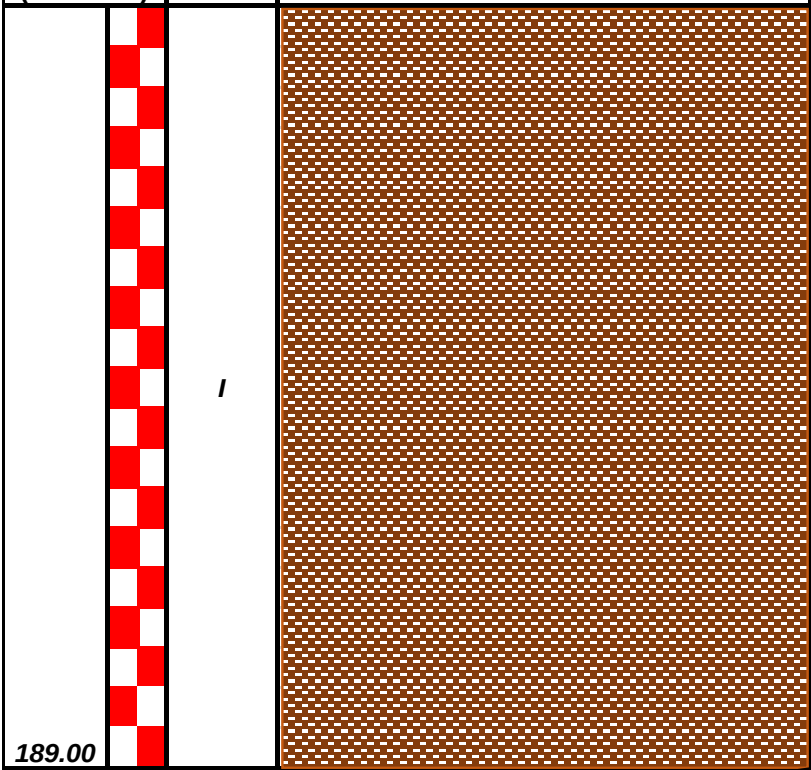
Calicata N°	C - 01	Cota 191 m.s.n.m	Prof. Exc	2.00	(m)	Altura excavada (m)
Cota As. (m.s.n.m)	Estrato	Estrato				
189.00	I					2.00

Figura 15: Datos de excavación de la calicata C-01.
Fuente: Elaboración Propia.

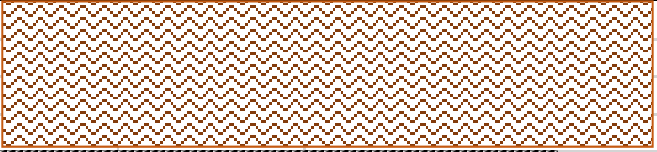
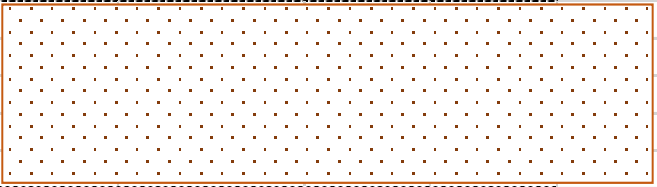
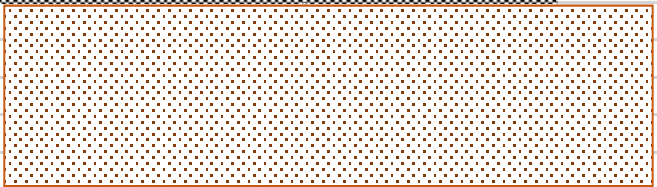
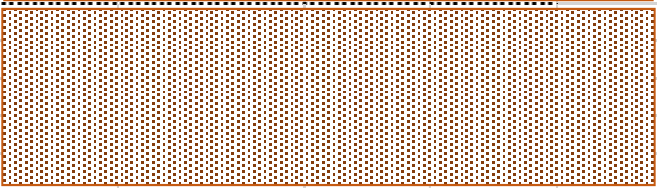
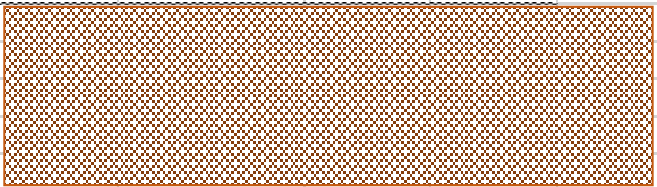
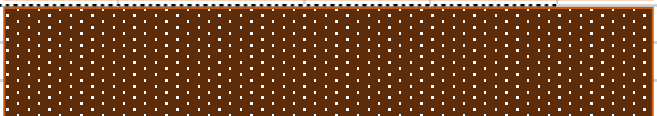
Calicata N°	C - 02	Cota 202 m.s.n.m	Prof. Exc.	2.00	(m)	Altura excavada (m)
Cota As. (m.s.n.m)	Estrato	Estrato				
202.00	I					0.30
201.70						
201.35	II					0.35
201.00	III					0.35
200.62	IV					0.38
200.20	V					0.42
200.00	VI					0.20
						

Figura 16: Datos de excavación de la calicata C-02.
Fuente: Elaboración Propia.

4.2. Resultados de Ensayos de Mecánica de Suelos.

Tabla 3: Clasificación de suelos y Contenido de Humedad

Calicata	Humedad Natural	AASHTO	SUCS	Profundidad
C1-M1	11.73%	A-6 (1)	SC	2.00m
C2-M1	9.67%	A-6 (0)	SC	0.30
C2-M2	6.73%	A-2-4 (0)	SM	0.35
C2-M3	8.39%	A-3 (0)	SP	0.35
C2-M4	11.35%	A-2-4 (0)	SM	0.38
C2-M5	9.19%	A-2-4 (0)	SM	0.42
C2-M6	16%	A-6 (5)	CL	0.20

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4: Ensayos Límites de suelos realizados en laboratorio

Calicata	Índice Plástico	Limite Liquido	Limite Plástico
C1-M1	10.56%	31.00	20.44
C2-M1	10.59%	31.03	20.44
C2-M2	NP	NP	NP
C2-M3	NP	NP	NP
C2-M4	NP	NP	NP
C2-M5	NP	NP	NP
C2-M6	10.67%	31.11	20.44

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Ensayo de corte directo

Calicata	Angulo de fricción	Cohesión
C1	27.01	0.230 kgf/cm ²
C2	21.96	0.249 kgf/cm ²

Fuente: Elaboración propia

4.3. Tipos de Fallas encontradas.

La falla encontrada en la progresiva 1+300Km -1+400 Km es la deslizamiento superficial. Este tipo de falla se presenta de manera constante en el talud analizado, afectando grandes áreas de terreno y es producido por la influencia de los cambios climáticos y las fuerzas naturales que provocan que las partículas se deslicen hacia abajo.

El movimiento superficial se produce sin un cambio brusco entre la parte externa activa y la masa estática más profunda. La forma de la falla no está definida.

Los procesos de erosión superficial en forma de surcos también están presentes en este tramo, debido a que los suelos predominantes están compuestos por arena arcillosa y arena limosa, donde la cobertura vegetal ha sido removida. Las precipitaciones pluviales contribuyen al desprendimiento de las partículas o granos, lo cual produce sedimentación de materiales en el pie del talud.

Las causas principales encontrados en el talud estudiado son:

- Aumento de peso de la tierra, por aumento del contenido de humedad.
- La altura del talud.
- Angulo de inclinación muy elevado con respecto a la horizontal.
- Estrato favorable al deslizamiento.

4.4. Caracterización del talud de la progresiva 1+300Km -1+400 Km.

Los resultados del Perfil topográfico del terreno incluyendo las mediciones de altura, pendiente ($\beta=85^\circ$) y coordenadas se muestran en la figura N° 17 y fueron procesados en AutoCAD.

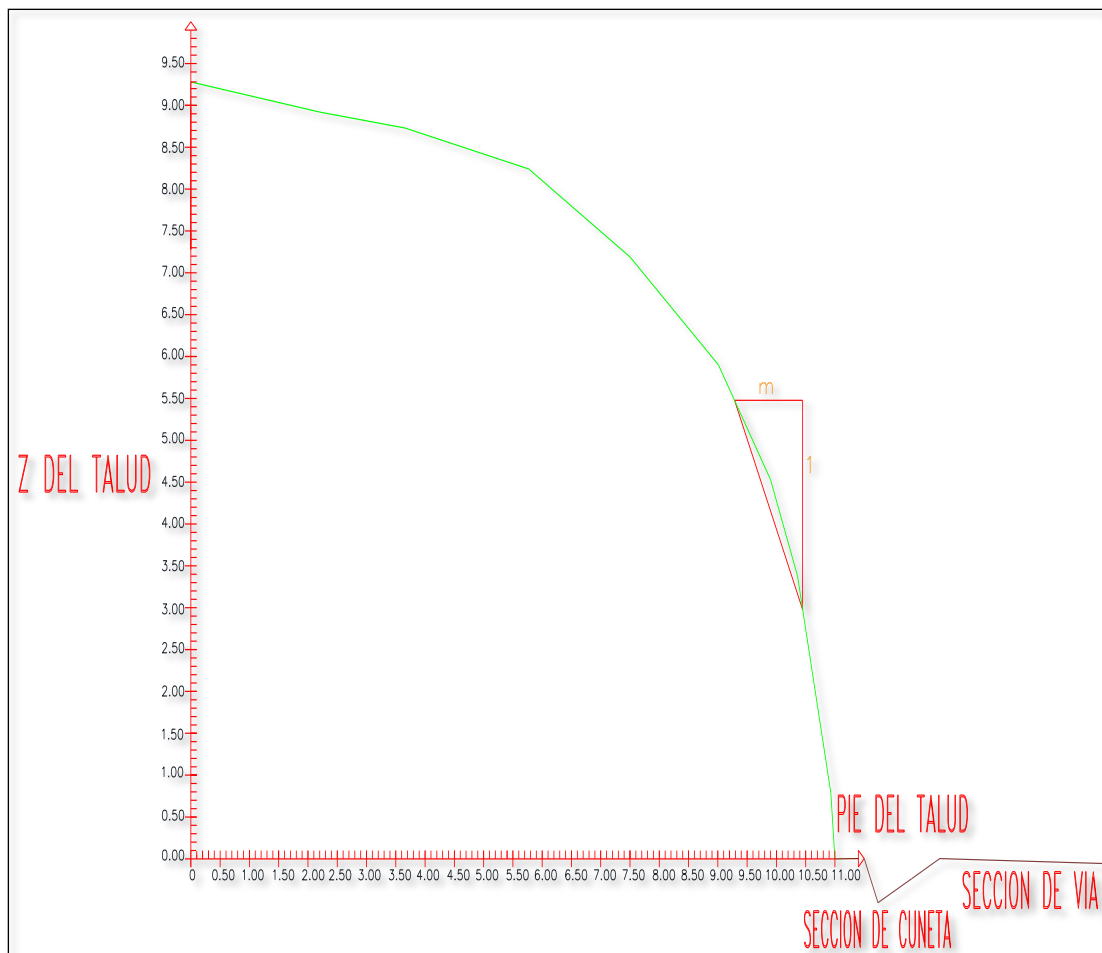


Figura 17: Características del Talud.
Fuente: Elaboración propia.

Donde las coordenadas se muestran en la tabla 6.

Tabla 6: Se observa las coordenadas de Longitud (y) y Altura (z).

Tabla de coordenadas	
X	Z
11	0
10.93	0.79
10.36	3.38
9.9	4.53
9.01	5.9
7.5	7.19
5.77	8.24
3.66	8.73
2.2	8.92
0	9.28

Fuente: Elaboración Propia.

El perfil topográfico es la representación gráfica del relieve del terreno que se obtuvo a partir de las lecturas con la estación total. Es de vital importancia para determinar las características topográficas del proyecto y además obtener el ancho, la longitud de arco de la base, el área, el ángulo α del radio y la vertical en cada dovela. También se determina las coordenadas del punto de origen y radio del círculo de falla de la superficie que está expuesto al deslizamiento del talud, analizándolo por los métodos de Fellenius y Bishop.

4.5. Resultados Usando el Programa Microsoft Excel

4.5.1. Método de Fellenius

Después de elaborar el perfil del talud se procedió a graficar la falla circular asumido para comprobar la estabilidad del talud y obtener el F.S correspondiente, como se indica la figura 18.

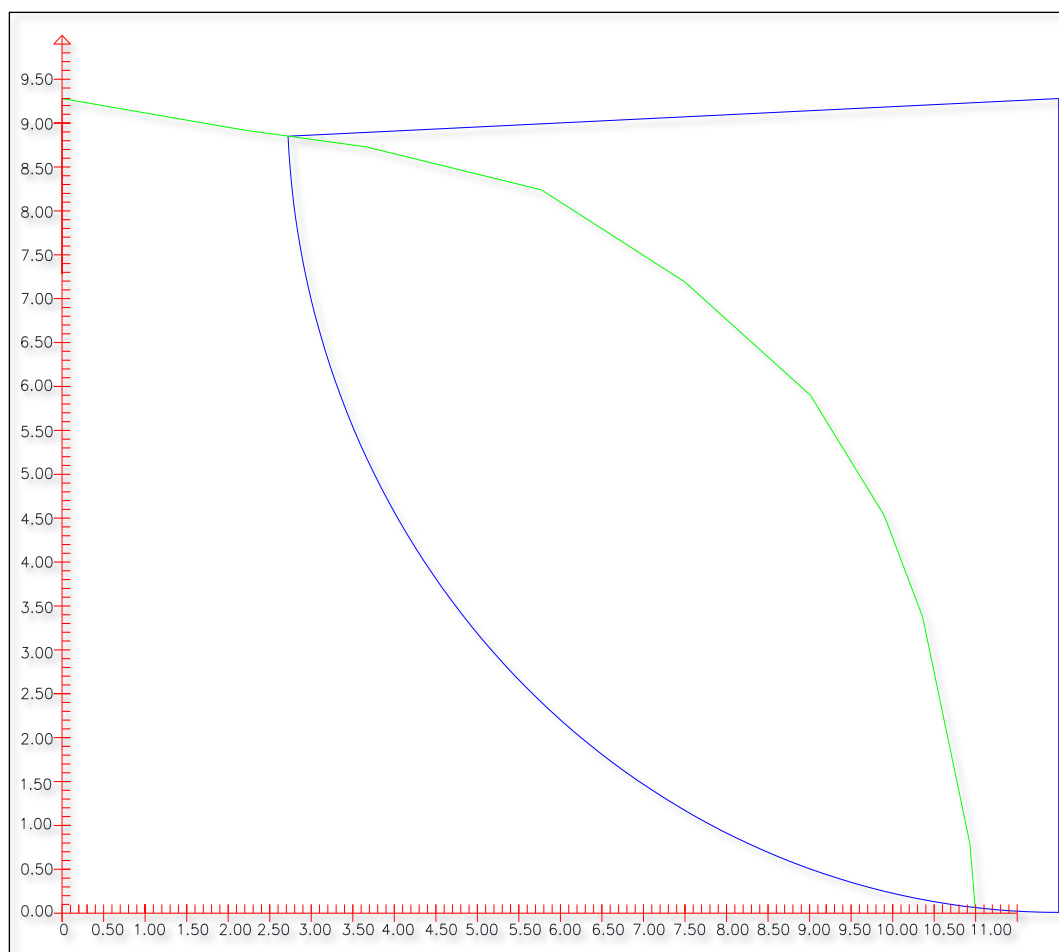


Figura 18: Falla Circular en el Talud.
Fuente: Elaboración Propia.

Esta circunferencia se encuentra ubicado entre las siguientes coordenadas:

Tabla 7: Ejes y coordenadas del círculo de falla.

Ejes	Coordenadas
X	12
Z	9.28
R	9.28

Fuente: Elaboración Propia.

Después se comenzó a seccionar la superficie de falla, estas secciones reciben el nombre de dovelas, que están formadas por una altura y una base según las coordenadas indicadas en el perfil. En total se obtuvieron 8 dovelas enumeradas en orden ascendente como se indica en el figura 19, trazando líneas discontinuas desde el centro de la circunferencia hasta el centro de la longitud de cada dovela para medir el ángulo α (ángulo de radio del círculo de falla con la vertical bajo el centroide de la tajada).

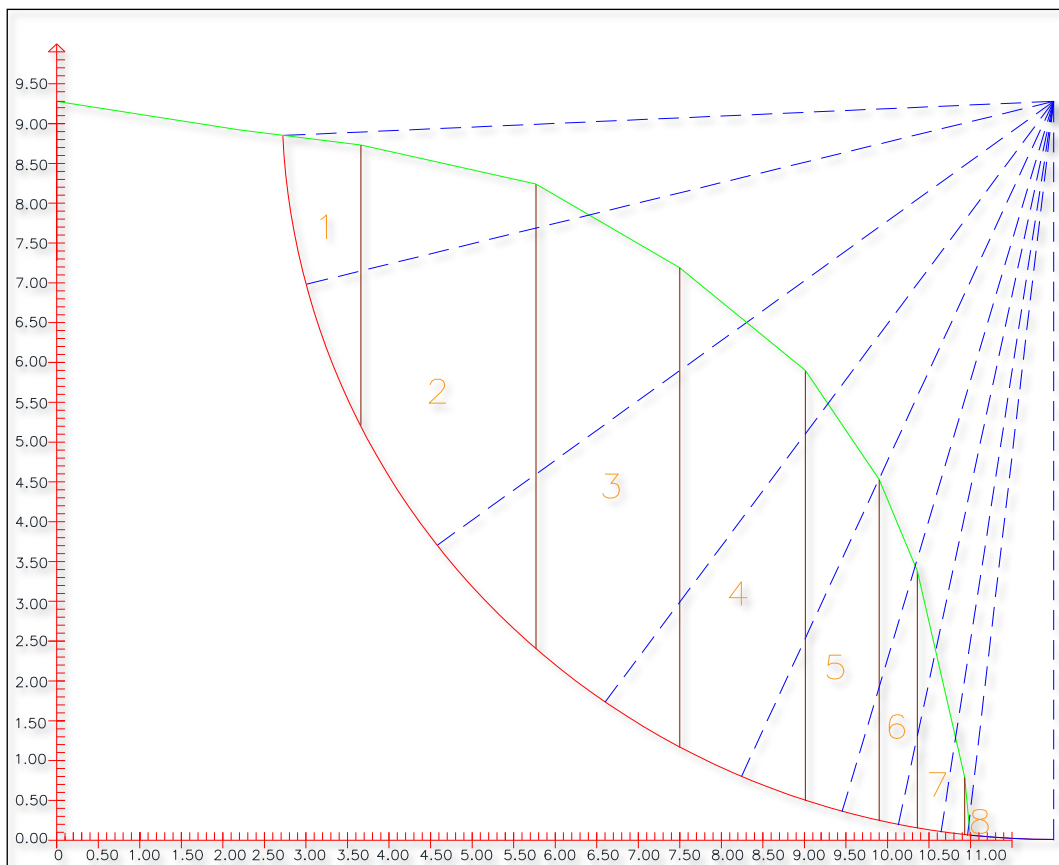


Figura 19: Total de dovelas analizar por los métodos de Fellenius y Bishop.
Fuente: Elaboración propia

De la figura 20 se obtiene la tabla 8 donde se señala los datos mencionados en el párrafo anterior.

Tabla 8: Coordenadas de cada dovela.

Nº DE DOVELA	EXTREMOS DE DOVELA							ANGULO α (°)
	X base		Y TERRENO		Y CIRCULO		ALTURA (m)	
	X1	X2	Yt1	Yt2	Y c1	Yc2		
1	2.73	3.66	8.85	8.73	5.21	0	3.52	76
2	3.66	5.77	8.73	8.24	5.21	2.4	5.84	53
3	5.77	7.5	8.24	7.19	2.4	1.16	6.03	36
4	7.5	9.01	7.19	5.9	1.16	0.49	5.41	24
5	9.01	9.9	5.9	4.53	0.49	0.24	4.29	16
6	9.9	10.36	4.53	3.38	0.24	0.15	3.23	12
7	10.36	10.93	3.38	0.79	0.15	0.06	0.73	8
8	10.93	11	0.79	0	0.06	0.05	0	6

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 8 y resultados de los ensayos en el laboratorio de Mecánica de Suelos, se obtiene los datos necesarios que se emplea para el cálculo del F.S por el método de Fellenius. Los parámetros geotécnicos a trabajar son los siguientes: para las dovelas 1- 8 se trabajó con una cohesión (C') de 2.49 T/m^2 , ángulo de fricción 21.96° , peso específico (γ) 1.8 T/m^3 de la arena arcillosa, presión de poros (u) 0; debido al estado seco del talud sin presencia de nivel freático.

Se trabaja con la formula mencionada en el capítulo II por el método de Fellenius, y los resultados se presentan en la tabla 9.

Tabla 9: Solución por el Método de Fellenius y resultado del F.S.

APLICACIÓN DEL METODO DE FELLENIUS										
N° DOVELA	b	α (°)	Area m ² A	W= $\gamma \times A$ T/m	Sec α	Sen α	Cos α	Tan ϕ	C' b Sec α + (W Cos α – ub Sec α) Tan ϕ	W Sen α
1	0.93	76	1.89	3.402	1.21310444	0.56610764	0.82433133	-0.03115865	2.721805405	1.92589818
2	2.11	53	10.10	18.18	-1.08898916	0.39592515	-0.91828279	-0.03115865	-5.201265724	7.19791923
3	1.73	36	10.33	18.594	-7.81471684	-0.99177885	-0.12796369	-0.03115865	-33.58931817	-18.441136
4	1.51	24	8.67	15.606	2.35749526	-0.90557836	0.42417901	-0.03115865	8.65768433	-14.1324559
5	0.89	16	4.32	7.776	-1.0442125	-0.28790332	-0.95765948	-0.03115865	-2.082048308	-2.23873619
6	0.46	12	1.74	3.132	1.18503918	-0.53657292	0.84385396	-0.03115865	1.274993092	-1.68054638
7	0.57	8	1.05	1.89	-6.87285064	0.98935825	-0.14550003	-0.03115865	-9.746068433	1.86988709
8	0.07	6	0.03	0.054	1.04148193	-0.2794155	0.96017029	-0.03115865	0.179914749	-0.01508844
Σ									-37.78430306	-25.5142584
F.S									1.480909318	

Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla mostrada el F.S. es $1.48 < 1.5$, lo cual demuestra la inestabilidad del talud en el estado natural en el que se encuentra.

4.5.2. Método de Bishop Modificado

Para el cálculo por el método de Bishop se empleó los mismos datos obtenidos del perfil topográfico y el círculo de falla y se asumió un F.S de 1.48 obtenido en la tabla de los resultados de Fellenius, debido a que la ecuación exige ese dato. Revolviendo según formulas se obtiene los siguientes resultados presentados en la tabla 10.

Tabla 10: Solución por el método de Bishop.

N° DOVELA	b	α (°)	Area m ² A	W= $\gamma \times A$ T/m	Sec α	Sen α	Cos α	Tan φ	Tan α	W Sen α	C' b + (W – ubCos α) Tan φ
1	0.93	76	1.89	3.402	1.2131044	0.56610764	0.82433133	-0.0311587	0.68674769	1.92589818	2.209698263
2	2.11	53	10.10	18.18	-1.088989	0.39592515	-0.9182828	-0.0311587	-0.4311582	7.19791923	4.687435691
3	1.73	36	10.33	18.594	-7.814717	-0.9917789	-0.1279637	-0.0311587	7.75047091	-18.441136	3.728336009
4	1.51	24	8.67	15.606	2.3574953	-0.9055784	0.42417901	-0.0311587	-2.1348967	-14.132456	3.273638064
5	0.89	16	4.32	7.776	-1.044212	-0.2879033	-0.9576595	-0.0311587	0.30063224	-2.2387362	1.973810316
6	0.46	12	1.74	3.132	1.1850392	-0.5365729	0.84385396	-0.0311587	-0.6358599	-1.6805464	1.047811099
7	0.57	8	1.05	1.89	-6.872851	0.98935825	-0.1455	-0.0311587	-6.7997115	1.86988709	1.360410146
8	0.07	6	0.03	0.054	1.0414819	-0.2794155	0.96017029	-0.0311587	-0.2910062	-0.0150884	0.172617433
Σ										-25.854258	18.45375702

Fuente: Elaboración Propia.

Realizando 03 iteraciones se obtuvo un FS de 1.49 presentados en las tablas 11, 12 y 13.

Tabla 11: Primera iteraciones para la solución por Método de Bishop y resultado del F.S.

F.S	ITERACION 1	
	$M_i(\alpha) = \cos \alpha \left(1 + \frac{\tan \phi \tan \alpha}{F.S}\right)$	$M_i(\alpha) = (C'b + (W - ub \cos \alpha) \tan \phi) \left(\frac{1}{M_i(\alpha)}\right)$
	0.812420304	2.71989542
	-0.926613137	-5.058676058
	-0.107096448	-34.81288211
	0.443232572	7.385824664
	-0.951601932	-2.074197465
	0.855143569	1.225304308
	-0.166316346	-8.179653906
	0.966049249	0.178683885
	Σ	-38.61570126
F.S Asumido	1.480909318	
F.S Calculado	1.493591525	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12: Segunda iteraciones para la solución por Método de Bishop y resultado del F.S.

ITERACION 2	
$M_i(\alpha) = \cos \alpha \left(1 + \frac{\tan \phi \tan \alpha}{F.S}\right)$	$M_i(\alpha) = (C'b + (W - ub \cos \alpha) \tan \phi) \left(\frac{1}{M_i(\alpha)}\right)$
0.812521441	2.719556864
-0.926542403	-5.059062245
-0.107273633	-34.75538116
0.443070787	7.388521565
-0.951653367	-2.074085359
0.855047708	1.225441679
-0.166139593	-8.188356096
0.965999331	0.178693118
Σ	-38.56467163
1.493591525	
1.491617783	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13: Tercera iteraciones para la solución por Método de Bishop y resultado del F.S.

ITERACIÓN 3	
$M_i(\alpha) = \cos \alpha \left(1 + \frac{\tan \phi \tan \alpha}{F.S}\right)$	$M_i(\alpha) = (C'b + (W - ub \cos \alpha) \tan \phi) \left(\frac{1}{M_i(\alpha)}\right)$
0.812505814	2.71960917
-0.926553333	-5.05900257
-0.107246256	-34.76425342
0.443095785	7.388104729
-0.95164542	-2.07410268
0.85506252	1.225420452
-0.166166903	-8.187010281
0.966007044	0.178691692
Σ	-38.57254291
1.491617783	
1.491922231	

Fuente: Elaboración Propia.

4.6. Resultados del programa Geo 5

Procedimiento del uso del programa Geo 5

Primero, se ingresa al programa Geo 5.

Una vez iniciado el programa, aparecerá una pantalla como la mostrada en la figura 20 y entraremos a la opción interfaz.

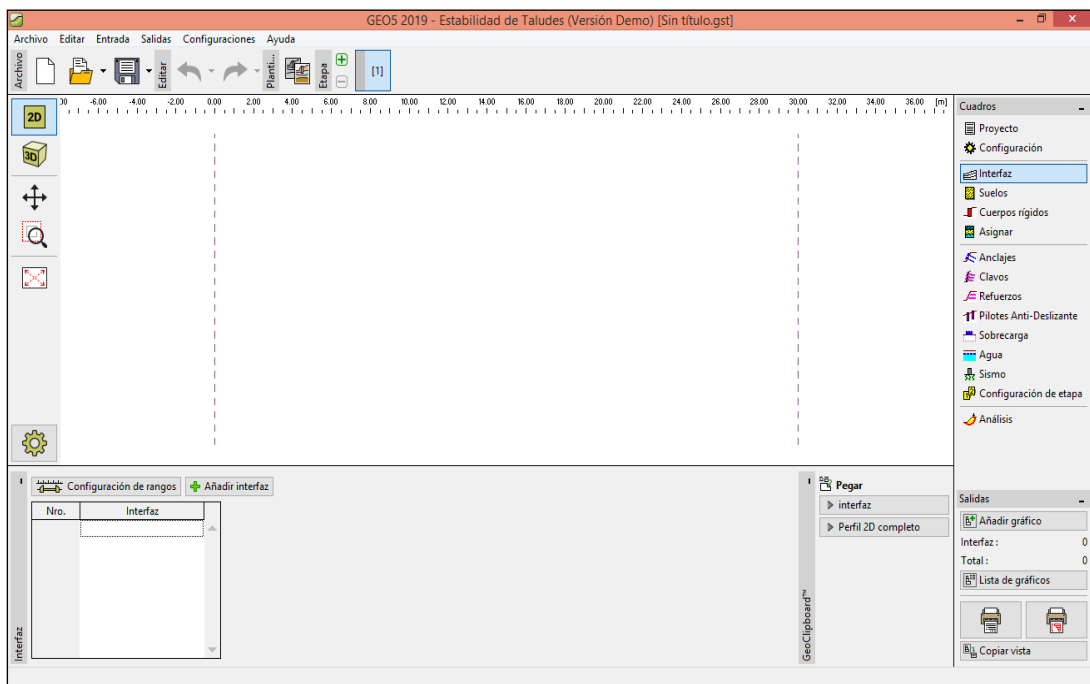


Figura 20: Aspecto de la pantalla de trabajo Geo 5 – Estabilidad de taludes.
Fuente: Elaboración propia

Una vez entrado a la opción interfaz, te saldrá la opción configuración de rango y entrarás tus datos.



Figura 21: Configuración de rango.

Entramos a la opción intervalo y añadimos puntos textualmente de todos los puntos obtenidos del levantamiento topográfico y queda graficado como se muestra en la figura 22.

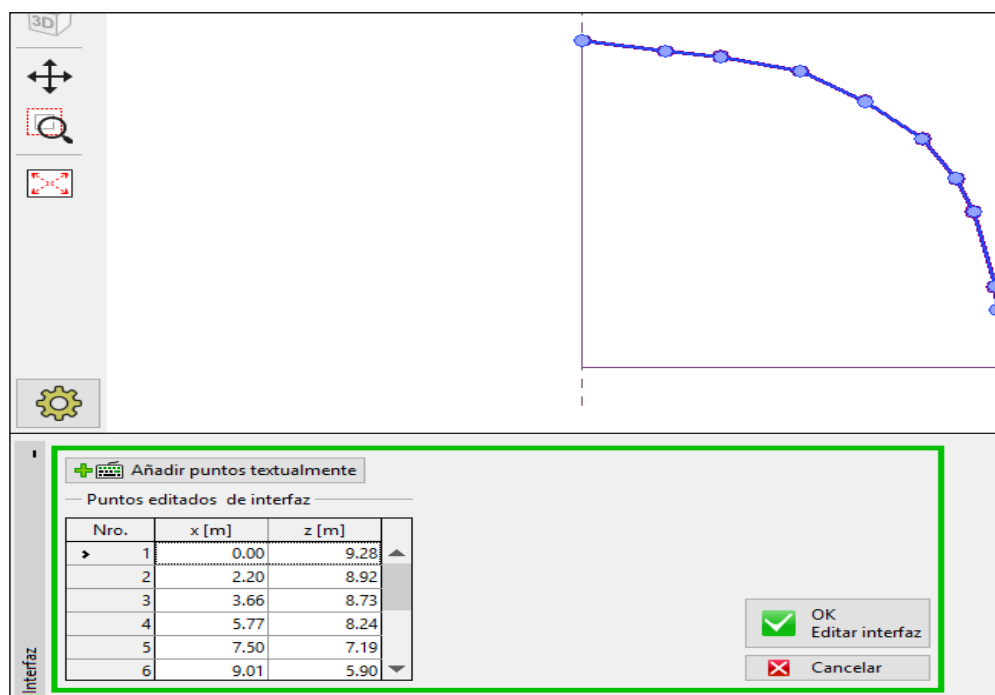


Figura 22: Configuración de la interfaz y perfil del talud.

Entramos a la opción suelos y llenamos los datos que nos soliciten (datos que se obtuvo de los ensayos realizados en el laboratorio).

The figure shows the 'Añadir suelos' dialog box with the following sections and data:

- Identificación:** Nombre: ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA
- Datos Básicos:**
 - Peso unitario: $\gamma = 17.63$ [kN/m³]
 - Estado de tensión: efectivo
 - Ángulo de fricción interna: $\phi_{ef} = 21.96$ [°]
 - Cohesión de suelo: $c_{ef} = 24.40$ [kPa]
- Subpresión:**
 - Modo de cálculo de subpresión: Estándar
 - Peso unitario de suelo saturado: $\gamma_{sat} = 18.65$ [kN/m³]
- Foliación:** Foliación de suelo: no considerar
- Dibujar:**
 - Categoría de patrón: GEO
 - Buscar:
 - Subcategoría: Suelos (1 - 16)
 - Patrón: 11 Arena arcillosa
 - Color:
 - Fondo: automático
 - Saturación <10 - 90>: 18 [%]

Buttons at the bottom include 'Clasificar', 'Limpiar', 'Añadir', and 'Cancelar'.

Figura 23: Datos básicos del suelo estudiado

Hacemos clic en la opción asignar y el dibujo se abra asignado suelo automáticamente y cambiara su color como se muestra en la figura 24.

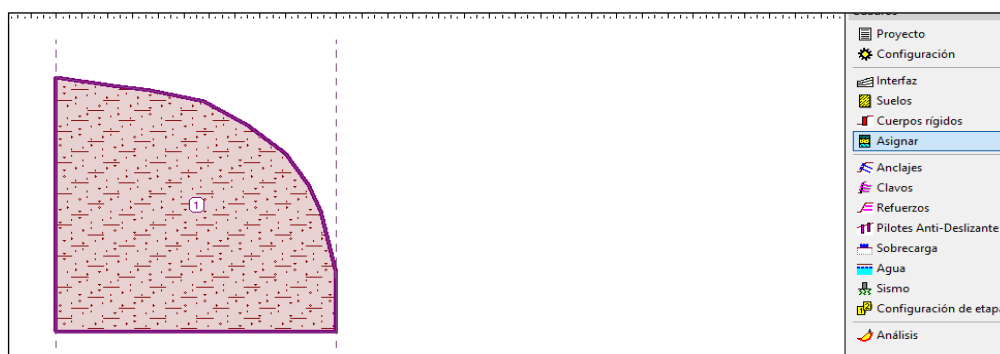


Figura 24: Suelo asignado

Hacer clic en análisis, luego seleccionamos porque método analizaremos, en este caso por los métodos Bishop y Fellenius como se muestra en la figura 25, pero primero tienes que ingresar textualmente o gráficamente una superficie de deslizamiento y pasamos a analizar como se muestra en la figura 26 y 27.

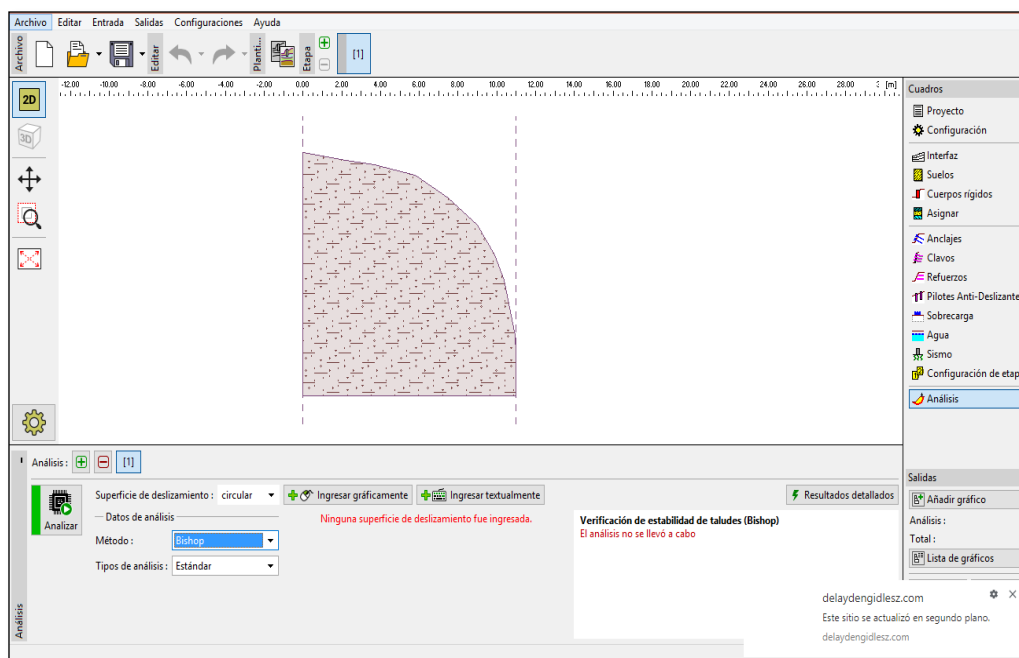


Figura 25: Selección del método Bishop

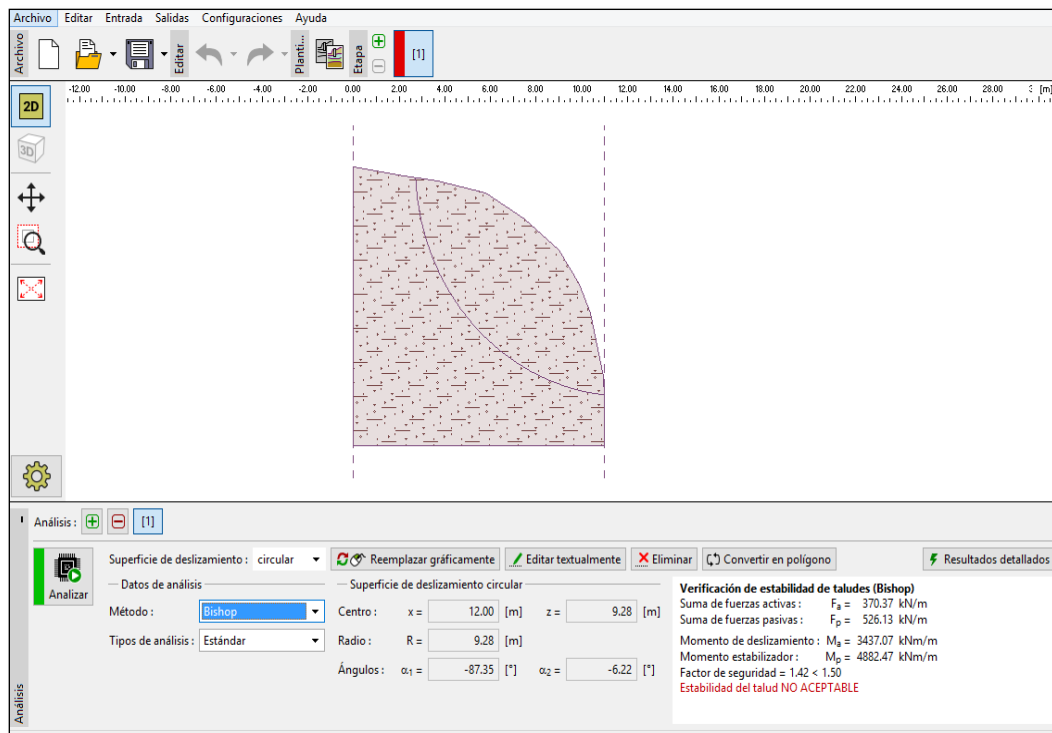


Figura 26: Talud analizado por el método Bishop (estabilidad de talud no aceptable).

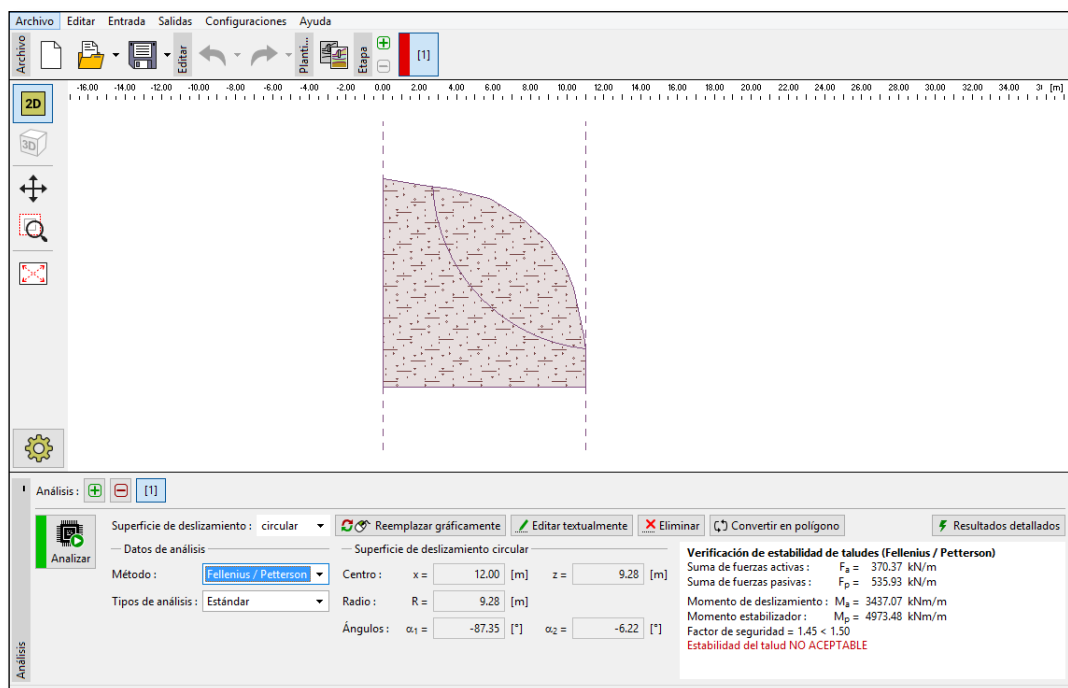


Figura 27: Talud analizado por el método Fellenius (estabilidad de talud no aceptable).

4.7. Rediseño del Factor de seguridad.

Para el cálculo de un factor de seguridad mayor que la falla circular inicial, se realizó una modificación en el perfil del talud, disminuyendo su pendiente, tomando nuevos ángulos de inclinación $\beta_1 = 74^\circ$ y $\beta_2 = 30^\circ$. Obteniendo las siguientes coordenadas:

Tabla 14: Coordenadas de rediseño.

TABLA DE COORDENADAS	
X	Y
11	0
10	3.5
0	9.28

Fuente: elaboración propia.

Después se resolvió el factor de seguridad con el programa geo 5, obteniendo un valor de F.S = 1.90 por el método de Fellenius y por el método de Bishop 1.88.

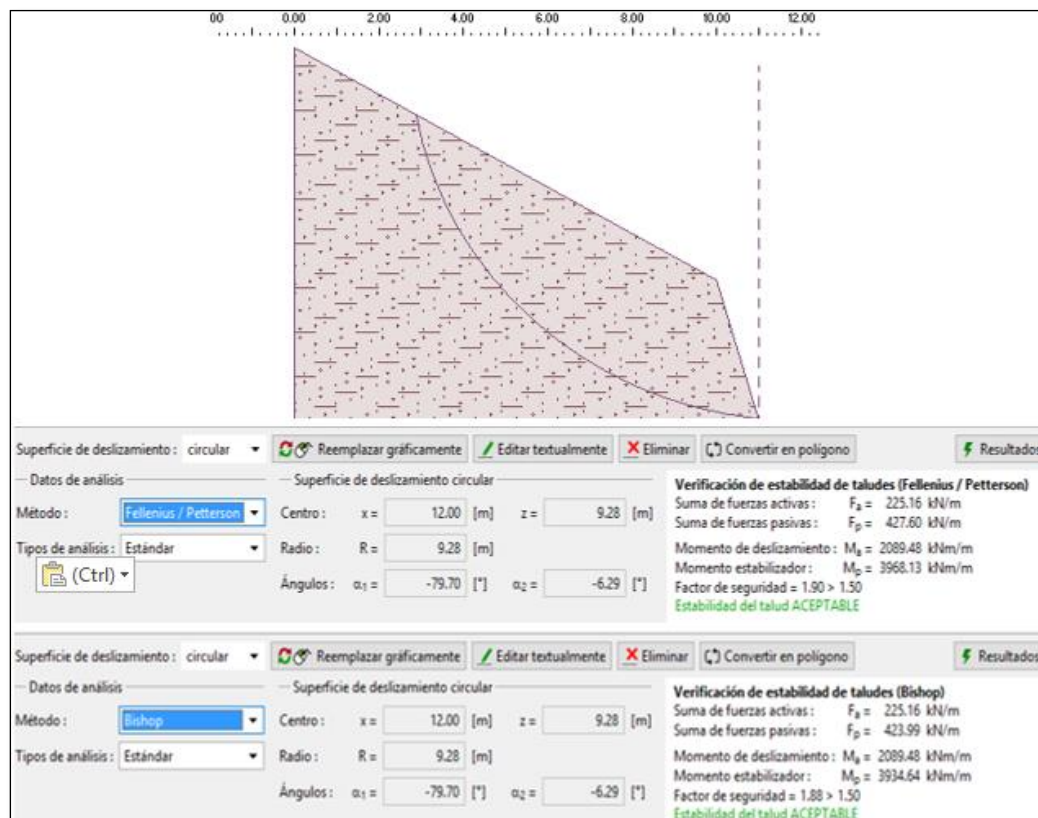


Figura 28: Resultados Finales del Geo 5 por los métodos Fellenius y Bishop.
Fuente: Elaboración Propia.

4.8. Alternativas de solución.

De acuerdo al estudio realizado del talud de la progresiva Km 1+300 al Km1+400, y teniendo en cuenta los factores causantes de la inestabilidad en los taludes se propone las siguientes alternativas de solución:

- Drenaje

Construir Zanjas de coronación que evitan la infiltración de las aguas pluviales, que son las principales causantes de saturación y falla en el talud. El canal de la corona del talud controla la erosión del suelo de relleno.

- Disminución dependiente

La topografía del talud estudiado, requiere de algunas modificaciones en su pendiente. Es necesario disminuir la pendiente, mediante el corte y remoción de material, para obtener un ángulo de menor inclinación, que resulte estable. También se debe tener en cuenta que el talud abatido es diferente del original, es decir esta nueva pendiente tendrá otro círculo crítico de falla y por consiguiente incremento del factor de seguridad.

Teniendo en cuenta los resultados de clasificación de suelos se tomara en cuenta la siguiente tabla para la elección de una alternativa de solución, en cuanto a la pendiente del talud, considerando la altura.

Tabla 15: Cuadro resumen pendiente talud

CLASE DE TERRENO	TALUD (V: H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Roca fija	10 : 1	(*)	(**)
Roca suelta	6 : 1 - 4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados cementados	4 : 1	(*)	(**)
Suelos consolidados compactos	4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados comunes	3 : 1	(*)	(**)
Tierra compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(**)
Tierra suelta	1 : 1	(*)	(**)
Arenas sueltas	2 : 1	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 3	(*)	(**)

(*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad (**) Requiere análisis de estabilidad. Nota: En algunos casos se presentan taludes de corte de 8 o 10:1, debiendo mantenerse o evaluarse estas posibilidades.

Fuente: Manuales para el Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito (2008).

- Banquetas

La construcción de escalones a lo largo de la pendiente del talud de corte es una solución para garantizar la estabilidad; debido a la modificación de su geometría, brindándole un ángulo de inclinación menor que el inicial, de tal manera que los descansos reciben una mejor compactación e incluso se puede mejorar esta técnica recubriéndolo con vegetación.

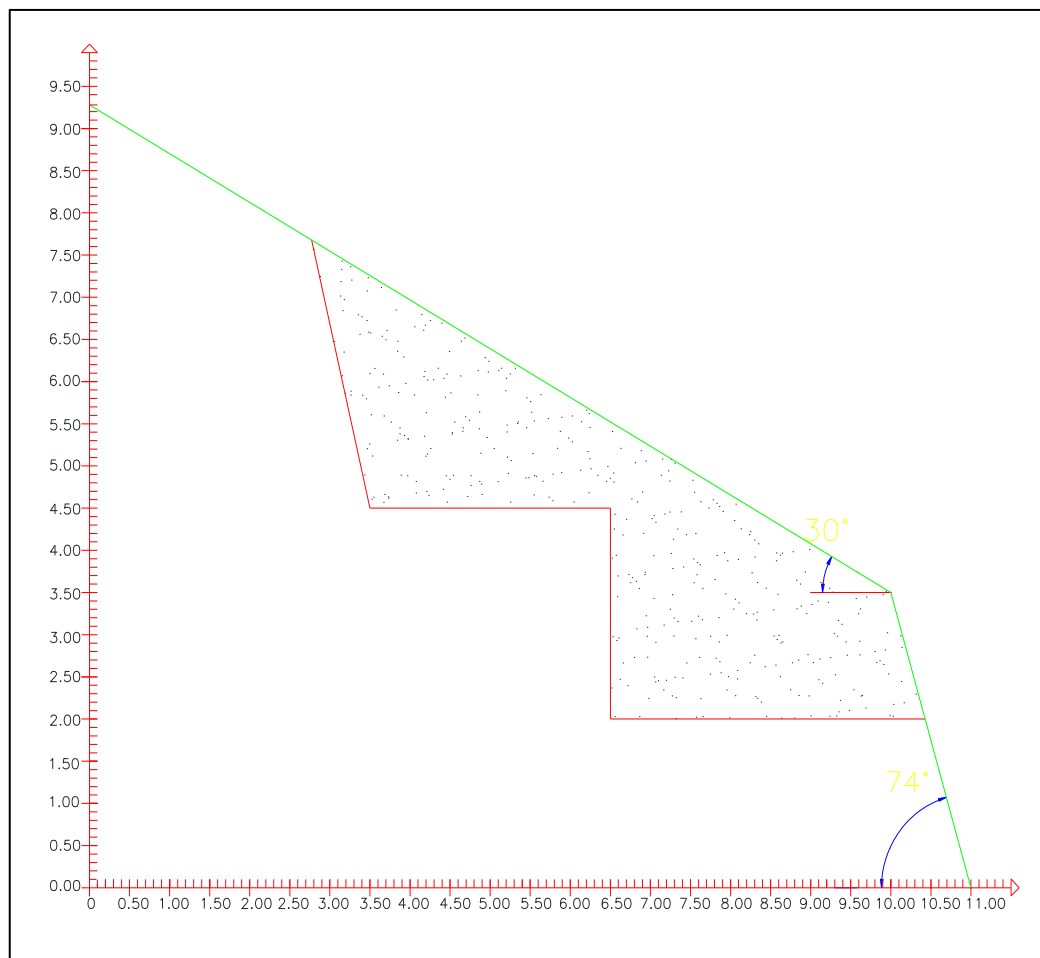


Figura 29: Banqueta y relleno en talud
Fuente: Elaboración Propia.

- Vegetación

Se recomienda realizar este método como prevención ante las fallas por erosión. Los movimientos de tierra que acompañan a la construcción de carreteras al realizar los cortes de las laderas naturales, produciendo la destrucción de la vegetación, exponiendo al material recién cortado al ataque de agua superficial y vientos.

La vegetación debe cumplir dos funciones importantes, estas son:

- Disminuir el contenido de agua en la parte superficial.
- Brindar consistencia, mediante sus raíces.

En suelos arcillosos, conviene realizar una plantación continua de vegetación: brizantha, kudzu, maní forrajero y plantas herbáceas propias de la región, que absorban gran cantidad de agua y garanticen una corteza más resistente evitando la formación de grietas de contracción del suelo. A diferencia de los suelos arenosos que requieren plantas de poca absorción de líquido, debido a que su secado intenso en la superficie hace a los materiales más erosionables y ello no es conveniente. Por otro lado en taludes de elevada pendiente la mejor opción es la plantación de arbustos en hileras, para hacer perder velocidad al agua que discurre.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

- Los factores que afectan la estabilidad de taludes geométricos como el grado de inclinación y la altura, no son los apropiados para el tipo de material de suelo. En la siguiente tabla mostramos los parámetros del talud inestable analizado por la falla circular inicial asumida.

Tabla 16: Parámetros del talud inestable.

Pendiente del talud (°)	Altura (m)	Angulo de fricción (°)	Cohesión kgf/cm ²	Clasificación	
				AASHTO	SUCS
85	9.28	21.96	0.249	A-6(5), A-2(4), A-3(0) y A-6(0)	CL,SM, SP y SC

Fuente: Elaboración Propia.

Según Jawer Toro Irureta (2014), los factores que más afectan la estabilidad son del tipo interno de suelo; determinadas por las pruebas geotécnicas como ángulo de fricción, cohesión y el tipo de suelo y del tipo externo que depende de la topografía del terreno propias del talud como la pendiente, altura.

- Los cálculos obtenidos del factor de seguridad F.S. según Excel y Geo 5 son:

Tabla 17: Resultados del factor de seguridad por los métodos de Fellenius y Bishop

Programa	Métodos	
	Fellenius	Bishop
Excel	1.48	1.49
Geo 5	1.45	1.42

Fuente: Elaboración propia

Según Diego Bernabé Morales Alvarado (2009), para el cálculo se pueden diseñar hojas electrónicas en Excel para la resolución de los mismos, siendo los métodos de Bishop modificado y Fellenius son los más precisos, en comparación con los llamados métodos rigurosos o exactos.

- Para el rediseño del talud se trabajó con los ángulos de inclinación $\beta_1 = 74^\circ$ y $\beta_2 = 30^\circ$, donde se obtuvieron los siguientes factores de seguridad:

Tabla 18: Resultados del factor de seguridad por los métodos de Fellenius y Bishop por rediseño.

Programa	Métodos	
	Fellenius	Bishop
Geo 5	1.90	1.88

Fuente: Elaboración propio.

Se comparó el incremento del factor de seguridad entre la falla 1 y la falla 2, convirtiendo estable al talud, en ambos métodos el valor del F.S supera a 1.5.

- Las alternativas solución planteadas en nuestro trabajo de investigación se apoyan en las causas que provocan la inestabilidad.

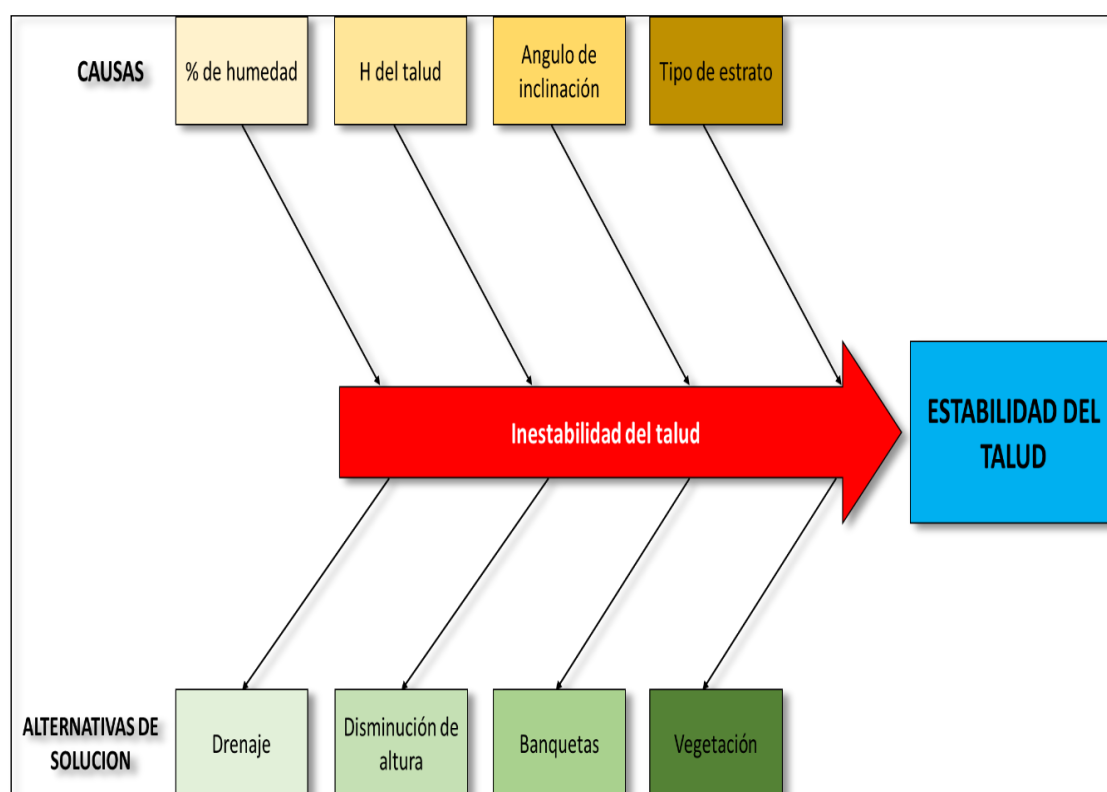


Figura 30: Causas y Propuestas de solución para la estabilidad del talud.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

6.1. Conclusiones

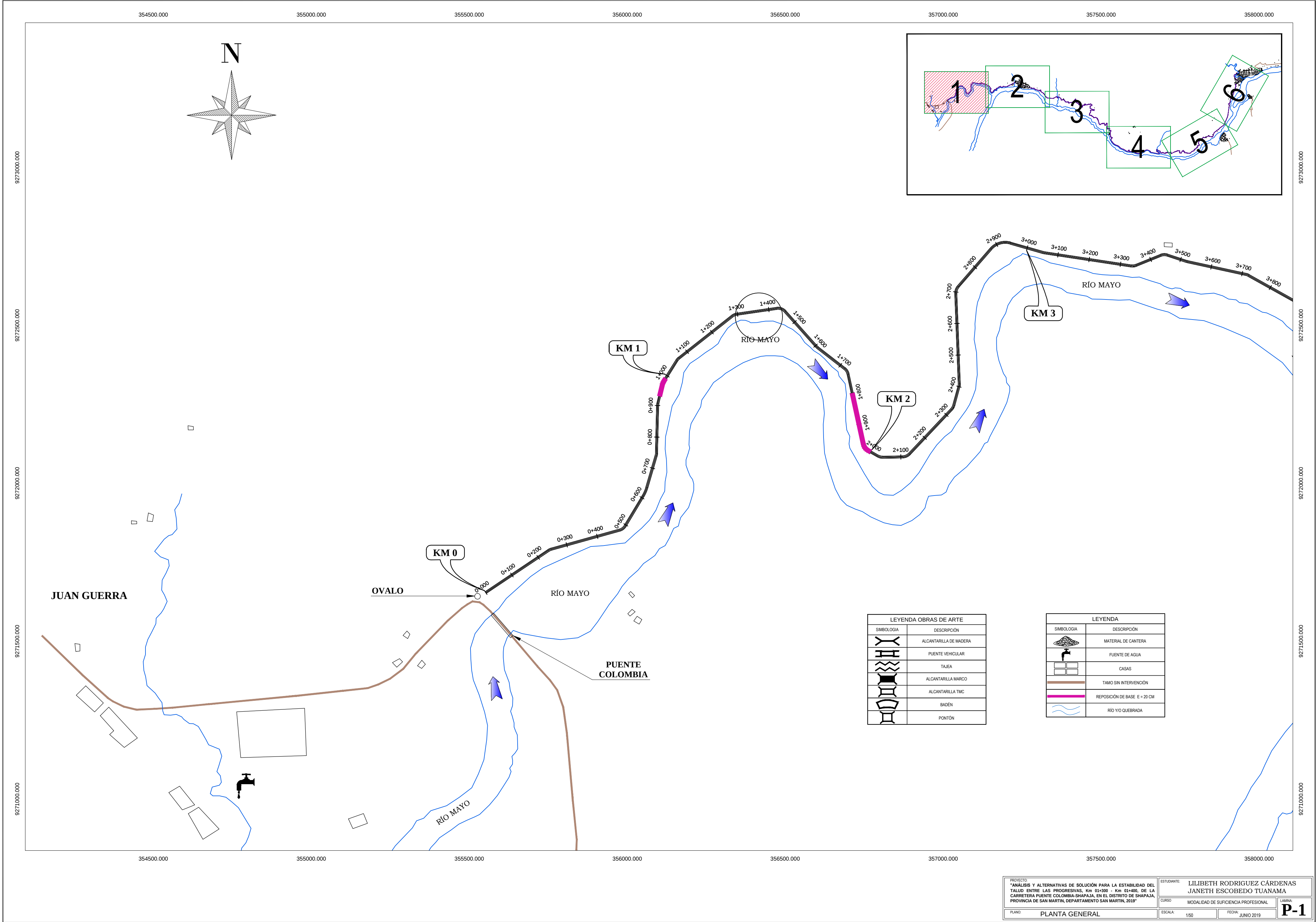
- Las alternativas de solución propuestas después de analizar el talud de corte entre las progresiva km 01+300 – km 01+400 del tramo Puente Colombia-Shapaja, en el distrito de Shapaja son: abatimiento (cambio de pendiente), banquetas, drenaje con zanjas en la corona y cobertura vegetal.
- Para determinar las características geotécnicas se realizaron los ensayos de análisis granulométrico, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, límite de consistencia. Para conocer la resistencia al esfuerzo cortante del suelo en el último estrato de excavación se llevó a cabo el ensayo de corte directo. De estas pruebas obtenidas en el laboratorio de Mecánica de Suelos, se determinaron los siguientes parámetros: tipo de suelo SC, SM, CL, SP; peso específico γ_1 1.8T/m³ y γ_2 1.7T/m³; ángulo de fricción (ϕ) 21.96° y cohesión (C') 2.49T/m²; datos imprescindibles para el cálculo por los métodos numéricos.
- El talud analizado presenta fallas a lo largo de su pendiente. Estas fallas reciben el nombre deslizamientos superficiales y erosión.
- El factor de seguridad (F.S) se resolvió por los métodos de Fellenius y Bishop modificado, por Excel obteniendo 1.48 para el primer método y 1.49 para el segundo y por el programa Geo5 los valores de 1.45 y 1.42., ambos menores a 1.5 y desfavorables para la estabilidad del talud.
- Las alternativas de solución fueron propuestas en base a la identificación de las causas que originan la inestabilidad son: el contenido de humedad indicado en la tabla N° 03, la altura Z de 9.28m y ángulo de inclinación del talud β 85° y los suelos predominantes del tipo arena arcillosa y arena limosa, encontrados en cada estrato indicados en la figura N° 32.
- La solución más adecuada es el cambio de la geometría del talud, rediseñando una nueva pendiente $\beta_1= 74^\circ$ y $\beta_2=30^\circ$, y construyendo banquetas a Z/2 que alberguen rellenos granulares compactado, para evitar las fallas de grietas al construir los escalones cuidando la proporción de la pendiente VI:HI.

6.2. Referencias Bibliográficas

- Alva, J. (2011). *Notas sobre análisis de Estabilidad de Taludes*. Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Das, B (2006). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*, México: Thomson.
- Iberico, R. (2015). *Irsa Norte Tramo N° 1 km 45+690 - 45+830* (tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma.
- Mancera, J. (2010). *Estudio para la Estabilización de corte ubicado en el lado izquierdo de la Carretera Federal N° 54 Guadalajara- Saltillo, en el sub tramo Guadalajara Ixtlahuacán del Rio, Estado de Jalisco* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Morales, D. (2009). *Procedimientos de investigación y Comparación de los Métodos de Bishop Modificado, Jambú y Fellenius para el cálculo de estabilidad de Taludes* (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- *Reglamento Nacional de Edificaciones Actualizada* (2016). Perú: Macro.
- Ríos, S. (2018). *Evaluación del deslizamiento de Taludes del Progresivo km 587+600 del sector San Miguel de la carretera Fernando Belaunde Terry* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín.
- Suárez, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Toro, J. (2014). *Tesis Evaluación de la Inestabilidad de Taludes en la Carretera las Pirias - Cruce Lambayeque, San Ignacio* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

6.3. Anexos

- Planos.
- Tablas AASHTO y SUCS
- Registros de excavación.
- Ensayos de laboratorio.
- Panel fotográfico.



LEYENDA OBRAS DE ARTE	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
	ALCANTARILLA DE MADERA
	PUENTE VEHICULAR
	TAJEA
	ALCANTARILLA MARCO
	ALCANTARILLA TMC
	BADÉN
	PONTÓN

LEYENDA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
	MATERIAL DE CANTERA
	FUENTE DE AGUA
	CASAS
	TAMO SIN INTERVENCIÓN
	REPOSICIÓN DE BASE E = 20 CM
	RÍO Y/O QUEBRADA



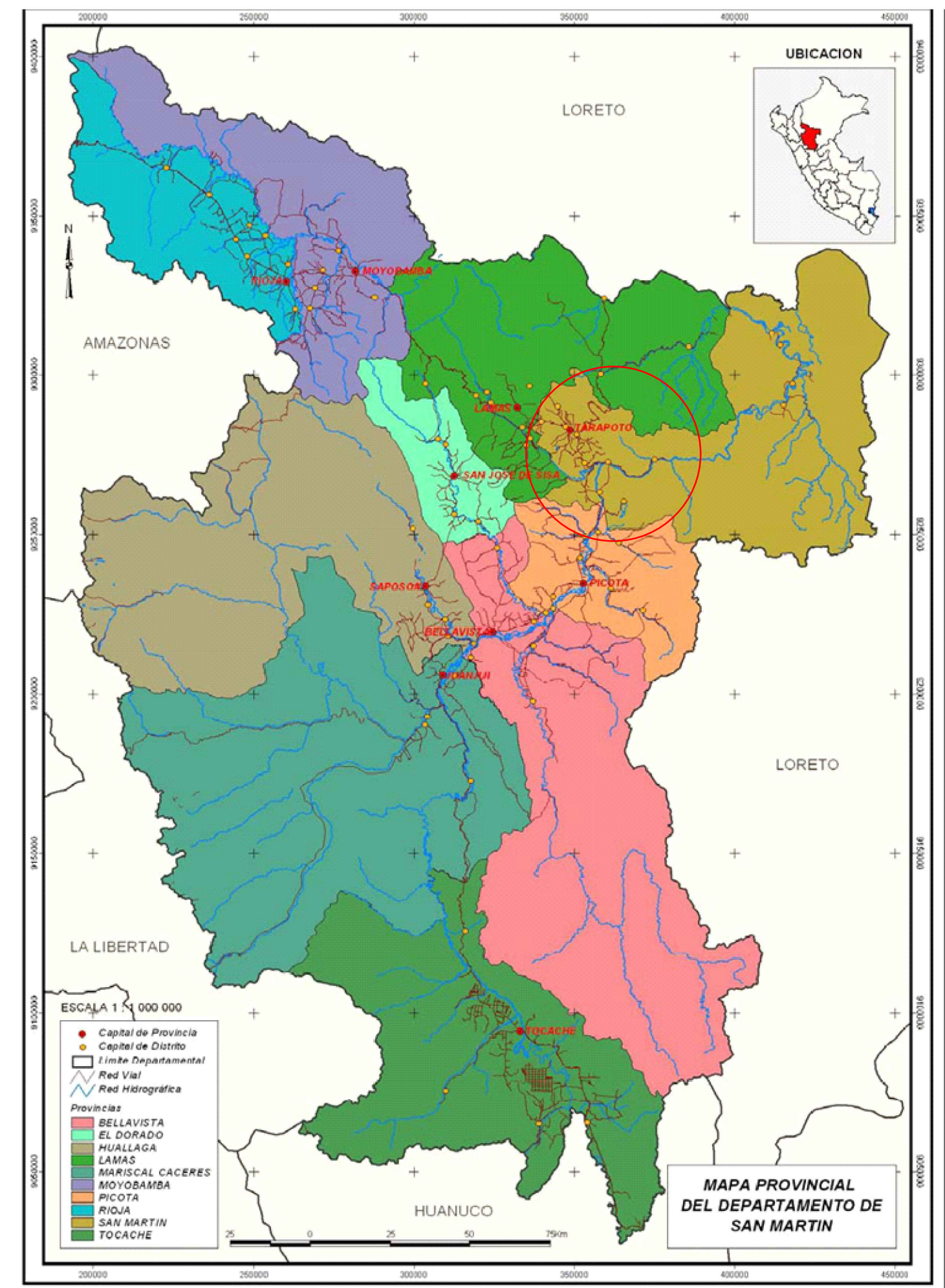
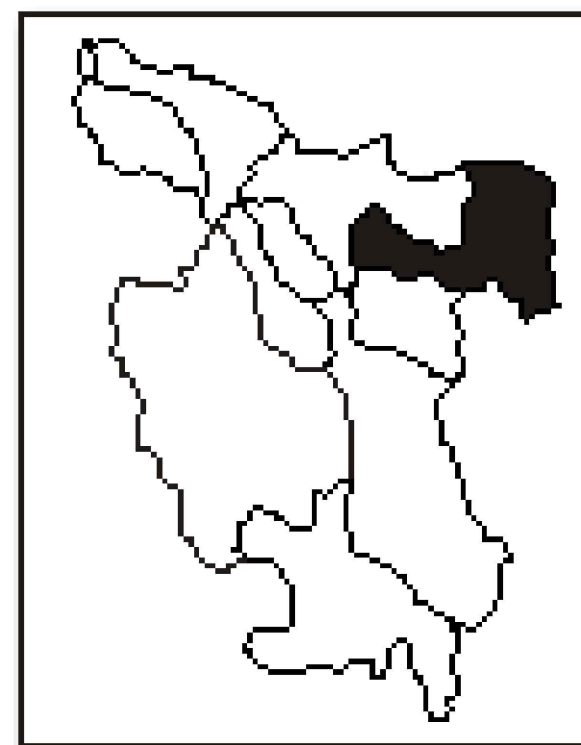
UBICACIÓN

UBICACION DE LA REGION
SAN MARTIN EN EL PERU



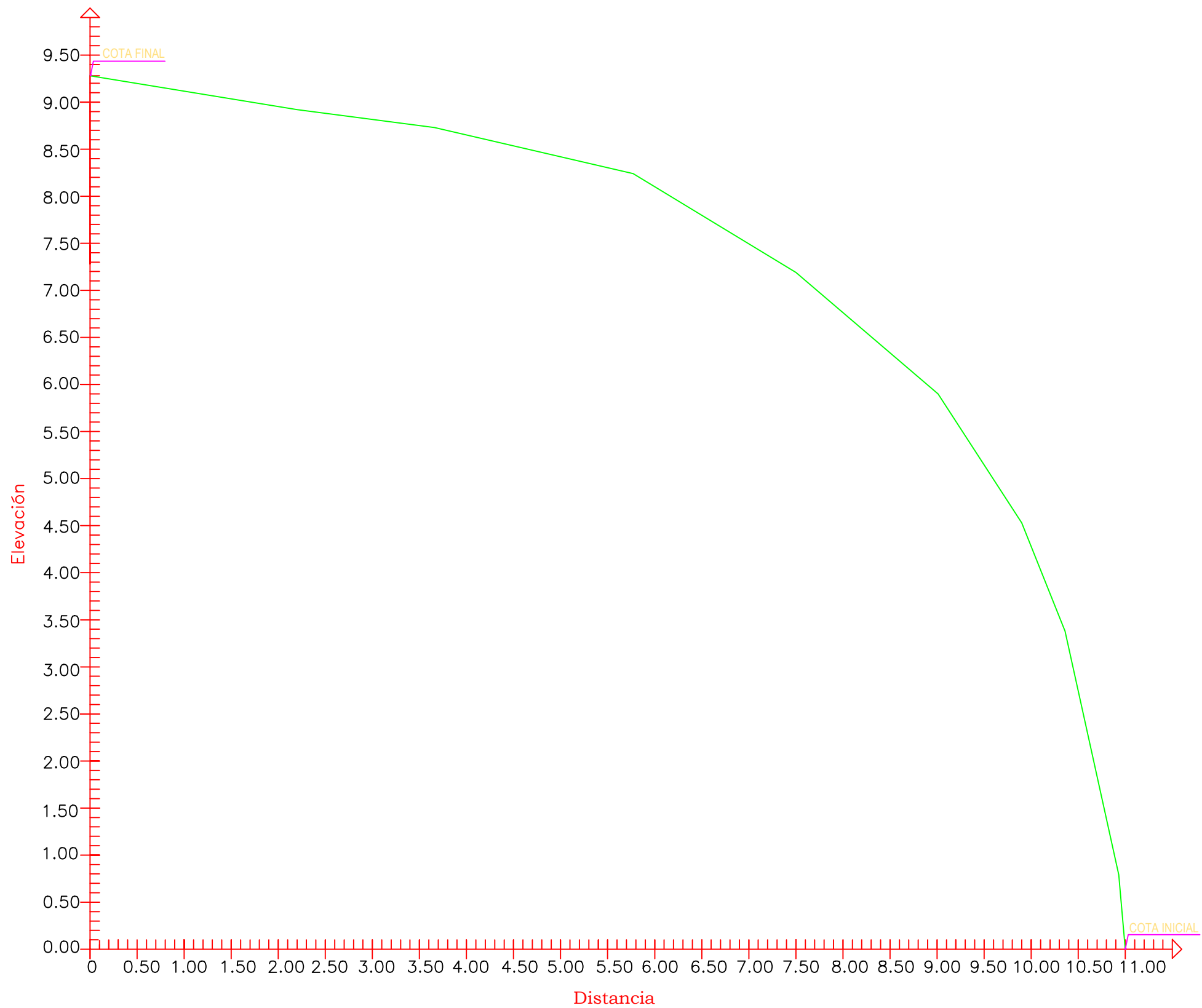
TALUD INESTABLE

UBICACION DE LA
PROVINCIA DE SAN MARTIN
EN LA REGION SAN MARTIN



LOCALIZACION

PROYECTO: "ANÁLISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD ENTRE LAS PROGRESIVAS, Km 01+300 - Km 01+400, DE LA CARRETERA PUENTE COLOMBIA-SHAPAJA, EN EL DISTRITO DE SHAPAJA, PROVINCIA DE SAN MARTIN, DEPARTAMENTO SAN MARTIN, 2019"		ESTUDIANTE: LILIBETH RODRIGUEZ CÁRDENAS JANETH ESCOBEDO TUANAMA	
PLANO: LOCALIZACIÓN		CURSO: MODALIDAD DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	LAMINA: U-1
		ESCALA: 1/50	FECHA: JUNIO 2019



PROYECTO: "ANÁLISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD ENTRE LAS PROGRESIVAS, Km 01+300 - Km 01+400, DE LA CARRETERA PUENTE COLOMBIA-SHAPAJA, EN EL DISTRITO DE SHAPAJA, PROVINCIA DE SAN MARTIN, DEPARTAMENTO SAN MARTIN, 2019"		ESTUDIANTE: LILIBETH RODRIGUEZ CÁRDENAS JANETH ESCOBEDO TUANAMA	
PLANO: PERFIL TOPOGRÁFICO		CURSO: MODALIDAD DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	LAMINA: T-1
		ESCALA: 1/50	FECHA: JUNIO 2019

Tabla 19: Sistema de clasificación de suelos unificado SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES			Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO					
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5%->GW,GP,SW,SP. >12%->GM,GC,SM,SC. 5 al 12%->casos límite que requieren usar doble símbolo.	Cu=D60/D10>4 Cc=(D30)²/D10xD60 entre 1 y 3				
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.				
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.	Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.			
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.				
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cu=D60/D10>6 Cc=(D30)²/D10xD60 entre 1 y 3				
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.				
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan			
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.				
			SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50		ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.			
						CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.			
OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.									
Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.								
	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.								
	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.								
Suelos muy orgánicos			PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.						

Tabla 20: sistema de clasificación de suelos AASHTO

Clasificación	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
Grupo:	A-1		A-3	A-2-4				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- - 35 máx				- - 36 mín			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40											
Límite líquido	-		-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)
Índice de plasticidad	6 máx		NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo			

REGISTRO DE EXCAVACION									
Ejecuta :	LILIBETH GIANELLA RODRIGUEZ CARDENAS Y JANETH ESCOBEDO TUANAMA						Elaboro :	LGRC	
Proyecto :	Análisis y alternativas de solución para la estabilidad del talud entre las progresivas, km 01+300 - km 01+400, de la carretera puente Colombia-Shapaja, en el distrito de Shapaja, provincia de San Martín, región San Martín, 2019						Coordenada	N: 9272547.216 E: 356452.238	
Ubicación	DISTRITO SHAPAJA, PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN						Fecha :	17/05/2019	
Calicata N°	C - 01	Nivel freático No Presenta (m)	Prof. Exc.	2.00	(m)	Cota As.	191.00	(msnm)	
Cota As. (m.s.n.m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo				CLASIFICACION			ESPEJOR HUMEDAD
						AASHTO	SUCS	SIMBOLO	(m) (%)
191.00	I								
		Arena arcillosa, de color beige, húmeda; porcentaje reducido de partículas finas de baja plasticidad				A-6(1)	SC		2.00 11.73
189.00									

Figura 31: Registro de excavación de la Calicata 01

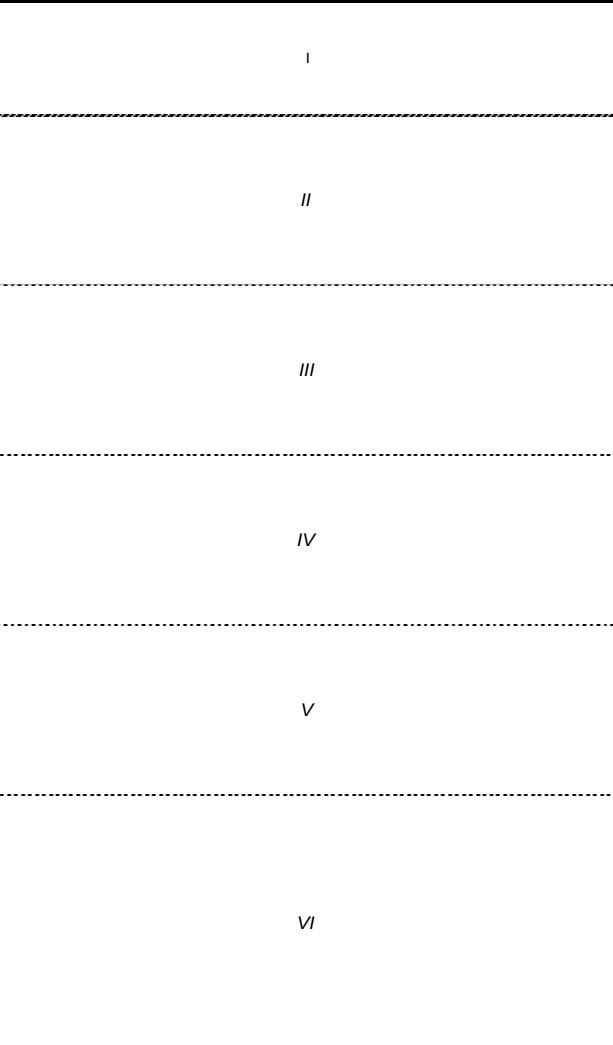
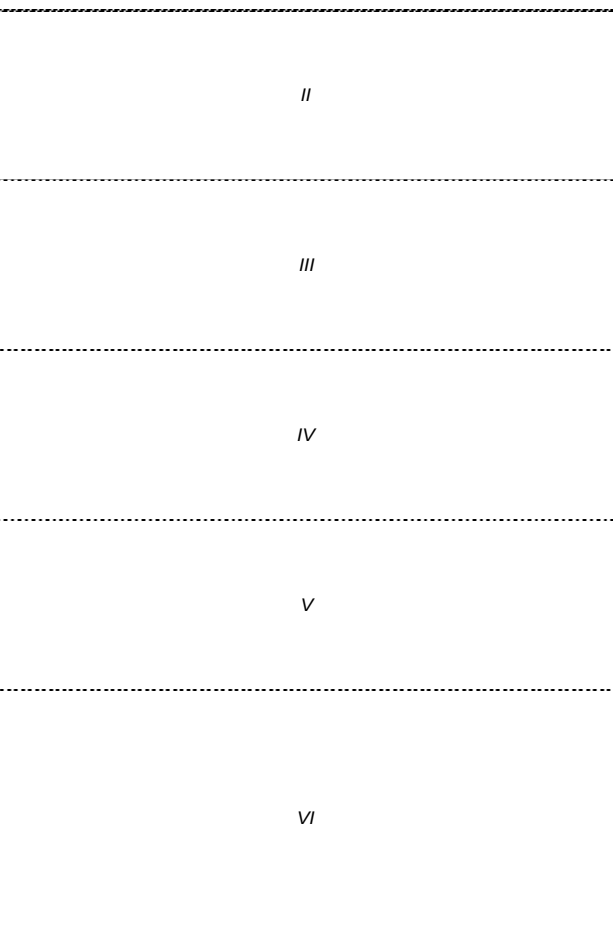
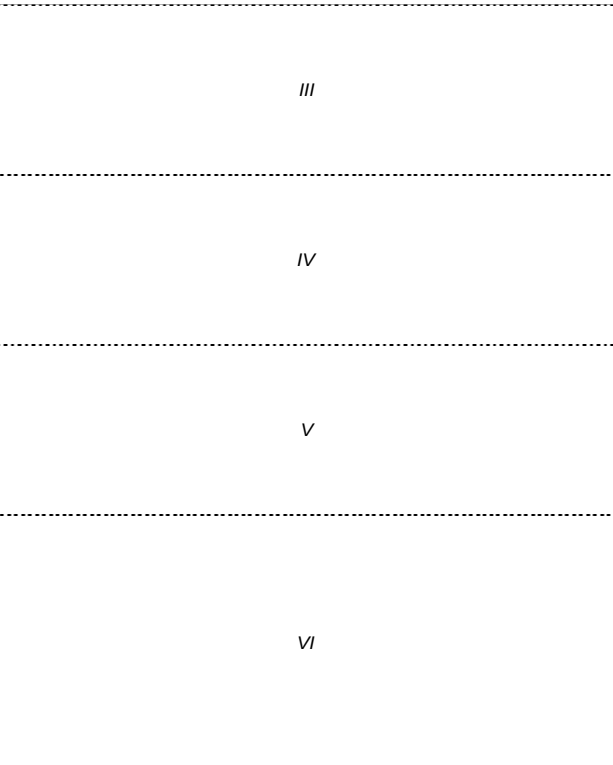
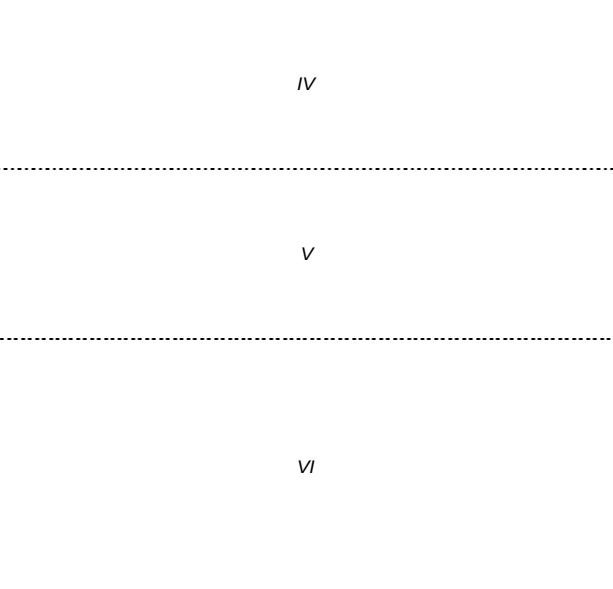
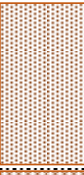
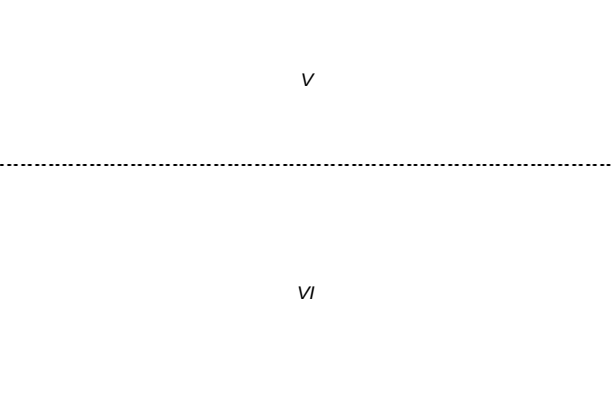
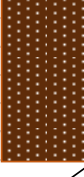
REGISTRO DE EXCAVACION										
Ejecuta :		LILIBETH GIANELLA RODRIGUEZ CARDENAS Y JANETH ESCOBEDO TUANAMA					Elaboro :		LGRC	
Proyecto :		Análisis y alternativas de solución para la estabilidad del talud entre las progresivas, km 01+300 - km 01+400, de la carretera puente Colombia-Shapaja, en el distrito de Shapaja, provincia de San Martín, región San Martín, 2019					Coordenada		N: 9272515.094	
									E: 356510.047	
Ubicación		DISTRITO SHAPAJA, PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN					Fecha :		17/05/2019	
Calicata N°	C - 02	Nivel freático No Presenta (m)	Prof. Exc.	2.00	(m)	Cota As.	202.00	(msnm)		
Cota As.	Estrato					CLASIFICACION			ESPESOR	HUMEDAD
(m)						AASHTO	SUCS	SIM BOLO	(m)	(%)
202.00			I	A-6 (0)	SC		0.30	11.73		
201.70			II	A-2-4 (0)	SM		0.35	6.73		
#####			III	A-3 (0)	SP		0.35	8.39		
#####			IV	A-2-4(0)	SM		0.38	11.35		
#####			V	A-2-4(0)	SM		0.42	9.19		
#####			VI	A-6 (5)	CL		0.20	16.00		
#####										

Figura 32: Registro de excavación de la Calicata 02



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D - 422

OBRA : ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA

UBICACIÓN : SHAPAJA - SAN MARTIN

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

SOLICITANTE : LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH E

DOCENTE : ING. CALEB RIOS VARGAZ

FECHA : TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

Datos de campo:

N° de exploración : Calicata N° 01

Muestra : M-1

Profundidad : 0.00-2.00m.

Fecha de ensayo : 15/05/2019

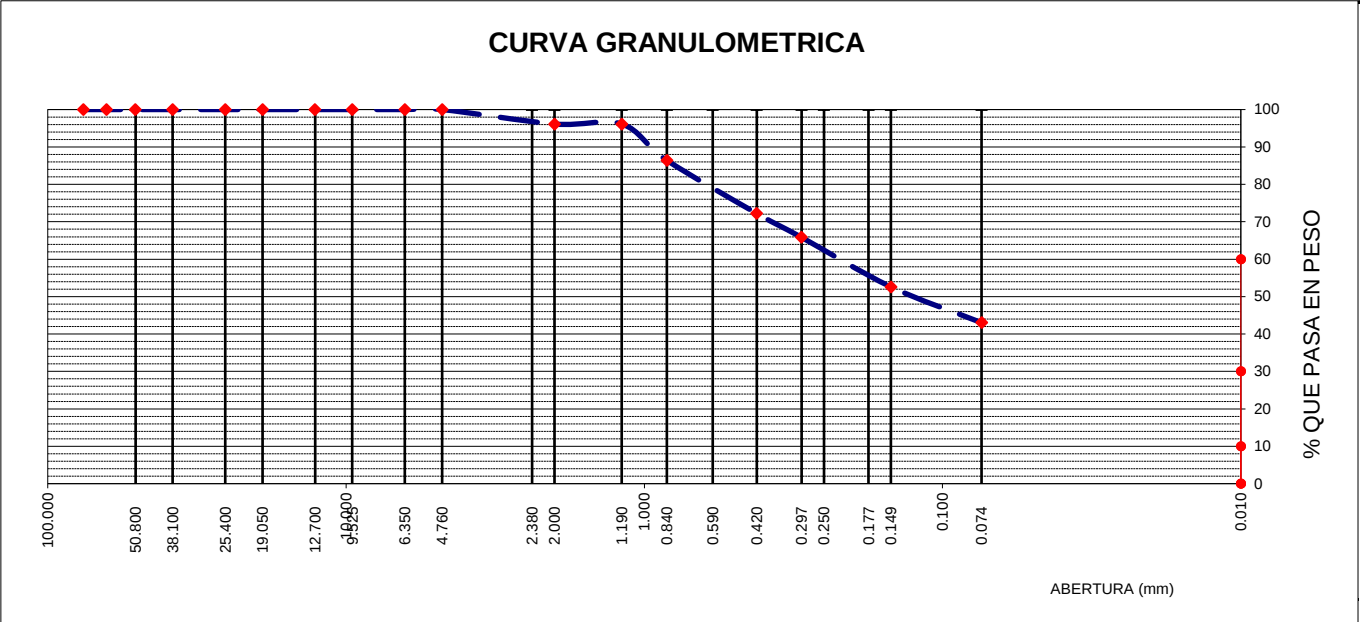
Progresiva : 10+500 - 10+600 KM

Peso de muestra seca : 500.00

Peso de muestra lavada : 284.85

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especific.	Observaciones
2 1/2"	63.500						L. Líquido : 31.00
2"	50.600						L. Plástico : 20.44
1 1/2"	38.100						Ind. Plástico : 10.56
1"	25.400						Clas. SUCS : SC
3/4"	19.050						Clas. AASHTO : A-6 (1)
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº4	4.760				100.00		
Nº10	2.000	19.33	3.87	3.87	96.13		
Nº20	0.840	48.52	9.70	13.57	86.43		
Nº40	0.420	70.88	14.18	27.75	72.25		
Nº50	0.297	32.08	6.42	34.16	65.84		
Nº100	0.149	66.15	13.23	47.39	52.61		
Nº200	0.074	47.89	9.58	56.97	43.03		
Pasa Nº200		215.15	43.03				

CURVA GRANULOMETRICA



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado se realizó según ASTM D-422, Norma Técnica NTP 339.128, clasificación SUCS del suelo según ASTM D-2487 y los tamices cumplen con los requisitos de la Norma NTP 350.001

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : Arena arcillosa, de color beige, húmeda; porcentaje reducido de partículas finas, de baja plasticidad, clasificada como (SC) A-6 (1).

El porcentaje que pasa la malla Nº 200 es de 43.03 %



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Y ENSAYO DE MATERIALES

HUMEDAD NATURAL

(ASTM D- 2216)

OBRA : ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA

UBICACIÓN : SHAPAJA - SAN MARTIN

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

SOLICITANTE : LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH ESCOBEDO TUANAMA

DOCENTE : ING. CALEB RIOS VARGAZ

FECHA : TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

Datos de campo:

N° de exploración : Calicata N° 01

Muestra : M-1

Profundidad : 0.00-2.00m.

Fecha de ensayo : 15/05/2019

Progresiva : 10+500 - 10+600 KM

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	155.04	154.90	154.74
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr.)	144.96	143.93	144.29
PESO DE LA TARA	55.04	54.90	54.74
PESO DEL AGUA	10.08	10.97	10.45
PESO DE SUELO SECO	89.92	89.03	89.55
% DE HUMEDAD	11.21	12.32	11.67
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	11.73		

ESPECIFICACIONES : La Humedad Natural del suelo se realizó según las Normas ASTM D-2216.

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : El promedio del porcentaje de Humedad del Suelo es 11.73 %

Responsable del Ensayo

V°b° Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

OBRA	ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA
UBICACIÓN	SHAPAJA - SAN MARTIN
ENTIDAD	UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU
SOLICITANTE	LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH ESCOBEDO TUANAMA
DOCENTE	ING. CALEB RIOS VARGAZ
FECHA	TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

LIMITES DE CONSISTENCIA

Datos de Campo

N° de exploración	Calicata N° 01
Muestra	M-1
Profundidad	0.00-2.00m.
Fecha de ensayo	15/05/2019
Progresiva	10+500 - 10+600 KM

Resultados	
Límite Líquido	31.00
Límite Plástico	20.44
Ind. Plástico	10.56
Clas. SUCS	SC
Clas. AASHTO	A-6 (1)

Límite Líquido

ASTM D 4318 - T 89

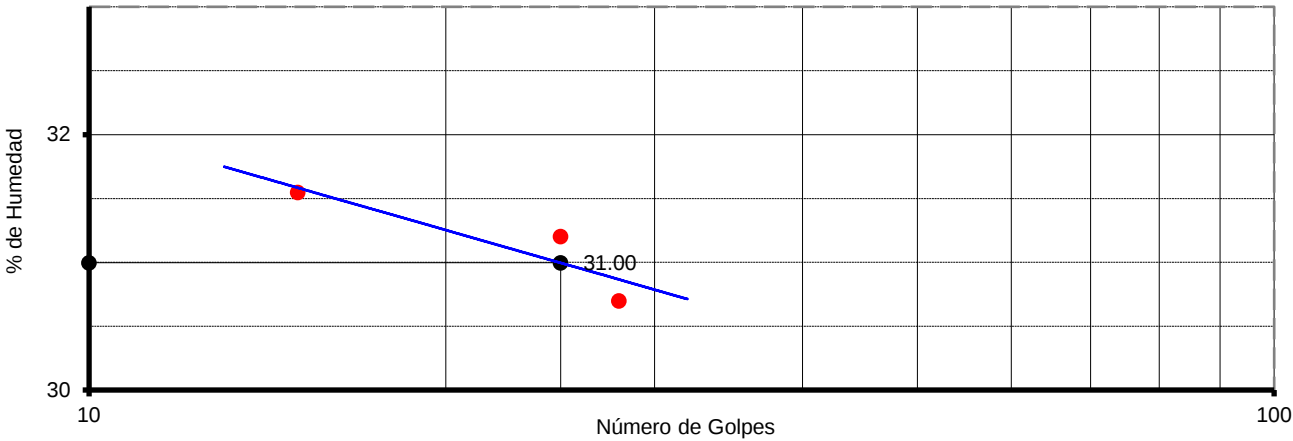
ENSAYO N°	1	2	3
N° de Golpes	15	25	28
R + Suelo Hum.	20.92	21.28	21.23
R + Suelo Seco	19.39	19.62	19.60
Peso de la Tara	14.54	14.30	14.29
Peso de agua	1.53	1.66	1.63
Peso de S. Seco	4.85	5.32	5.31
% de Humedad	31.55	31.20	30.70

Límite Plástico

ASTM D 4318 - T 90

ENSAYO N°	1	2	3
R + Suelo Hum.	18.55	19.00	
R + Suelo Seco	17.80	18.63	
Peso de la Tara	14.13		
Peso de agua	0.75	0.37	
Peso de S. Seco	3.67	4.24	
% de Humedad	20.44	8.73	

CURVA DE FLUJO



ESPECIFICACIONES :	Los Límites de consistencia está especificado según las Normas ASTM D 4318 - T89 para limite liquido y limite plástico ASTM D 4318 - T 90.
OBSERVACIONES :	La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.
RESULTADOS :	Arena arcillosa, de color beige, húmeda; porcentaje reducido de particulas finas, de baja plasticidad, clasificada como (SC) A-6 (1).

En los ensayos realizados a la muestra se obtuvo LL = 31, LP = 20.44 e IP = 10.56



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D - 422

OBRA : ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA

UBICACIÓN : SHAPAJA - SAN MARTIN

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

SOLICITANTE : LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH E

DOCENTE : ING. CALEB RIOS VARGAZ

FECHA : TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

Datos de campo:

N° de exploración : Calicata N° 02

Muestra : M-1

Profundidad : 0.00-0.30m.

Fecha de ensayo : 15/05/2019

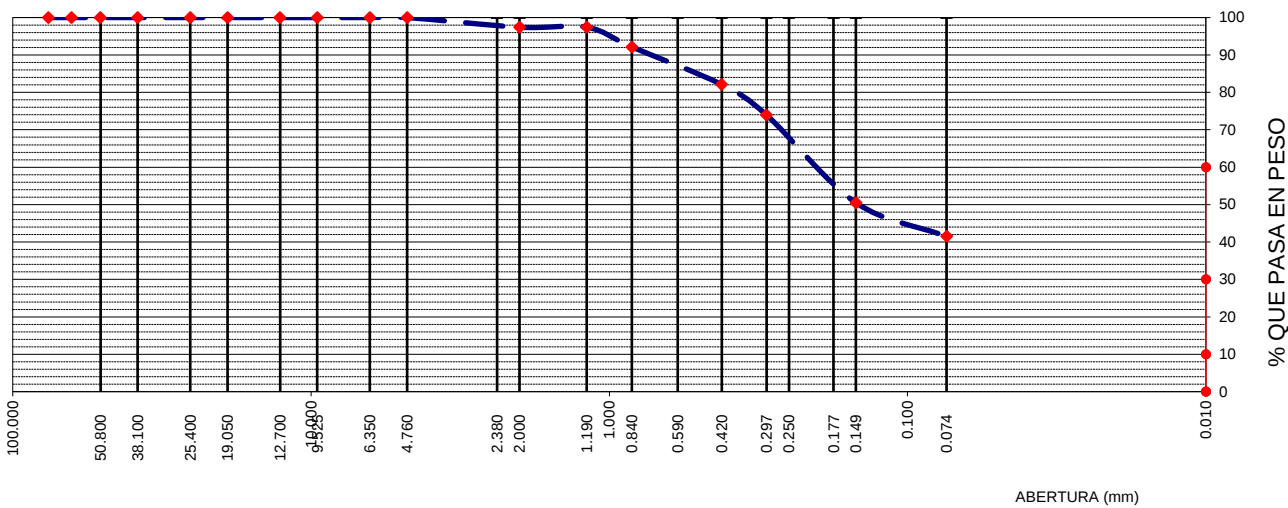
Progresiva : 10+500 - 10+600 KM

Peso de muestra seca : 500.00

Peso de muestra lavada : 292.45

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especific.	Observaciones
2 1/2"	63.500						L. Líquido : 31.03
2"	50.600						L. Plástico : 20.44
1 1/2"	38.100						Ind. Plástico : 10.59
1"	25.400						Clas. SUCS : SC
3/4"	19.050						Clas. AASHTO : A-6 (0)
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº4	4.760				100.00		
Nº10	2.000	12.92	2.58	2.58	97.42		
Nº20	0.840	26.40	5.28	7.86	92.14		
Nº40	0.420	50.21	10.04	17.91	82.09		
Nº50	0.297	40.75	8.15	26.06	73.94		
Nº100	0.149	117.12	23.42	49.48	50.52		
Nº200	0.074	45.05	9.01	58.49	41.51		
Pasa Nº200		207.55	41.51				

CURVA GRANULOMETRICA



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado se realizó según ASTM D-422, Norma Técnica NTP 339.128, clasificación SUCS del suelo según ASTM D-2487 y los tamices cumplen con los requisitos de la Norma NTP 350.001

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : Arena arcillosa, de color beige, húmeda; porcentaje reducido de partículas finas, de baja plasticidad, clasificada como (SC) A-6 (0).

El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 41.51 %



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Y ENSAYO DE MATERIALES

HUMEDAD NATURAL

(ASTM D- 2216)

OBRA : ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA

UBICACIÓN : SHAPAJA - SAN MARTIN

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

SOLICITANTE : LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH ESCOBEDO TUANAMA

DOCENTE : ING. CALEB RIOS VARGAZ

FECHA : TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

Datos de campo:

N° de exploración : Calicata N° 02

Muestra : M-1

Profundidad : 0.00-0.30m.

Fecha de ensayo : 15/05/2019

Progresiva : 10+500 - 10+600 KM

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	155.34	155.13	154.94
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr.)	145.88	146.56	146.52
PESO DE LA TARA	55.34	55.13	54.94
PESO DEL AGUA	9.46	8.57	8.42
PESO DE SUELO SECO	90.54	91.43	91.58
% DE HUMEDAD	10.45	9.37	9.19
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	9.67		

ESPECIFICACIONES : La Humedad Natural del suelo se realizó según las Normas ASTM D-2216.

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : El promedio del porcentaje de Humedad del Suelo es 9.67 %

Responsable del Ensayo

V°b° Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

OBRA	ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA
UBICACIÓN	SHAPAJA - SAN MARTIN
ENTIDAD	UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU
SOLICITANTE	LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH ESCOBEDO TUANAMA
DOCENTE	ING. CALEB RIOS VARGAZ
FECHA	TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

LIMITES DE CONSISTENCIA

Datos de Campo

N° de exploración	Calicata N° 02
Muestra	M-1
Profundidad	0.00-0.30m.
Fecha de ensayo	15/05/2019
Progresiva	10+500 - 10+600 KM

Resultados	
Límite Líquido	31.03
Límite Plástico	20.44
Ind. Plástico	10.59
Clas. SUCS	SC
Clas. AASHTO	A-6 (0)

Límite Líquido

ASTM D 4318 - T 89

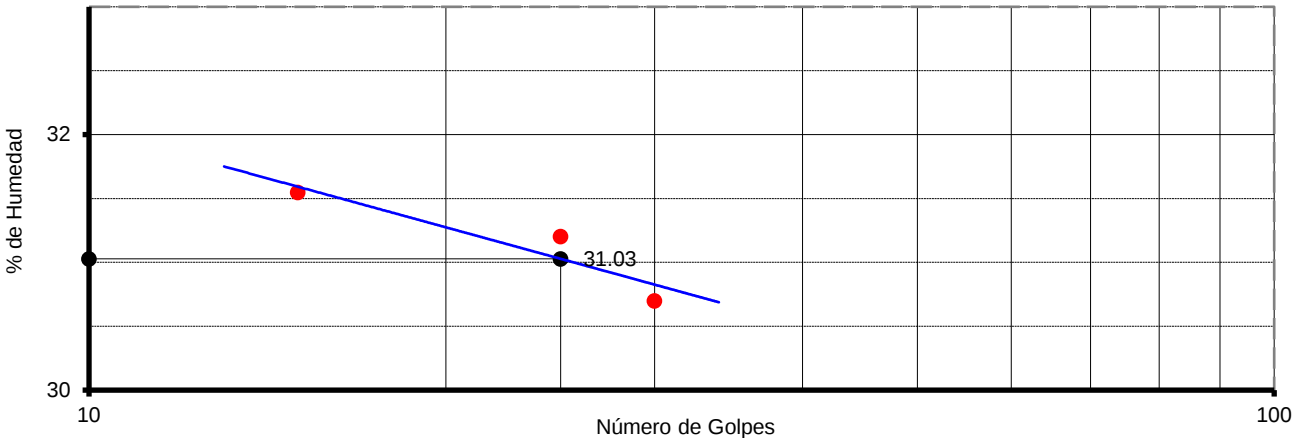
ENSAYO N°	1	2	3
N° de Golpes	15	25	30
R + Suelo Hum.	20.92	21.28	21.23
R + Suelo Seco	19.39	19.62	19.60
Peso de la Tara	14.54	14.30	14.29
Peso de agua	1.53	1.66	1.63
Peso de S. Seco	4.85	5.32	5.31
% de Humedad	31.55	31.20	30.70

Límite Plástico

ASTM D 4318 - T 90

ENSAYO N°	1	2	3
R + Suelo Hum.	18.55	19.00	
R + Suelo Seco	17.80	18.39	
Peso de la Tara	14.13		
Peso de agua	0.75	0.61	
Peso de S. Seco	3.67	4.30	
% de Humedad	20.44	14.19	

CURVA DE FLUJO



ESPECIFICACIONES :	Los Límites de consistencia está especificado según las Normas ASTM D 4318 - T89 para limite liquido y limite plástico ASTM D 4318 - T 90.
OBSERVACIONES :	La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.
RESULTADOS :	Arena arcillosa, de color beige, húmeda; porcentaje reducido de particulas finas, de baja plasticidad, clasificada como (SC) A-6 (0).

En los ensayos realizados a la muestra se obtuvo LL = 31.03, LP = 20.44 e IP = 10.59



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D - 422

OBRA : ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA

UBICACIÓN : SHAPAJA - SAN MARTIN

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

SOLICITANTE : LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH E

DOCENTE : ING. CALEB RIOS VARGAS

FECHA : TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

Datos de campo:

N° de exploración : Calicata N° 02

Muestra : M-2

Profundidad : 0.30-0.65m.

Fecha de ensayo : 15/05/2019

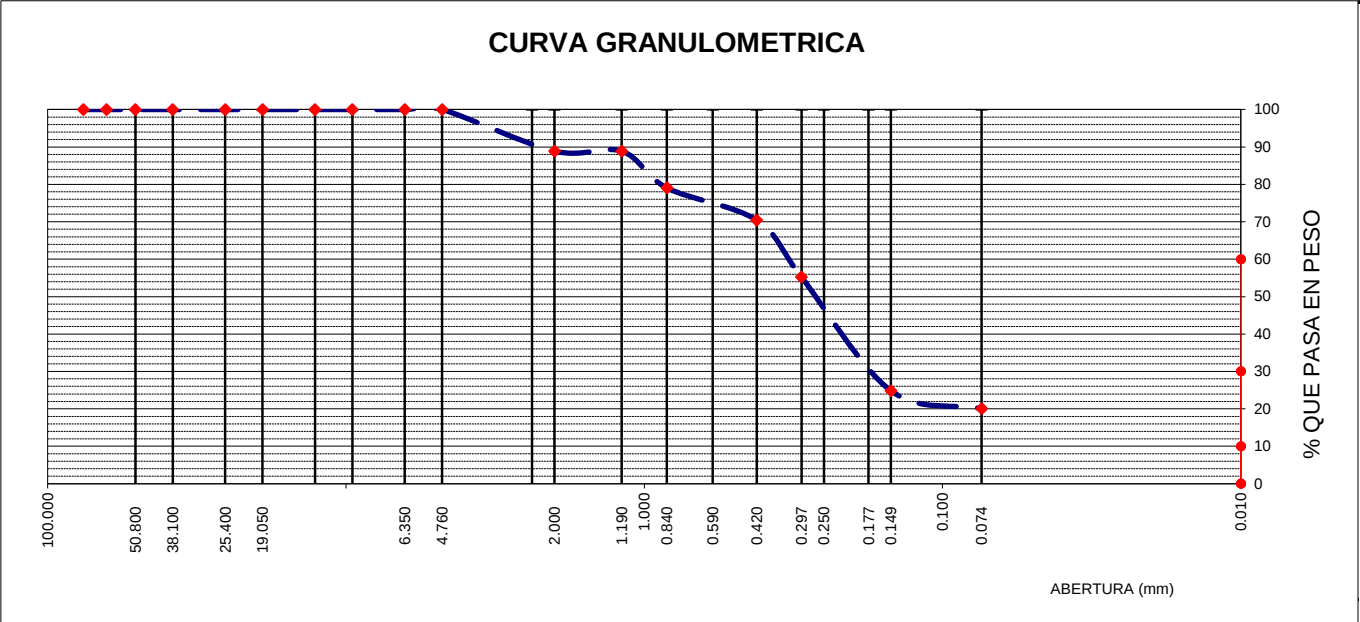
Progresiva : 10+500 - 10+600 KM

Peso de muestra seca : 500.00

Peso de muestra lavada : 399.87

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especific.	Observaciones
2 1/2"	63.500						L. Líquido : NP
2"	50.600						L. Plástico : NP
1 1/2"	38.100						Ind. Plástico : NP
1"	25.400						Clas. SUCS : SM
3/4"	19.050						Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº4	4.760				100.00		
Nº10	2.000	55.64	11.13	11.13	88.87		
Nº20	0.840	49.11	9.82	20.95	79.05		
Nº40	0.420	43.09	8.62	29.57	70.43		
Nº50	0.297	76.20	15.24	44.81	55.19		
Nº100	0.149	151.72	30.34	75.15	24.85		
Nº200	0.074	24.11	4.82	79.97	20.03		
Pasa Nº200		100.13	20.03				

CURVA GRANULOMETRICA



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado se realizó según ASTM D-422, Norma Técnica NTP 339.128, clasificación SUCS del suelo según ASTM D-2487 y los tamices cumplen con los requisitos de la Norma NTP 350.001

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : Arena limosa, de color beige, húmeda; porcentaje reducido de partículas finas, clasificada como (SM) A-2-4 (0).

El porcentaje que pasa la malla Nº 200 es de 20.03 %



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Y ENSAYO DE MATERIALES

HUMEDAD NATURAL

(ASTM D- 2216)

OBRA : ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA

UBICACIÓN : SHAPAJA - SAN MARTIN

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

SOLICITANTE : LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH ESCOBEDO TUANAMA

DOCENTE : ING. CALEB RIOS VARGAS

FECHA : TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

Datos de campo:

N° de exploración : Calicata N° 02

Muestra : M-2

Profundidad : 0.30-0.65m.

Fecha de ensayo : 15/05/2019

Progresiva : 10+500 - 10+600 KM

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	156.67	153.87	154.45
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr.)	150.02	147.38	148.69
PESO DE LA TARA	56.67	53.87	54.45
PESO DEL AGUA	6.65	6.49	5.76
PESO DE SUELO SECO	93.35	93.51	94.24
% DE HUMEDAD	7.12	6.94	6.11
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	6.73		

ESPECIFICACIONES : La Humedad Natural del suelo se realizó según las Normas ASTM D-2216.

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : El promedio del porcentaje de Humedad del Suelo es 6.73 %

Responsable del Ensayo

V°b° Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

OBRA	ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA
UBICACIÓN	SHAPAJA - SAN MARTIN
ENTIDAD	UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU
SOLICITANTE	LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH ESCOBEDO TUANAMA
DOCENTE	ING. CALEB RIOS VARGAS
FECHA	TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

LIMITES DE CONSISTENCIA

Datos de Campo

N° de exploración	Calicata N° 02
Muestra	M-2
Profundidad	0.30-0.65m.
Fecha de ensayo	15/05/2019
Progresiva	10+500 - 10+600 KM

Resultados	
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Ind. Plástico	NP
Clas. SUCS	SM
Clas. AASHTO	A-2-4 (0)

Límite Líquido

ASTM D 4318 - T 89

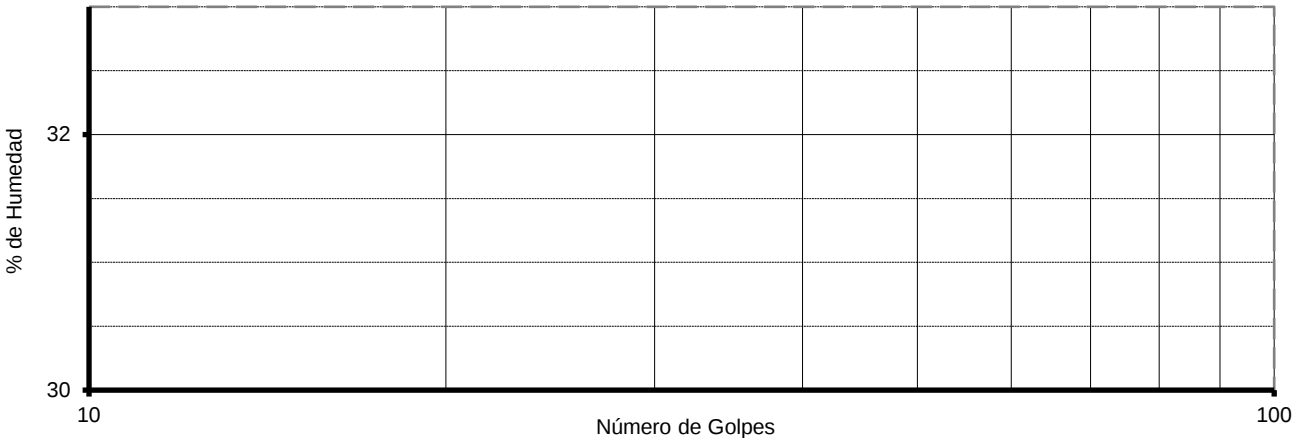
ENSAYO N°	1	2	3
N° de Golpes			
R + Suelo Hum.			
R + Suelo Seco			
Peso de la Tara			
Peso de agua			
Peso de S. Seco			
% de Humedad			

Límite Plástico

ASTM D 4318 - T 90

ENSAYO N°	1	2	3
R + Suelo Hum.			
R + Suelo Seco			
Peso de la Tara			
Peso de agua			
Peso de S. Seco			
% de Humedad			

CURVA DE FLUJO



ESPECIFICACIONES :	Los Límites de consistencia está especificado según las Normas ASTM D 4318 - T89 para limite liquido y limite plástico ASTM D 4318 - T 90.
OBSERVACIONES :	La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.
RESULTADOS :	Arena limosa, de color beige, húmeda; porcentaje reducido de particulas finas, clasificada como (SM) A-2-4 (0).

En los ensayos realizados a la muestra no se obtuvieron limites de consistencia.



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

OBRA	ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA
UBICACIÓN	SHAPAJA - SAN MARTIN
ENTIDAD	UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU
SOLICITANTE	LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH ESCOBEDO TUANAMA
DOCENTE	ING. CALEB RIOS VARGAS
FECHA	TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

LIMITES DE CONSISTENCIA

Datos de Campo

N° de exploración	Calicata N° 02
Muestra	M-3
Profundidad	0.65-1.00m.
Fecha de ensayo	15/05/2019
Progresiva	10+500 - 10+600 KM

Resultados	
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Ind. Plástico	NP
Clas. SUCS	SP
Clas. AASHTO	A-3 (0)

Límite Líquido

ASTM D 4318 - T 89

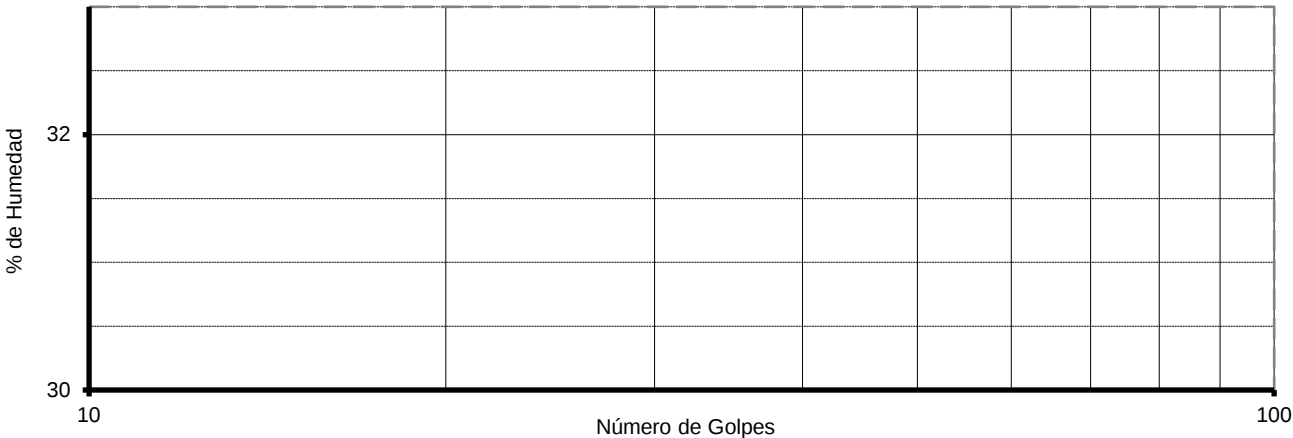
ENSAYO N°	1	2	3
N° de Golpes			
R + Suelo Hum.			
R + Suelo Seco			
Peso de la Tara			
Peso de agua			
Peso de S. Seco			
% de Humedad			

Límite Plástico

ASTM D 4318 - T 90

ENSAYO N°	1	2	3
R + Suelo Hum.			
R + Suelo Seco			
Peso de la Tara			
Peso de agua			
Peso de S. Seco			
% de Humedad			

CURVA DE FLUJO



ESPECIFICACIONES :	Los Límites de consistencia está especificado según las Normas ASTM D 4318 - T89 para limite liquido y limite plástico ASTM D 4318 - T 90.
OBSERVACIONES :	La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.
RESULTADOS :	Arena mal graduada, de color beige, húmeda; porcentaje reducido de particulas finas, clasificada como (SP) A-3 (0).

En los ensayos realizados a la muestra no se obtuvieron limites de consistencia.



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Y ENSAYO DE MATERIALES

HUMEDAD NATURAL

(ASTM D- 2216)

OBRA : ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA

UBICACIÓN : SHAPAJA - SAN MARTIN

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

SOLICITANTE : LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH ESCOBEDO TUANAMA

DOCENTE : ING. CALEB RIOS VARGAS

FECHA : TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

Datos de campo:

N° de exploración : Calicata N° 02

Muestra : M-3

Profundidad : 0.65-1.00m.

Fecha de ensayo : 15/05/2019

Progresiva : 10+500 - 10+600 KM

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	155.82	154.27	154.84
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr.)	148.04	146.66	147.02
PESO DE LA TARA	55.82	54.27	54.84
PESO DEL AGUA	7.78	7.61	7.82
PESO DE SUELO SECO	92.22	92.39	92.18
% DE HUMEDAD	8.44	8.24	8.48
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	8.39		

ESPECIFICACIONES : La Humedad Natural del suelo se realizó según las Normas ASTM D-2216.

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : El promedio del porcentaje de Humedad del Suelo es 8.39 %

Responsable del Ensayo

V°b° Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D - 422

OBRA : ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA

UBICACIÓN : SHAPAJA - SAN MARTIN

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

SOLICITANTE : LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH E

DOCENTE : ING. CALEB RIOS VARGAS

FECHA : TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

Datos de campo:

N° de exploración : Calicata N° 02

Muestra : M-3

Profundidad : 0.65-1.00m.

Fecha de ensayo : 15/05/2019

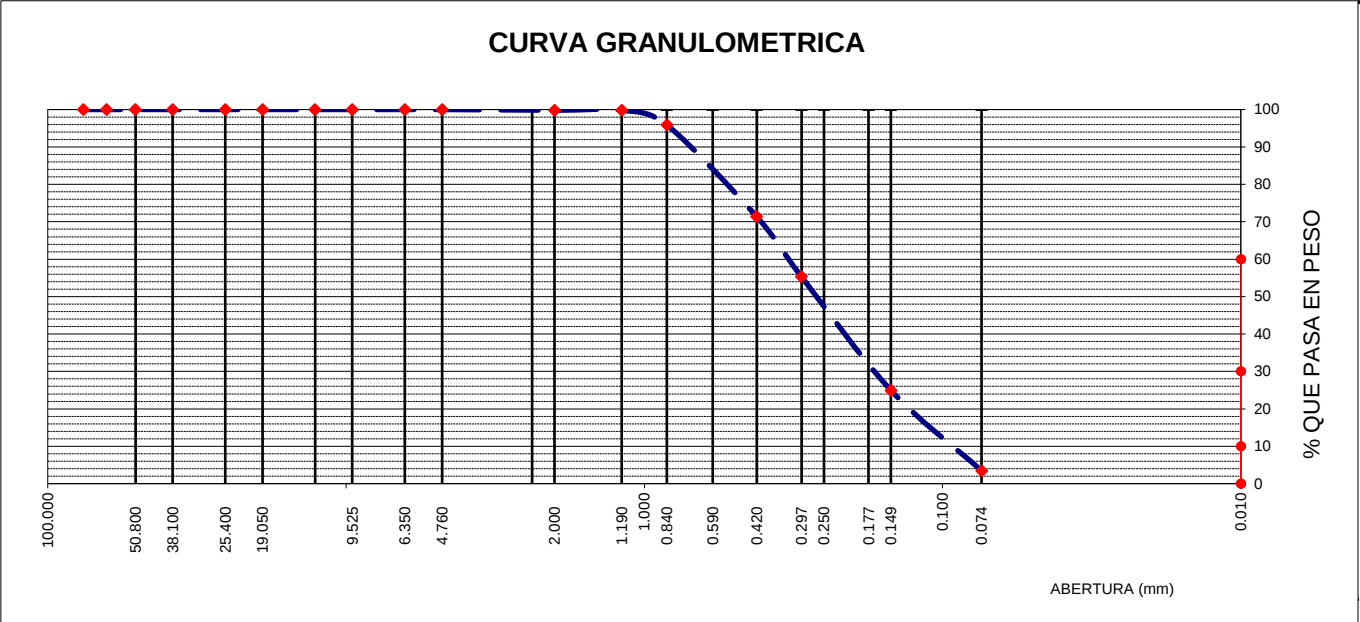
Progresiva : 10+500 - 10+600 KM

Peso de muestra seca : 500.00

Peso de muestra lavada : 482.68

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especific.	Observaciones
2 1/2"	63.500						L. Líquido : NP
2"	50.600						L. Plástico : NP
1 1/2"	38.100						Ind. Plástico : NP
1"	25.400						Clas. SUCS : SP
3/4"	19.050						Clas. AASHTO : A-3 (0)
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº4	4.760				100.00		
Nº10	2.000	0.92	0.18	0.18	99.82		
Nº20	0.840	19.69	3.94	4.12	95.88		
Nº40	0.420	122.48	24.50	28.62	71.38		
Nº50	0.297	80.44	16.09	44.71	55.29		
Nº100	0.149	151.72	30.34	75.05	24.95		
Nº200	0.074	107.43	21.49	96.54	3.46		
Pasa Nº200		17.32	3.46				

CURVA GRANULOMETRICA



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado se realizó según ASTM D-422, Norma Técnica NTP 339.128, clasificación SUCS del suelo según ASTM D-2487 y los tamices cumplen con los requisitos de la Norma NTP 350.001

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : Arena mal graduada, de color beige, húmeda; porcentaje reducido de partículas finas, clasificada como (SP) A-3 (0).

El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 3.46 %



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D - 422

OBRA : ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA

UBICACIÓN : SHAPAJA - SAN MARTIN

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

SOLICITANTE : LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH E

DOCENTE : ING. CALEB RIOS VARGAS

FECHA : TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

Datos de campo:

N° de exploración : Calicata N° 02

Muestra : M-4

Profundidad : 1.00-1.38m.

Fecha de ensayo : 15/05/2019

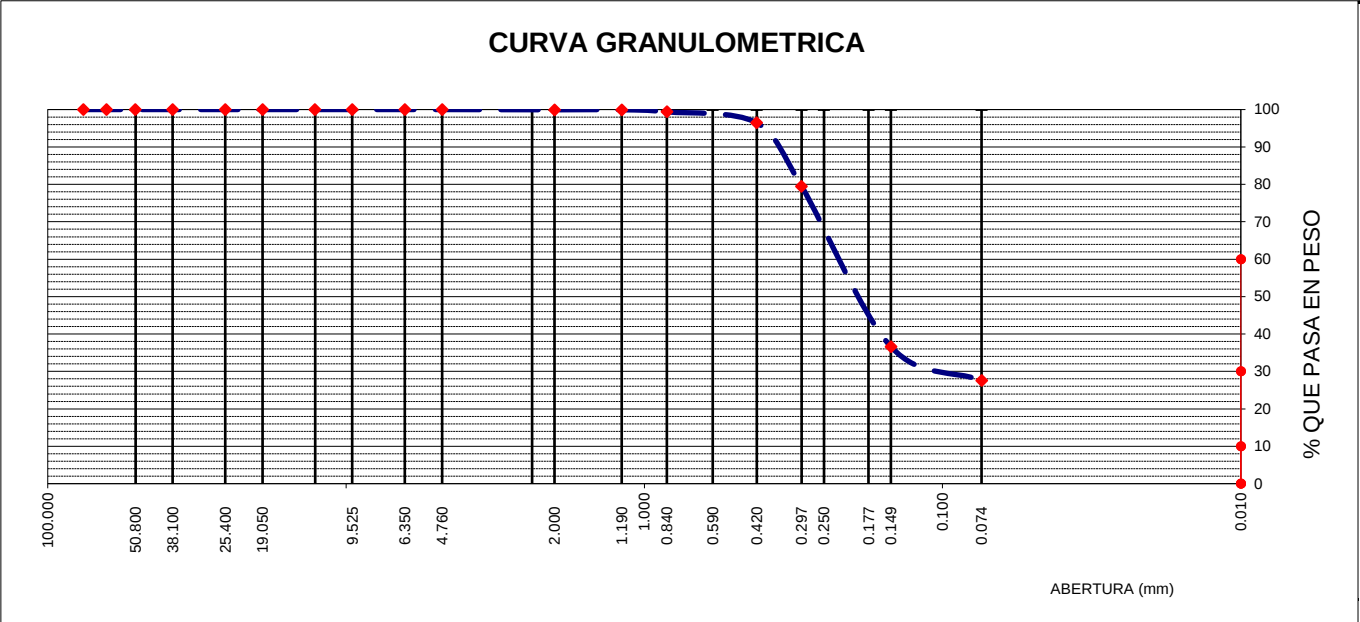
Progresiva : 10+500 - 10+600 KM

Peso de muestra seca : 500.00

Peso de muestra lavada : 361.98

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especific.	Observaciones
2 1/2"	63.500						L. Líquido : NP
2"	50.600						L. Plástico : NP
1 1/2"	38.100						Ind. Plástico : NP
1"	25.400						Clas. SUCS : SM
3/4"	19.050						Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº4	4.760				100.00		
Nº10	2.000	0.31	0.06	0.06	99.94		
Nº20	0.840	2.74	0.55	0.61	99.39		
Nº40	0.420	14.71	2.94	3.55	96.45		
Nº50	0.297	84.70	16.94	20.49	79.51		
Nº100	0.149	214.43	42.89	63.38	36.62		
Nº200	0.074	45.09	9.02	72.40	27.60		
Pasa Nº200		138.02	27.60				

CURVA GRANULOMETRICA



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado se realizó según ASTM D-422, Norma Técnica NTP 339.128, clasificación SUCS del suelo según ASTM D-2487 y los tamices cumplen con los requisitos de la Norma NTP 350.001

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : Arena limosa, de color beige, húmeda; porcentaje reducido de partículas finas, clasificada como (SM) A-2-4 (0).

El porcentaje que pasa la malla Nº 200 es de 27.6 %



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Y ENSAYO DE MATERIALES

HUMEDAD NATURAL

(ASTM D- 2216)

OBRA : ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA

UBICACIÓN : SHAPAJA - SAN MARTIN

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

SOLICITANTE : LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH ESCOBEDO TUANAMA

DOCENTE : ING. CALEB RIOS VARGAS

FECHA : TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

Datos de campo:

N° de exploración : Calicata N° 02

Muestra : M-4

Profundidad : 1.00-1.38m.

Fecha de ensayo : 15/05/2019

Progresiva : 10+500 - 10+600 KM

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	138.17	151.80	155.10
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr.)	128.19	141.56	144.73
PESO DE LA TARA	38.17	51.80	55.10
PESO DEL AGUA	9.98	10.24	10.37
PESO DE SUELO SECO	90.02	89.76	89.63
% DE HUMEDAD	11.09	11.41	11.57
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	11.35		

ESPECIFICACIONES : La Humedad Natural del suelo se realizó según las Normas ASTM D-2216.

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : El promedio del porcentaje de Humedad del Suelo es 11.35 %

Responsable del Ensayo

V°b° Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

OBRA	ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA
UBICACIÓN	SHAPAJA - SAN MARTIN
ENTIDAD	UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU
SOLICITANTE	LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH ESCOBEDO TUANAMA
DOCENTE	ING. CALEB RIOS VARGAS
FECHA	TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

LIMITES DE CONSISTENCIA

Datos de Campo

N° de exploración	Calicata N° 02
Muestra	M-4
Profundidad	1.00-1.38m.
Fecha de ensayo	15/05/2019
Progresiva	10+500 - 10+600 KM

Resultados	
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Ind. Plástico	NP
Clas. SUCS	SM
Clas. AASHTO	A-2-4 (0)

Límite Líquido

ASTM D 4318 - T 89

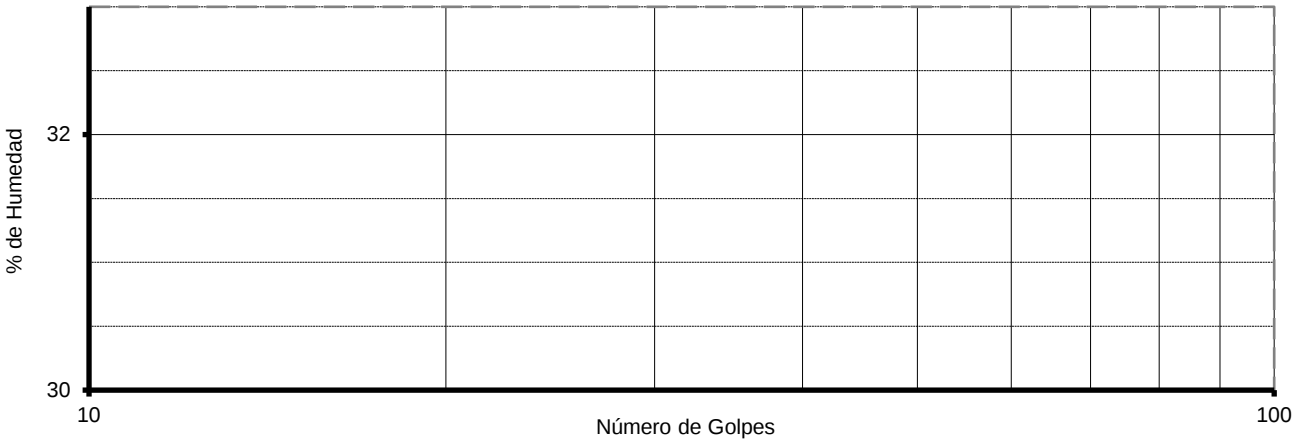
ENSAYO N°	1	2	3
N° de Golpes			
R + Suelo Hum.			
R + Suelo Seco			
Peso de la Tara			
Peso de agua			
Peso de S. Seco			
% de Humedad			

Límite Plástico

ASTM D 4318 - T 90

ENSAYO N°	1	2	3
R + Suelo Hum.			
R + Suelo Seco			
Peso de la Tara			
Peso de agua			
Peso de S. Seco			
% de Humedad			

CURVA DE FLUJO



ESPECIFICACIONES :	Los Límites de consistencia está especificado según las Normas ASTM D 4318 - T89 para limite liquido y limite plástico ASTM D 4318 - T 90.
OBSERVACIONES :	La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.
RESULTADOS :	Arena limosa, de color beige, húmeda; porcentaje reducido de particulas finas, clasificada como (SM) A-2-4 (0).

En los ensayos realizados a la muestra no se obtuvieron limites de consistencia.



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D - 422

OBRA : ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA

UBICACIÓN : SHAPAJA - SAN MARTIN

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

SOLICITANTE : LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH E

DOCENTE : ING. CALEB RIOS VARGAS

FECHA : TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

Datos de campo:

N° de exploración : Calicata N° 02

Muestra : M-5

Profundidad : 1.38-1.80m.

Fecha de ensayo : 15/05/2019

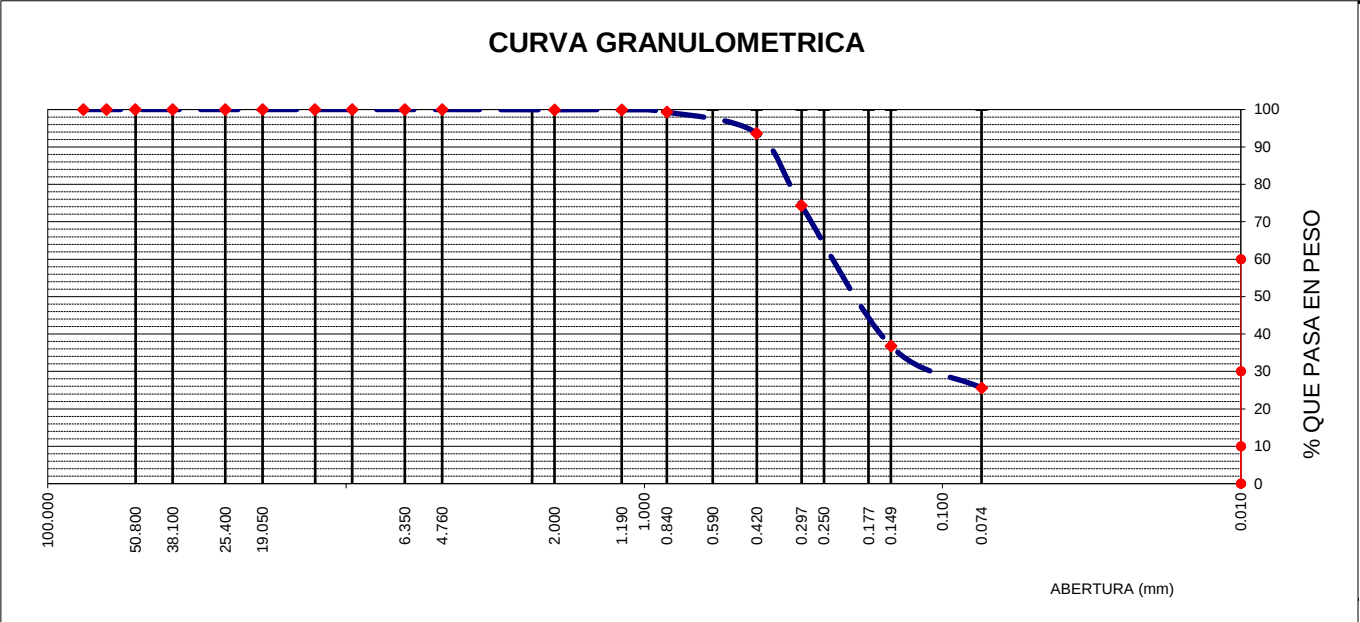
Progresiva : 10+500 - 10+600 KM

Peso de muestra seca : 500.00

Peso de muestra lavada : 372.05

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especific.	Observaciones
2 1/2"	63.500						L. Líquido : NP
2"	50.600						L. Plástico : NP
1 1/2"	38.100						Ind. Plástico : NP
1"	25.400						Clas. SUCS : SM
3/4"	19.050						Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº4	4.760				100.00		
Nº10	2.000	0.33	0.07	0.07	99.93		
Nº20	0.840	3.08	0.62	0.68	99.32		
Nº40	0.420	28.22	5.64	6.33	93.67		
Nº50	0.297	96.72	19.34	25.67	74.33		
Nº100	0.149	187.52	37.50	63.17	36.83		
Nº200	0.074	56.18	11.24	74.41	25.59		
Pasa Nº200		127.95	25.59				

CURVA GRANULOMETRICA



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado se realizó según ASTM D-422, Norma Técnica NTP 339.128, clasificación SUCS del suelo según ASTM D-2487 y los tamices cumplen con los requisitos de la Norma NTP 350.001

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : Arena limosa, de color beige, húmeda; porcentaje reducido de partículas finas, clasificada como (SM) A-2-4 (0).

El porcentaje que pasa la malla Nº 200 es de 25.59 %



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Y ENSAYO DE MATERIALES

HUMEDAD NATURAL

(ASTM D- 2216)

OBRA : ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA

UBICACIÓN : SHAPAJA - SAN MARTIN

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

SOLICITANTE : LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH ESCOBEDO TUANAMA

DOCENTE : ING. CALEB RIOS VARGAS

FECHA : TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

Datos de campo:

N° de exploración : Calicata N° 02

Muestra : M-5

Profundidad : 1.38-1.80m.

Fecha de ensayo : 15/05/2019

Progresiva : 10+500 - 10+600 KM

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	153.86	155.52	155.61
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr.)	144.82	147.77	147.17
PESO DE LA TARA	53.86	55.52	55.61
PESO DEL AGUA	9.04	7.75	8.44
PESO DE SUELO SECO	90.96	92.25	91.56
% DE HUMEDAD	9.94	8.40	9.22
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	9.19		

ESPECIFICACIONES : La Humedad Natural del suelo se realizó según las Normas ASTM D-2216.

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : El promedio del porcentaje de Humedad del Suelo es 9.19 %

Responsable del Ensayo

V°b° Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

OBRA	ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA
UBICACIÓN	SHAPAJA - SAN MARTIN
ENTIDAD	UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU
SOLICITANTE	LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH ESCOBEDO TUANAMA
DOCENTE	ING. CALEB RIOS VARGAS
FECHA	TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

LIMITES DE CONSISTENCIA

Datos de Campo

N° de exploración	Calicata N° 02
Muestra	M-5
Profundidad	1.38-1.80m.
Fecha de ensayo	15/05/2019
Progresiva	10+500 - 10+600 KM

Resultados	
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Ind. Plástico	NP
Clas. SUCS	SM
Clas. AASHTO	A-2-4 (0)

Límite Líquido

ASTM D 4318 - T 89

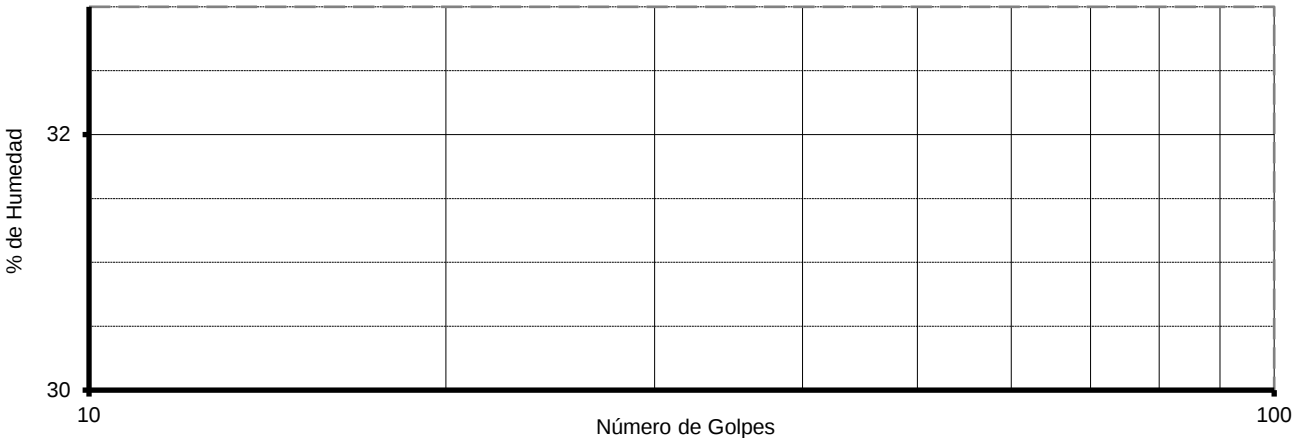
ENSAYO N°	1	2	3
N° de Golpes			
R + Suelo Hum.			
R + Suelo Seco			
Peso de la Tara			
Peso de agua			
Peso de S. Seco			
% de Humedad			

Límite Plástico

ASTM D 4318 - T 90

ENSAYO N°	1	2	3
R + Suelo Hum.			
R + Suelo Seco			
Peso de la Tara			
Peso de agua			
Peso de S. Seco			
% de Humedad			

CURVA DE FLUJO



ESPECIFICACIONES :	Los Límites de consistencia está especificado según las Normas ASTM D 4318 - T89 para limite liquido y limite plástico ASTM D 4318 - T 90.
OBSERVACIONES :	La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.
RESULTADOS :	Arena limosa, de color beige, húmeda; porcentaje reducido de particulas finas, clasificada como (SM) A-2-4 (0).

En los ensayos realizados a la muestra no se obtuvieron limites de consistencia.



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

OBRA	ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA
UBICACIÓN	SHAPAJA - SAN MARTIN
ENTIDAD	UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU
SOLICITANTE	LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH ESCOBEDO TUANAMA
DOCENTE	ING. CALEB RIOS VARGAS
FECHA	TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

LIMITES DE CONSISTENCIA

Datos de Campo

N° de exploración	Calicata N° 02
Muestra	M-6
Profundidad	1.80-2.00m.
Fecha de ensayo	15/05/2019
Progresiva	10+500 - 10+600 KM

Resultados	
Límite Líquido	31.11
Límite Plástico	20.44
Ind. Plástico	10.67
Clas. SUCS	CL
Clas. AASHTO	A-6 (5)

Límite Líquido

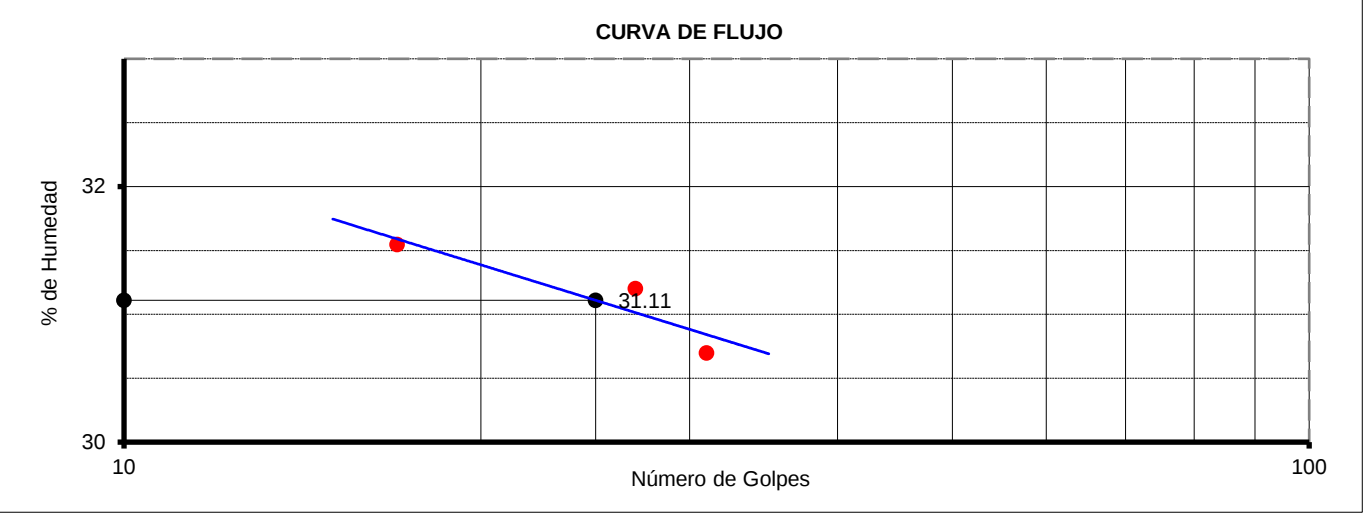
ASTM D 4318 - T 89

ENSAYO N°	1	2	3
N° de Golpes	17	27	31
R + Suelo Hum.	20.92	21.28	21.23
R + Suelo Seco	19.39	19.62	19.60
Peso de la Tara	14.54	14.30	14.29
Peso de agua	1.53	1.66	1.63
Peso de S. Seco	4.85	5.32	5.31
% de Humedad	31.55	31.20	30.70

Límite Plástico

ASTM D 4318 - T 90

ENSAYO N°	1	2	3
R + Suelo Hum.	18.55	24.00	
R + Suelo Seco	17.80	22.74	
Peso de la Tara	14.13		
Peso de agua	0.75	1.26	Type your text
Peso de S. Seco	3.67	8.42	
% de Humedad	20.44	14.96	



ESPECIFICACIONES :	Los Límites de consistencia está especificado según las Normas ASTM D 4318 - T89 para limite liquido y limite plástico ASTM D 4318 - T 90.
OBSERVACIONES :	La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.
RESULTADOS :	Arcilla inorgánica, de color beige, húmeda; porcentaje apreciable de particulas finas, de baja plasticidad, clasificada como (CL) A-6 (5).

En los ensayos realizados a la muestra se obtuvo LL = 31.11, LP = 20.44 e IP = 10.67



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Y ENSAYO DE MATERIALES

HUMEDAD NATURAL

(ASTM D- 2216)

OBRA : ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA

UBICACIÓN : SHAPAJA - SAN MARTIN

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

SOLICITANTE : LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH ESCOBEDO TUANAMA

DOCENTE : ING. CALEB RIOS VARGAS

FECHA : TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

Datos de campo:

N° de exploración : Calicata N° 02

Muestra : M-6

Profundidad : 1.80-2.00m.

Fecha de ensayo : 15/05/2019

Progresiva : 10+500 - 10+600 KM

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	151.78	150.24	154.62
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr.)	139.30	136.56	139.44
PESO DE LA TARA	51.78	50.24	54.62
PESO DEL AGUA	12.48	13.68	15.18
PESO DE SUELO SECO	87.52	86.32	84.82
% DE HUMEDAD	14.26	15.85	17.90
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	16.00		

ESPECIFICACIONES : La Humedad Natural del suelo se realizó según las Normas ASTM D-2216.

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : El promedio del porcentaje de Humedad del Suelo es 16.00 %

Responsable del Ensayo

V°b° Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D - 422

OBRA : ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA

UBICACIÓN : SHAPAJA - SAN MARTIN

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

SOLICITANTE : LILIBETH RODRIGUEZ CARDENAS - JANETH E

DOCENTE : ING. CALEB RIOS VARGAS

FECHA : TARAPOTO, 17 DE MAYO DE 2019.

Datos de campo:

N° de exploración : Calicata N° 02

Muestra : M-6

Profundidad : 1.80-2.00m.

Fecha de ensayo : 15/05/2019

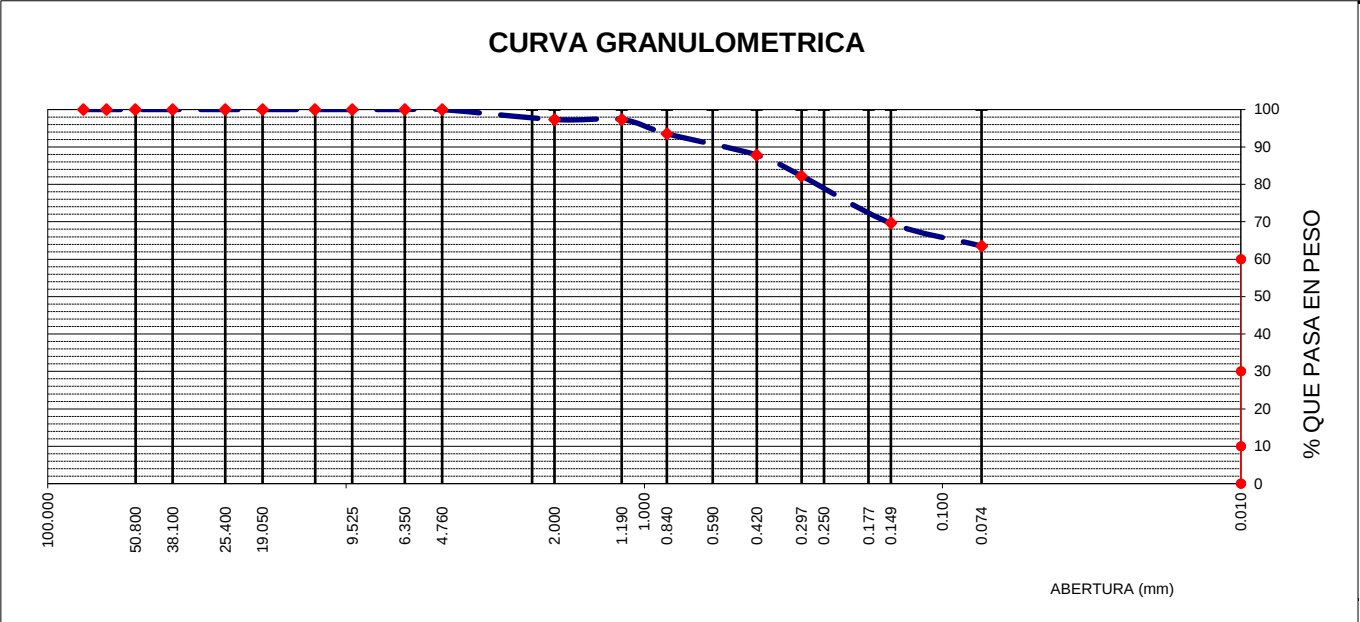
Progresiva : 10+500 - 10+600 KM

Peso de muestra seca : 500.00

Peso de muestra lavada : 182.43

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especific.	Observaciones
2 1/2"	63.500						L. Líquido : 31.11
2"	50.600						L. Plástico : 20.44
1 1/2"	38.100						Ind. Plástico : 10.67
1"	25.400						Clas. SUCS : CL
3/4"	19.050						Clas. AASHTO : A-6 (5)
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº4	4.760				100.00		
Nº10	2.000	13.33	2.67	2.67	97.33		
Nº20	0.840	19.00	3.80	6.47	93.53		
Nº40	0.420	28.35	5.67	12.14	87.86		
Nº50	0.297	28.01	5.60	17.74	82.26		
Nº100	0.149	63.14	12.63	30.37	69.63		
Nº200	0.074	30.60	6.12	36.49	63.51		
Pasa Nº200		317.57	63.51				

CURVA GRANULOMETRICA



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado se realizó según ASTM D-422, Norma Técnica NTP 339.128, clasificación SUCS del suelo según ASTM D-2487 y los tamices cumplen con los requisitos de la Norma NTP 350.001

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : Arcilla inorgánica, de color beige, húmeda; porcentaje apreciable de partículas finas, de baja plasticidad, clasificada como (CL) A-6 (5).

El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 63.51 %



2F&J INGENIERIA S.A.C.
CONSTRUYENDO EL DESARROLLO

RUC: 20601724449

Tarapoto, 28 de mayo del 2019

CARTA N° 030-2019/2F&J INGENIERIA S.A.C

ATENCION : JANETH ESCOBEDO

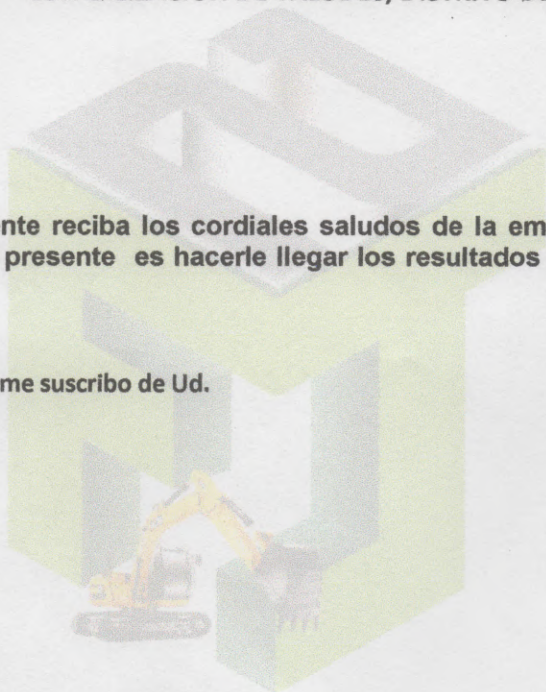
ASUNTO : ENSAYOS DE CORTE DIRECTO

REFERENCIA : PROYECTO: "ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA LA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA".

Por medio de la presente reciba los cordiales saludos de la empresa 2F&J INGENIERIA S.A.C., el motivo de la presente es hacerle llegar los resultados de los ensayos de corte directo.

Sin más que manifestarle, me suscribo de Ud.

Atentamente,



2F&J INGENIERIA S.A.C.

CONSTRUYENDO EL DESARROLLO

2F&J INGENIERIA S.A.C

Ing. Walter David Ybañez
GERENTE GENERAL



ASTM D3080, AASHTO T236
PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE LOS SUELOS

Tesis: "ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA"

Ubicación: SHAPAJA-SAN MARTIN Fecha: 25-05-19
Calicata N°. 1 Muestr N°. 1 Profund. 0.00-2.00

Descripción del Suelo: ARENA ARCILLOSA

Preparación de la Muestra

Sin Perturbar ☒ Remoldeado ☐ Compactado ☐ Otros ☐
Compact. De Energia N° de Capas Golpes / Capa Pisón Kgf Caida cm
Molde N° Contén. de hum. Compactación % Diam. Mold. cm Alt. del Suelc cm
Preparación de Muestr.

Clasificación de Suelos

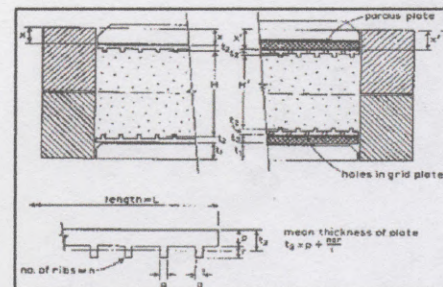
Grava	<u>0</u> %	Limit. Líquido	<u>31</u> %
Arena	<u>56.97</u> %	Limite Plástico	<u>20.44</u> %
Finos	<u>43.03</u> %	S.U.C.S.	<u>SC</u>

Caja de Corte

Área 31.72 cm² Profund. Total: 2.560 cm

Ejemplo de Altura

t₁ cm t₂ cm t₃ cm x cm



Mediciones Iniciales

MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Tensión Normal <u>0.25</u> kgf/cm ²	Tensión Normal <u>0.50</u> kgf/cm ²	Tensión Normal <u>1.00</u> kgf/cm ²
x <u> </u> cm	x <u> </u> cm	x <u> </u> cm
H = <u>2.560</u> cm	H = <u>2.560</u> cm	H = <u>2.560</u> cm
Volumen <u>81.203</u> cm ³	Volume <u>81.203</u> cm ³	Volume <u>81.203</u> cm ³
Tara N°. <u>1</u>	Tara N°. <u>1</u>	Tara N°. <u>1</u>
P. Tara <u>109.0</u> gr	P. Tara <u>109.0</u> gr	P. Tara <u>109.0</u> gr
P. Muestra hum. + Tara <u>259.5</u> gr	P. Muestra hum. + Tara <u>259.6</u> gr	P. Muestra hum. + Tara <u>259.7</u> gr
P. Muestra Seca + Tara <u>244.0</u> gr	P. Muestra Seca + Tara <u>244.1</u> gr	P. Muestra Seca + Tara <u>244.2</u> gr
P. Muestra Hum. <u>150.5</u> gr	P. Muestra Hum. <u>150.60</u> gr	P. Muestra Hum. <u>150.7</u> gr
P. Muestra Seca <u>135.00</u> gr	P. Muestra Seca <u>135.10</u> gr	P. Muestra Seca <u>135.200</u> gr
P. Agua <u>15.5</u> gr	P. Agua <u>15.50</u> gr	P. Agua <u>15.50</u> gr
Cont. Agua <u>11.48</u> %	Cont. Agua <u>11.47</u> %	Cont. Agua <u>11.46</u> %
Densidad Hum. <u>1.853</u> gr/cm ³	Densidad Hum. <u>1.855</u> gr/cm ³	Densidad Hum. <u>1.856</u> gr/cm ³
Densidad Seca <u>1.662</u> gr/cm ³	Densidad Seca <u>1.664</u> gr/cm ³	Densidad Seca <u>1.665</u> gr/cm ³

OBS.: Las muestras fueron muestreado y enviado por el peticionario.

Hernando Ybanez Garcia
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 51156

WALTER A. VERA YBANEZ
TEC. DE LABORATORIO



**ASTM D3080, AASHTO T236
PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE LOS SUELOS BAJO
CONDICIONES DRENADO CONSOLIDADO**

Tesis: "ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE
TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA"

Fecha may-19

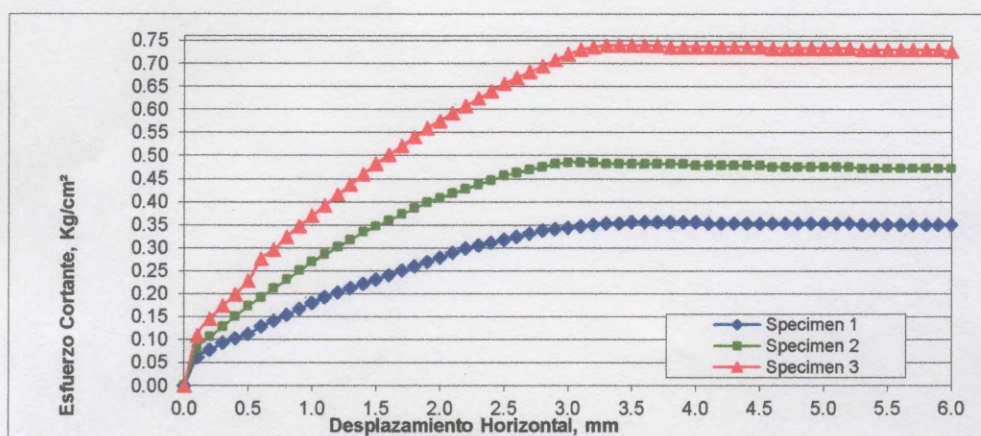
Ubicación: SHAPAJA-SAN MARTIN

Calicata N°: 1

Muestr N° 1

Profund. 0.00-2.00

Descripción del Suelo: ARENA ARCILLOSA

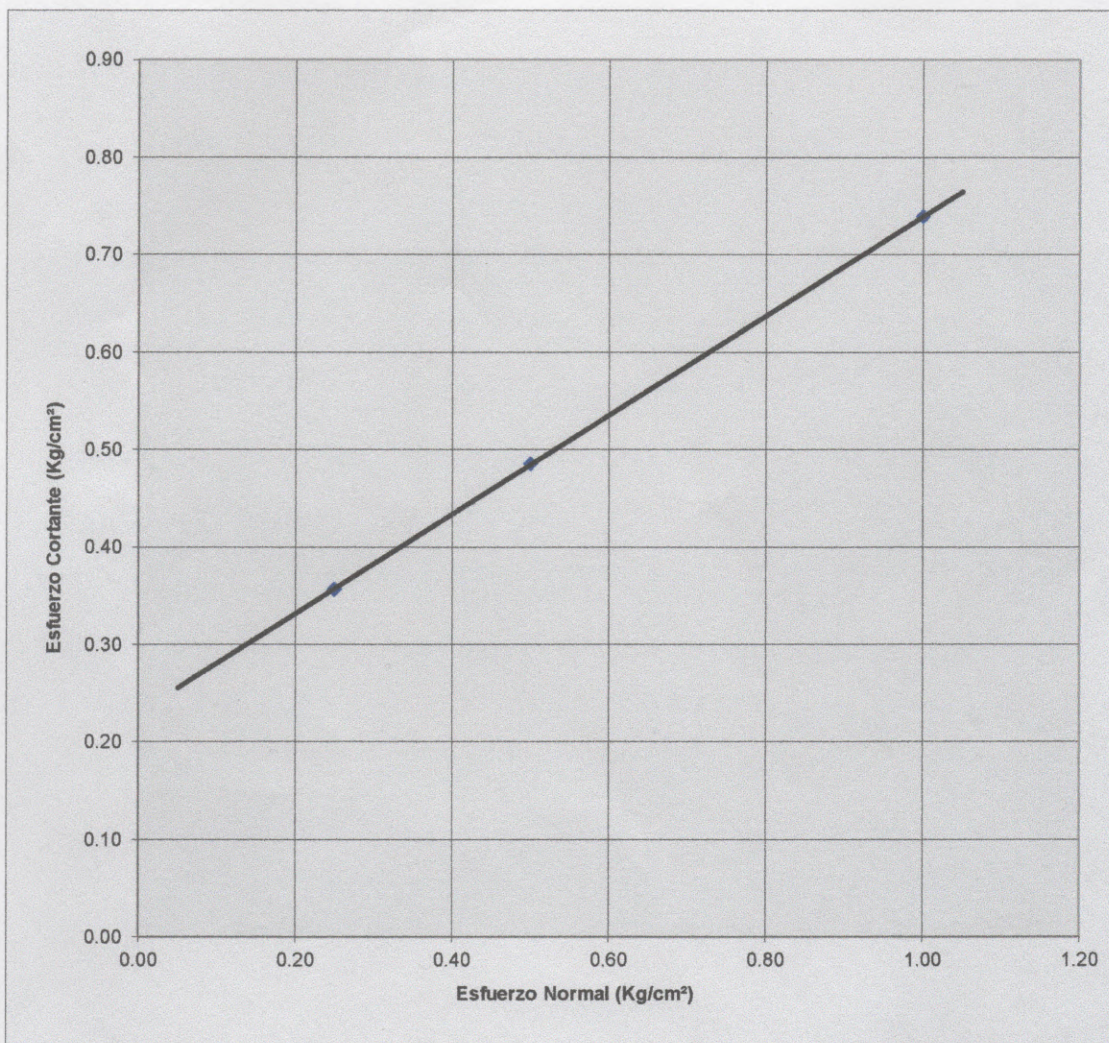


Hernando Ybañez García
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 51161

Walter Vera Ybañez
TEC. DEL LABORATORIO



Tesis: "ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA"
Fecha: may-19
Ubicación: SHAPAJA-SAN MARTIN
Calicata N°. 1 Muestr N°. 1 Profund. 0.00-2.00
Descripción del Suelo: ARENA ARCILLOSA



Muestra	Esf. Normal kg/cm²	Esf. Corte kg/cm²
1	0.25	0.357
2	0.50	0.485
3	1.00	0.739

Parametros de Resistencia al Corte

Cohesion = 0.230 kgf/cm²

Angulo de Fricción Interna 27.01 (°)

Hernando Ybañez García
INGENIERO CIVIL
R.S. CIP 51150

WALTER D. VERA YBAÑEZ
TEC. DE LABORATORIO



Análisis de la Regresión Lineal Simple

Esfuerzo Normal (σ)	Esfuerzo Cortante (τ)	$(\sigma)(\tau)$	σ^2	τ^2
0.25	0.36	0.09	0.062500000	0.1273
0.50	0.49	0.24	0.250000000	0.2356
1.00	0.74	0.74	1.000000000	0.5467
1.75	1.58	1.07	1.31250000	0.9097

Esfuerzo normal promedio		Esfuerzo cortante promedio		Cov(σ, τ)	V(σ)
0.58333333		0.5272176		0.0495606	0.09722222

Valores del Esfuerzo Normal y Esfuerzo Cortante corregidos por Regresión Lineal Simple

Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
0	0.22985402
0.25	0.35729555
0.50	0.48473709
1.00	0.73962017

Cohesión UU:

0.230

Kgf/cm²

Ángulo de fricción (ϕ):

27.01

$$r^2 = bb'$$

b	b'
0.50976615	1.9616647

$$r^2 = 0.99999026 < 0.8 \text{ Repetir ensayo}$$

$$r = 0.99999513$$

$$\text{Error} = 0.00097394 \%$$

Hernando Ybañez García
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 51156

Walter D. Vera Ybañez
TEC. DE LABORATORIO

**2F&J INGENIERIA S.A.C.**

CONSTRUYENDO EL DESARROLLO

RUC: 20601724449

**ASTM D3080, AASHTO T236
PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE LOS SUELOS**Tesis: "ANÁLISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA ESTABILIZACIÓN
DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA"

Fecha 25-05-19

Ubicación: SHAPAJA-SAN MARTIN

Calicata N° 2 Muestr N° 6 Profund. 1.80-2.00

Descripción del Suelo: ARENA ARCILLOSA

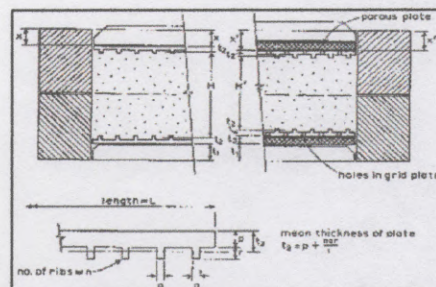
Preparación de la Muestra

Sin Perturbar ☒ Remoldeado ☐ Compactado ☐ Otros ☐
Compact. De Energía N° de Capas _____ Golpes / Capa _____ Pisón _____ Kgf Caida _____ cm
Molde N° _____ Contén. de hum. Compactación _____ % Diam. Mold. _____ cm Alt. del Suelc _____ cm

Preparación de Muestr. _____

Clasificación de Suelos

Grava	0 %	Limit. Líquido	31.11 %
Arena	36.49 %	Limite Plástico	20.44 %
Finos	63.51 %	S.U.C.S.	CL

Caja de CorteÁrea 31.72 cm² Profund. Total: 2.560 cm**Ejemplo de Altura**t₁ _____ cm t₂ _____ cm t₃ _____ cm x _____ cm**Mediciones Iniciales**

MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Tensión Normal 0.25 kgf/cm ²	Tensión Normal 0.50 kgf/cm ²	Tensión Normal 1.00 kgf/cm ²
x _____ cm	x _____ cm	x _____ cm
H = 2.560 cm	H = 2.560 cm	H = 2.560 cm
Volumen 81.203 cm ³	Volumen 81.203 cm ³	Volumen 81.203 cm ³
Tara N°. 1	Tara N°. 1	Tara N°. 1
P. Tara 109.0 gr	P. Tara 109.0 gr	P. Tara 109.0 gr
P. Muestra hum. + Tara 258.5 gr	P. Muestra hum. + Tara 258.4 gr	P. Muestra hum. + Tara 258.3 gr
P. Muestra Seca + Tara 237.5 gr	P. Muestra Seca + Tara 237.6 gr	P. Muestra Seca + Tara 237.7 gr
P. Muestra Hum. 149.5 gr	P. Muestra Hum. 149.40 gr	P. Muestra Hum. 149.3 gr
P. Muestra Seca 128.50 gr	P. Muestra Seca 128.60 gr	P. Muestra Seca 128.700 gr
P. Agua 21 gr	P. Agua 20.80 gr	P. Agua 20.60 gr
Cont. Agua 16.34 %	Cont. Agua 16.17 %	Cont. Agua 16.01 %
Densidad Hum. 1.841 gr/cm ³	Densidad Hum. 1.840 gr/cm ³	Densidad Hum. 1.839 gr/cm ³
Densidad Seca 1.582 gr/cm ³	Densidad Seca 1.584 gr/cm ³	Densidad Seca 1.585 gr/cm ³

Hernando Ybáñez García
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 5115F

WALTER D. YERA YBÁÑEZ
TEC. DE LABORATORIO



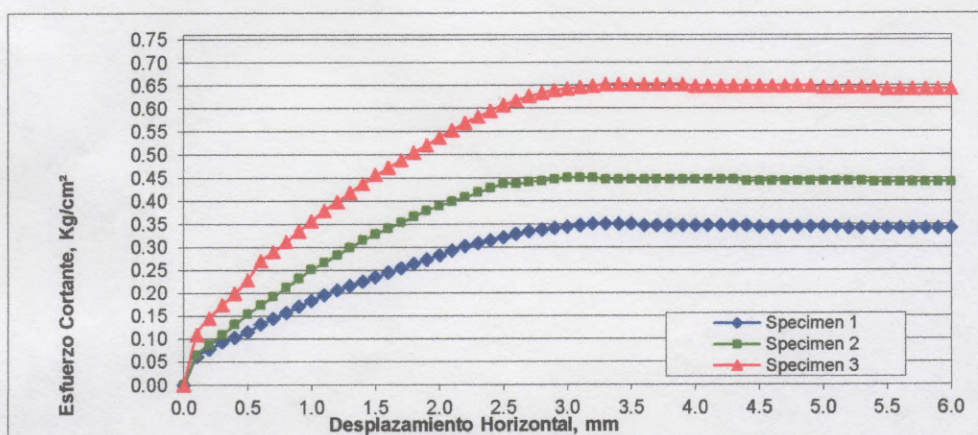
**ASTM D3080, AASHTO T236
PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE LOS SUELOS BAJO
CONDICIONES DRENADO CONSOLIDADO**

Tesis: "ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA" Fecha: may-19

Ubicación: SHAPAJA-SAN MARTIN

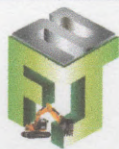
Calicata N°. 2 Muestr N°. 6 Profund. 1.80-2.00

Descripción del Suelo: ARENA ARCILLOSA



Hernando Ybañez García
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 51161

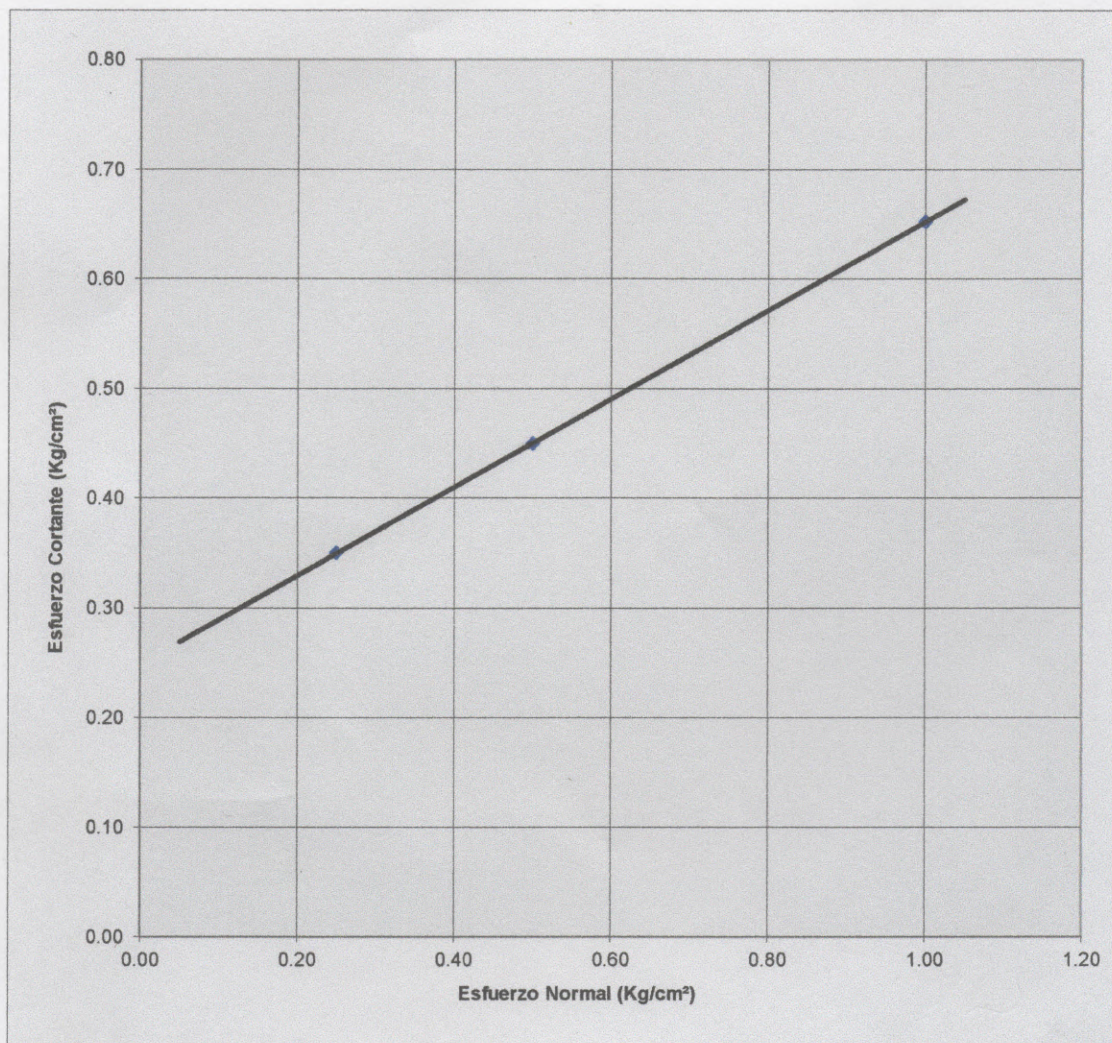
Walter D. Ybañez
WALTER D. YBAÑEZ
TEC. DE LABORATORIO



2F&J INGENIERIA S.A.C.
CONSTRUYENDO EL DESARROLLO

RUC: 20601724449

Tesis: "ANALISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ESTABILIZACION DE TALUDES, DISTRITO DE SHAPAJA"
Ubicación: SHAPAJA-SAN MARTIN
Calicata N°. 2 Muestr N°. 6 Profund. 1.80-2.00
Descripción del Suelo: ARENA ARCILLOSA



Muestra	Esf. Normal kg/cm²	Esf. Corte kg/cm²
1	0.25	0.350
2	0.50	0.450
3	1.00	0.653

Parametros de Resistencia al Corte

Cohesion = 0.249 kgf/cm²

Angulo de Fricción Interna 21.96 (°)

Hernando Ybanez Garcia
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 5115r

Walter Vera Ybanez
WALTER VERA YBANEZ
TEC. DE LABORATORIO



Análisis de la Regresión Lineal Simple

Esfuerzo Normal (σ)	Esfuerzo Cortante (τ)	$(\sigma)(\tau)$	σ^2	τ^2
0.25	0.35	0.09	0.062500000	0.1228
0.50	0.45	0.23	0.250000000	0.2026
1.00	0.65	0.65	1.000000000	0.4259
1.75	1.45	0.97	1.31250000	0.7512

Esfuerzo normal promedio		Esfuerzo cortante promedio		Cov(σ, τ)	V(σ)
0.58333333		0.48435438		0.03920199	0.09722222

Valores del Esfuerzo Normal y Esfuerzo Cortante corregidos por Regresión Lineal Simple

Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
0	0.24914247
0.25	0.34994757
0.50	0.45075268
1.00	0.6523629

Cohesión UU:

0.249

Kgf/cm²

Ángulo de fricción (ϕ):

21.96

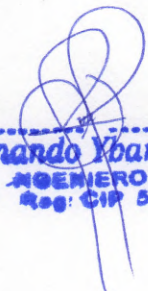
$$r^2 = bb'$$

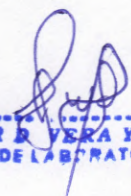
b	b'
0.40322043	2.47999445

$$r^2 = 0.99998443 < 0.8 \text{ Repetir ensayo}$$

$$r = 0.99999222$$

$$\text{Error} = 0.00155663 \%$$


Hernando Ybañez García
INGENIERO CIVIL
Reg: CIP 51151


WALTER D. VERA YBAÑEZ
TEC. DE LABORATORIO

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 33: Vista frontal del talud estudiado.



Figura 34: Se observó problemas de erosión en el talud.



Figura 35: Se observó colmatación de material en grandes proporciones en las cunetas revestidas.



Figura 36: Calicata 01, de dimensión 1.50x1.50x2.00.



Figura 37: Calicata 02, de dimensión 1.50x1.50x2.00.



Figura 38: Estrato de la calicata 01 en bolsa blanca.



Figura 39: Se obtuvo 06 estratos de la calicata 02.



Figura 40: Se extrajo una cuarta parte del suelo cuarteado para realizar los respectivos ensayos.



Figura 41: Se dejó secar la muestra a temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.



Figura 42: Se sacó las muestras que se dejó en el laboratorio un día antes.



Figura 43: Muestra molida por un martillo de goma, antes de realizar el ensayo de Limites de Consistencia.



Figura 44: La muestra secada se tamizo por la malla N°40 y se pesó 500 gramos para después realizar los ensayos de granulometría.



Figura 45: Realizando los ensayos de Limite Liquido y Limite Plástico.



Figura 46: Etapa final de los ensayos de laboratorio en el laboratorio de la Universidad Científica del Perú.