

UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZAN”

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO
MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL
TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE
PACHITEA, HUÁNUCO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA VIAL
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

TESISTAS:

RUIZ HUETE, JHONATAN DAVID

ORNETA RETIS, ABADIAS

ASESOR:

ING. ZEVALLOS HUARANGA, JORGE

HUÁNUCO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

La presenta investigación está dedicado a mis padres Klever y Ruth, quienes con su gran amor, trabajo y sacrificio me encaminaron en mi formación personal y profesional.

A mi esposa e hijos, por ser mi mejor inspiración y quienes me dan fortaleza para lograr mis metas.

Jhonatan David Ruiz Huete

DEDICATORIA

Con mucha felicidad dedico esta tesis a mi hermana Noemí, a mi padre Sabas y a mi hijo Ryan Arturo, y a mi compañera de vida Tanit por su apoyo incondicional.

También dedicarle esta tesis a mis hermanos y a mis hermanas por inspirarme ser cada vez mejor.

Y a “**FAMILIA ORNETA**” por los empujones que me faltaba para terminar mi carrera universitaria.

Abadias Ornetá Retis

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida, y guiar nuestros pasos.

Al Ing. Jorge ZEVALLOS HUARANGA por su confianza depositada en nosotros, por su asesoramiento y apoyo para culminar la presente tesis.

A mis estimados colegas de la Universidad por compartirnos sus conocimientos y brindarnos su apoyo.

RESUMEN

La presente tesis evaluó el factor de seguridad en taludes utilizando métodos numéricos en la provincia de Pachitea, Huánuco, y se pudo determinar el estado situacional actual del talud y se planteó alternativas de solución, ya que se observaron deslizamiento de rocas, derrumbes y colapso de la vía en el tramo de análisis, causando preocupación en los pobladores y los transeúntes que circulan dicha zona. Para ello primeramente se realizó la recolección de los datos, donde se partió del levantamiento topográfico del talud mediante un GPS diferencial, también se realizó el estudio de suelo mediante calicatas para conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo, con estos datos se procedió a analizar el factor de seguridad mediante la norma CE 020 y mediante el software GEO5-MEF, donde se comprobó que el estado actual del talud presenta una condición de inestabilidad y se planteó dos soluciones (métodos de muro con refuerzo geo sintético y sistema de suelo reforzado Terramesh), donde se concluye que la solución más óptima para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco es el sistema de muros terramesh empleando un costo de S/ 3,701,254.58.

Palabras clave: Talud, estabilidad, factor de seguridad, geosintéticos, sistema terramesh, Geo5, norma CE 020.

ABSTRACT

This thesis evaluated the safety factor on slopes using numerical methods in the province of Pachitea, Huánuco, and the current situational state of the slope was determined and alternative solutions were proposed, since rock slides, landslides and collapse of rocks were observed. the road in the section under analysis, causing concern among residents and passersby who circulate in that area. For this, data collection was first carried out, starting from the topographic survey of the slope using a differential GPS, the soil study was also carried out using pits to know the physical and mechanical properties of the soil, with these data we proceeded to analyze the safety factor through the CE 020 standard and through the GEO5-MEF software, where it was verified that the current state of the slope presents a condition of instability and two solutions were proposed (wall methods with geo-synthetic reinforcement and Terramesh reinforced soil system), where it is concluded that the most optimal solution for the stability of the slope located in the Rancho-Panao Km 42 section, district of Panao, province of Pachitea, Huánuco is the terramesh wall system using a cost of S/ 3,701,254.58.wall is resistant to traction due to its flexible behavior and its construction process is simple.

Keywords: Slope, stability, safety factor, geosynthetics, terramesh system, Geo5, CE 020 standard.

INTRODUCCIÓN

En muchas partes del Perú, la inestabilidad de taludes es un problema que pone en peligro a la población debido a que este genera de desprendimiento de materiales sueltos de los taludes provocando el colapso de la vía, para verificar si un talud se encuentra en una situación de estabilidad o inestabilidad existen diferentes métodos de análisis, donde mediante el factor de seguridad se puede deducir la condición del talud, partiendo de este concepto la presente tesis tiene como finalidad analizar el factor de seguridad en taludes utilizando métodos numéricos para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco para mejorar la calidad de vida de los pobladores que residen en la zona.

Para ello la tesis presenta 5 capítulos generales, los cuales contienen lo siguiente: el primer capítulo abarca sobre el planteamiento de los problemas y los objetivos generales y específicos, también se justificará la realización de la investigación, las limitaciones y la viabilidad. El capítulo dos contiene los antecedentes de distintos autores, las bases teóricas de distintas fuentes bibliográficas, también se planteó la hipótesis y las variables. El tercer capítulo contiene el enfoque, alcance y diseño de la investigación así también como las técnicas e instrumentos de recolección de datos. El cuarto capítulo se enfocará en calcular los parámetros del lugar, levantamiento topográfico estudio de suelos, modelamiento y análisis en GEO5, y también plantea las posibles soluciones para la inestabilidad de taludes. El capítulo cinco se presenta la discusión de los resultados

ÍNDICE

RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
INTRODUCCIÓN	VI
CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	7
1.1. FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	7
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN GENERAL Y ESPECIFICO	8
1.2.1. <i>Problema General</i>	8
1.2.2. <i>Problemas Específicos</i>	8
1.3. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS	9
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	9
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	9
1.4. JUSTIFICACIÓN	9
1.4.1. <i>Justificación Práctica</i>	9
1.4.2. <i>Justificación Teórica</i>	10
1.4.3. <i>Justificación Metodológica</i>	10
1.5. LIMITACIONES.....	10
1.6. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS GENERALES Y ESPECIFICA	11
1.6.1. <i>Hipótesis General</i>	11
1.6.2. <i>Hipótesis Específicas</i>	11
1.7. VARIABLES	11
1.7.1. <i>Variable Independiente</i>	11
1.7.2. <i>Variable dependiente</i>	11
1.8. DEFINICIÓN TEÓRICA Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	12
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	13

2.1.	ANTECEDENTES.....	13
2.1.1.	<i>Antecedentes Internacionales</i>	13
2.1.2.	<i>Antecedentes Nacionales</i>	15
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	17
2.2.1.	<i>Taludes</i>	17
2.2.2.	<i>Deslizamientos</i>	18
2.2.3.	<i>Factores que Intervienen en la Estabilidad de Taludes</i>	30
2.2.4.	<i>Análisis de Estabilidad de Taludes</i>	32
2.3.	BASE CONCEPTUAL	39
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....		41
3.1.	ÁMBITO	41
3.2.	POBLACIÓN.....	41
3.3.	MUESTRA	41
3.4.	NIVEL Y TIPO DE ESTUDIO	41
3.4.1.	<i>Nivel de Investigación</i>	41
3.4.2.	<i>Tipo de Investigación</i>	42
3.5.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	42
3.6.	MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	42
3.6.1.	<i>Recolección de Datos</i>	42
3.6.2.	<i>Presentación de Datos</i>	43
3.7.	PROCEDIMIENTO	43
3.8.	CONSIDERACIONES ÉTICAS	43
CAPITULO IV. RESULTADOS		44
4.1.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	44
4.2.	ANÁLISIS DE ESTUDIO DE SUELOS	46
4.3.	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	48

4.4.	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	55
4.4.1.	<i>Muro de Suelo Reforzado con Geosintéticos</i>	55
4.4.2.	<i>Sistema de suelo Reforzado Terramesh</i>	66
CAPITULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		75
CONCLUSIONES		78
RECOMENDACIONES		79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA		80
ANEXOS.....		83
ANEXO NO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA		84
ANEXO NO 2: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS		85
ANEXO NO 3: PLANOS DEL PROYECTO		87
ANEXO NO 4: PANEL FOTOGRÁFICO.....		92
ANEXO NO 5: ESTUDIO DE SUELOS		99
ANEXO NO 6: REPORTE DE CÁLCULOS		112
ANEXO NO 7: METRADOS Y PRESUPUESTO DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN		128
ANEXO NO 8: FICHAS TÉCNICAS DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN		133
NOTAS BIBLIOGRÁFICAS.....		135
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD		137
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS		139
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y D.J. DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....		140

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	12
TABLA 2 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	36
TABLA 3 CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	46
TABLA 4 LÍMITES DE ATTERBERG	46
TABLA 5 RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO.....	47
TABLA 6 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES.....	55
TABLA 7 SOLICITACIONES DEL SUELO PARA EL MURO DE REFUERZO.....	58
TABLA 8 FACTORES DE REDUCCIÓN PARA GEOTEXILES	59
TABLA 9 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES PARA MUROS DE REFUERZO CON GEOSINTÉTICOS	64
TABLA 10 SOLICITACIONES DEL SUELO PARA EL SISTEMA DE MURO TERRAMESH.....	68
TABLA 11 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DEL SISTEMA DE MUROS TERRAMESH.....	73
TABLA 12 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES.....	75
TABLA 13 COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL FACTOR DE SEGURIDAD DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	76
TABLA 14 COMPARACIÓN DE PRESUPUESTO DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	77

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 NOMENCLATURA DE TALUDES Y LADERAS	17
FIGURA 2 PARTES QUE CONFORMAN UN DESLIZAMIENTO	19
FIGURA 3 ESQUEMA DE CAÍDA DE ROCAS Y RESIDUOS	21
FIGURA 4 PROCESOS QUE CONDUCEN AL VOLCAMIENTO	22
FIGURA 5 PROCESO DE RECEPCIÓN	23
FIGURA 6 DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL DE UNA LADERA	24
FIGURA 7 DESLIZAMIENTOS DE TRASLACIÓN.....	25
FIGURA 8 RELACIÓN D/L PARA DESLIZAMIENTOS DE TRASLACIÓN Y ROTACIÓN	26

FIGURA 9 ESQUEMA DE EXTENSIÓN LATERAL.....	27
FIGURA 10 TIPOS DE HUNDIMIENTO POR DEFORMACIONES GEOLÓGICAS.....	28
FIGURA 11 ESQUEMA DE HUAYCOS	30
FIGURA 12 ACTIVIDADES ANTRÓPICAS QUE INESTABILIZAN LOS TALUDES.....	31
FIGURA 13 FALLA DE UN TALUD	32
FIGURA 14 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES.....	34
FIGURA 15 DISCRETIZACIÓN TÍPICA DEL ELEMENTO PARA EL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS	38
FIGURA 16 VISTA EN PLANTA DE LA ZONA DE ESTUDIO	44
FIGURA 17 PERFIL LONGITUDINAL DEL EJE 1-1	45
FIGURA 18 PERFIL LONGITUDINAL DEL EJE 2-2	45
FIGURA 19 INGRESAMOS LOS DATOS GEOMÉTRICOS DE TALUD EN EL PERFIL 1-1	49
FIGURA 20 CONFIGURACIÓN DEL TIPO DE SUELO.....	49
FIGURA 21 DISCRETIZACIÓN DEL TALUD EN ELEMENTOS MÁS PEQUEÑOS	50
FIGURA 22 MÉTODO DE ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD	50
FIGURA 23 RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD	51
FIGURA 24 INGRESAMOS LOS DATOS GEOMÉTRICOS DE TALUD EN EL PERFIL 2-2	52
FIGURA 25 CONFIGURACIÓN DEL TIPO DE SUELO.....	52
FIGURA 26 DISCRETIZACIÓN DEL TALUD EN ELEMENTOS MÁS PEQUEÑOS	53
FIGURA 27 MÉTODO DE ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD	53
FIGURA 28 RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD	54
FIGURA 29 ESQUEMA DE LOS MUROS DE REFUERZO CON GEOSINTÉTICOS.....	56
FIGURA 30 TRANSFERENCIA DEL REFUERZO FRICCIONAL ENTRE EL SUELO Y EL REFUERZO	57
FIGURA 31 GEOMETRÍA PLANTEADA DEL MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOTEXTILES.....	58
FIGURA 32 GEOMETRÍA DEL MURO REFORZADO CON GEOSINTÉTICOS	61
FIGURA 33 TIPO DE REFUERZO DE LOS GEOSINTÉTICOS.....	61
FIGURA 34 REFUERZO DEL GEOSINTÉTICO	62
FIGURA 35 TIPO DE SUELO DE RELLENO DEL GEOSINTÉTICO	62

FIGURA 36 ESTABILIDAD GLOBAL DEL MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOSINTÉTICO	63
FIGURA 37 CONDICIÓN ESTÁTICA DEL MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOSINTÉTICO, MÉTODO DE SPENCER	63
FIGURA 38 CONDICIÓN SÍSMICA DEL MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOSINTÉTICO, MÉTODO DE SPENCER.....	64
FIGURA 39 PRESUPUESTO DEL MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOSINTÉTICOS	65
FIGURA 40 PARTES DEL SISTEMA DE MUROS TERRAMESH	66
FIGURA 41 GEOMETRÍA PLANTEADA DEL SISTEMA DE MURO TERRAMESH.....	67
FIGURA 42 SIMULACIÓN DE LOS ESFUERZOS DEL SISTEMA TERRAMESH	68
FIGURA 43 GEOMETRÍA DEL SISTEMA TERRAMESH.....	70
FIGURA 44 TIPO DE REFUERZO DEL SISTEMA TERRAMESH	70
FIGURA 45 REFUERZO DEL SISTEMA TERRAMESH	71
FIGURA 46 TIPO DE SUELOS DE RELLENO	71
FIGURA 47 ESTABILIDAD GLOBAL DEL SISTEMA DE MUROS TERRAMESH.....	72
FIGURA 48 CONDICIÓN ESTÁTICA DEL SISTEMA DE MUROS TERRAMESH, MÉTODO DE SPENCER.....	72
FIGURA 49 CONDICIÓN SÍSMICA DEL SISTEMA DE MUROS TERRAMESH, MÉTODO DE SPENCER	73
FIGURA 50 PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE MUROS TERRAMESH.....	74

CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Fundamentación del Problema de Investigación

Los desprendimientos de los taludes en carreteras generan grandes pérdidas económicas, debido al bloqueo de estas, perjudicando a la economía de la población afectada.

Steluti & Azoia (2017) menciona que el desplazamiento a gran escala de las formaciones montañosas ha provocado accidentes importantes en todo el mundo a lo largo de los años. La población se ve severamente afectada por estos eventos, las zonas de mayor incidencia son las ciudades rodeadas de montañas. Una de las consecuencias de la inestabilidad de taludes es el impacto que estas generan en las carreteras ya que estas se ven afectadas por los bloqueos que generan los deslizamientos de taludes.

En el diario CORREO (2015) se da la información de que, Huánuco presenta cuantiosas pérdidas económicas. Según estimaciones de la Cámara de Comercio e Industrias de Huánuco, “hay pérdidas diarias de un millón y medio de soles, por los huaicos que cayeron en las zonas Tingo María y Chosica”. Los rubros afectados directamente por la interrupción de las vías, es el transporte, agricultura y los productos de primera necesidad, que a diario ingresan y salen de la ciudad de Huánuco, dijo Adrianzén Facundo.

A consecuencia de los bloques de carreteras muchas personas se ven afectadas ya que se ven imposibilitados de llegar sus centros de labores. Estas personas con la finalidad no faltar a sus centros de trabajo arriesgan sus vidas cruzando los huaycos, estas acciones tienen un final trágico que se manifiestan en pérdidas humanas como las que ocurrieron en Tingo María en el año 2019, Ambo en el año 2010 y muchas otras ciudades en las que los deslizamientos de taludes cobraron vidas humanas.

La situación actual del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco, preocupa a la población ya que en los últimos años se observaron deslizamiento de suelos y roca, las mismas que provocaron el colapso de la vía en el tramo de análisis, causando preocupación en los pobladores y los transeúntes que circulan dicha vía, por ello la presente investigación plantea como objetivo evaluar el factor de seguridad en taludes utilizando métodos numéricos para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco. Luego de haber analizados los resultados del análisis de estabilidad de taludes se plantearon alternativas de solución.

1.2. Formulación del Problema de Investigación General y Especifico

1.2.1. Problema General

¿Cómo evaluar el factor de seguridad en taludes utilizando métodos numéricos para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo identificar el estado actual del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco?
- ¿Cómo analizar el factor de seguridad en taludes empleando el software GEO5 para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco?
- ¿Cómo evaluar las posibles soluciones para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco?

1.3. Formulación de Objetivos Generales y Específicos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el factor de seguridad en taludes utilizando métodos numéricos para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar el estado actual del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco.
- Analizar el factor de seguridad en taludes empleando el software GEO5 para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco.
- Evaluar posibles soluciones óptimas para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Práctica

La presente tesis aporta de manera positiva a la población, ya que contribuye a la búsqueda de alternativas para la estabilización de taludes, de zonas que presenten este tipo de fallas. La zona de estudio presenta un peligro inminente de deslizamientos en épocas de lluvias, poniendo en peligro a los pobladores tanto niños, mujeres y ancianos que transitan hacia la ciudad de Panao.

1.4.2. Justificación Teórica

La presente tesis tendrá como base teórica las metodologías propuestas para el análisis de taludes y su factor de seguridad como: Método numéricos empleando elementos finitos

1.4.3. Justificación Metodológica

La presente tesis aportará de manera positiva, ya que se verificará el área de estudio utilizando medidas topográficas para la geometría del talud y pruebas mecánicas del suelo mediante calicatas para las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Luego se analiza la pendiente del talud utilizando el programa geotécnico GEO5-FEM para identificar los factores de seguridad y la región con mayor frecuencia de deslizamientos. Finalmente, se propusieron dos técnicas de estabilización: Muro de refuerzo con geosintético y Sistemas de suelos reforzados con Terramesh. La mejor opción se determinó desde un punto de vista técnico (factor de seguridad satisfactorio) y económico.

1.5. Limitaciones

Las limitaciones se presentaron durante la recolección de datos, para el levantamiento topográfico no se logró obtener datos topográficos en ciertas zonas del talud, ya que es altamente peligroso acceder a dichas zonas, limitándonos a realizar el procesamiento de estos datos, que no representa el 100% de la geometría real del talud.

De la misma manera para la extracción de muestras de la calicatas, ya que es peligro realizar calicatas de más de 1.50 metros de profundidad.

1.6. Formulación de Hipótesis generales y Especifica

1.6.1. Hipótesis General

La evaluación del factor de seguridad en taludes utilizando métodos numéricos, permite obtener un diagnóstico sobre la estabilidad del talud y plantear alternativas de mejoras en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea departamento de Huánuco.

1.6.2. Hipótesis Especificas

- El estado actual del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco, presenta un nivel de deslizamiento considerable.
- Los factores de seguridad en taludes empleando en software GEO5 para el análisis de los perfiles 1-1 y 2-2 no son mayores a 1.5, los cuales representan un peligro del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco.
- Las soluciones planteadas son óptimas en el diseño y en lo económico para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco.

1.7. Variables

1.7.1. Variable Independiente

Factor de seguridad

1.7.2. Variable dependiente

Estabilidad del talud

1.8. Definición Teórica y Operacionalización de Variables

Tabla 1

Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente	Propiedades del suelo	Angulo de Fricción Cohesión	Cuantitativa	Discreta
Factor de seguridad	Métodos numéricos	Elementos Finitos		
Variable dependiente	Evaluación económica	Presupuesto Comparación de Costos	Cuantitativa	Discreta
Estabilidad de taludes	Técnicas de estabilización	Sistema de suelo reforzado Terramesh Reforzamiento con geosintéticos		

Nota. Fuente: Elaboración propia

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

Steluti y Azoia (2017) elaboraron un artículo científico, en el cual analizaron la estabilidad del talud de un tramo crítico de una carretera en Guarulos, Brasil. El objetivo principal fue determinar el factor de seguridad del talud estudiado para poder determinar el estado situacional de dicho talud, ya que esta zona de estudio presenta deslizamientos de suelos de manera periódica, el análisis de estabilidad lo realizaron empleado herramientas de métodos numerosos, para ello se apoyaron en el software GeoEstudio 2012. En la investigación se concluye, que el talud estudiado presenta una estabilidad insatisfactoria ya que el factor de seguridad de dicho talud no supera el factor de seguridad mínimo que exigen las normas brasileñas que es de 1.5, además de ello se logró comprobar, que el talud estudiado presenta un 7.70% de probabilidad de colapso del talud en las épocas en las que las precipitaciones son más intensas.

Gurruchaga y Viscarra (2020) realizaron la publicación de un artículo científico, en la que se analiza la estabilidad de taludes en un área de expansión urbana en la ciudad de La paz Bolivia, el estudio se realizó en la urbanización Villa Exaltación ya que presenta una alta vulnerabilidad del colapso del talud, poniendo en riesgo a la población que habita en la parte inferior de dicho talud. En la investigación se identificaron 3 zonas críticas, en las cuales se realizaron el análisis de estabilidad de taludes, dichos análisis se realizaron empleado el método de elementos finitos para la estabilidad de taludes, para aplicar este método de análisis emplearon el software Plaxis. En la investigación mencionada se concluye que los factores de seguridad calculados fueron de 1.03, 0.88, 0.82 en los tres perfiles estudiados, por lo que estos perfiles se encuentran en peligro de colapso, además de ello plantearon alternativas de solución

tales como banquetas y remoción de material inestable, mediante las cuales se lograron estabilizar los perfiles analizados.

En el artículo científico publicado por, Arun et al. (2020) realizaron el estudio de estabilidad de un talud ubicado en el estado de Kerala un estado sureño de la India, en agosto del 2018 se produjeron grandes precipitaciones, siendo Kuranchery una de las regiones más afectadas, ya que murieron más de 483 personas debido a las inundaciones y los deslizamientos de taludes provocadas por las intensas precipitaciones. Debido a estas precipitaciones muchos taludes se inestabilizaron de las cuales se identificaron dos taludes críticos, sobre esto se realizaron el análisis de estabilidad para determinar el factor de seguridad. El análisis se realizó utilizando dos softwares GEO5 y PLAXIS 2D, los resultados obtenidos con GEO5 1.71 y 1.49 para ambo taludes analizados con PLAXIS 2D se obtuvieron resultados de 1.78 y 1.56 para ambos taludes, con estos resultados concluir erróneamente que los taludes son estables; sin embargo, no es así ya que una variación del nivel freático afecta grandemente a esto factores de seguridad reduciendo cada uno de ellos en 0.56.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Garay (2018) es su tesis titulada “*Comparación de métodos de estabilidad de taludes por equilibrio límite y por métodos numéricos en condiciones de carga estática y pseudo-estática*”, realiza el análisis de estabilidad de taludes del tramo de una carretera ubicado en la ciudad de Cutervo departamento de Cajamarca, se realizó el análisis comparativo de dos métodos de análisis de estabilidad, las cuales fueron el método de equilibrio límite y métodos numéricos (elementos finitos), en esta investigación se concluyó que realizar el análisis de estabilidad con métodos numéricos es más confiable ya que este método incluye en sus cálculos tensiones internas del suelo cosa que no realiza el método de equilibrio límite.

Torres (2020) en su publicación de un artículo científico, realizó el análisis de estabilidad de taludes en condiciones estáticas y sísmicas, en el tramo de una carretera en la provincia de Huarí departamento de Ancash, dicho análisis lo realizó empleado la técnica de métodos numéricos, de la cuales se concluyó que los taludes analizados se encuentran inestables con riesgo de colapsar en cualquier momento, por lo que requieren técnicas de estabilización. En esta investigación se planteó dos alternativas de solución las cuales fueron muro de gaviones y muros de suelo reforzado con geosintéticos, de estas dos alternativas de solución se concluyó lo siguiente, los muros de gaviones son una alternativa de solución técnica y económicamente viable en comparación con los muros de suelo reforzado.

Camacho (2021), realizó el análisis de estabilidad de taludes en la ciudad de Huaraz departamento de Ancash, el análisis lo desarrolló en empleado el software GEO5 bajo las solicitaciones estáticas y sísmicas. Se determinaron los factores de seguridad los cuales fueron de 0.84 y 0.57 bajo las solicitaciones estáticas y sísmicas respectivamente, con estos resultados obtenidos se concluyó que el talud en estudio se encuentra en peligro inminente de

deslizamiento. Para poder mitigar el riesgo de deslizamiento propuso tres alternativas de solución las cuales fueron las siguientes: muro de gravedad, muro de suelo reforzado con geotextiles y sistemas de muro terramesh de las tres alternativas la opción más técnica y económicamente viable es el sistema de muros terramesh ya satisface las exigencias del factor de seguridad bajo las solicitaciones estáticas y sísmicas mínimas exigidos por la norma.

Arana y Quispe (2013) en su tesis titulada “*Muro de suelo reforzado con Terramesh System aplicado al proyecto Chancadora primaria*”, realizaron el análisis de estabilidad de taludes y concluyeron que el talud analizado se encuentra inestable, por lo que plantaron una alternativa de solución que son los muros de suelo reforzado con terramesh logrando así mejorar el factor de seguridad hasta en un 14%, lo cual significa que esta solución planteada cumple con las exigencias de factor de seguridad mínimas.

2.2. Bases teóricas

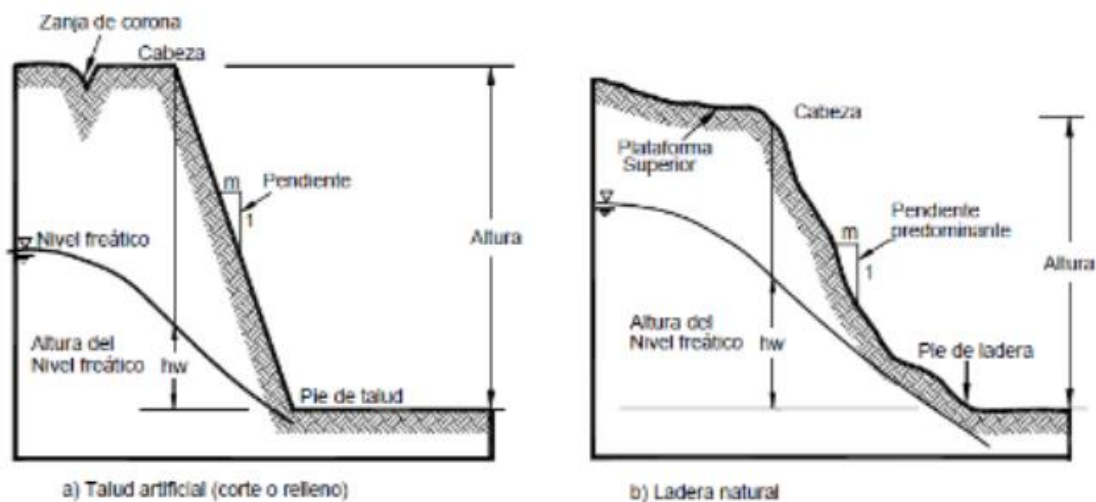
2.2.1. Taludes

Suarez (2009) menciona que, los taludes son ampliamente estudiados por diferentes disciplinas entre ellas la geología y la geotecnia, muchas de estas diciplinas utilizan deferentes termino similares para definir los taludes. Entre todas esas definiciones se tratará definir a los taludes desde el punto de vista de la geotecnia. (p. 2).

Juárez y Rico (2005), define a los taludes como cualquier superficie con un grado de inclinación con respecto a la horizontal que adoptan los suelos, esta forma adoptada de los suelos se da en forma natural o como consecuencia de la intervención antrópica, las formaciones de los taludes natural se les denomina laderas. (p. 255).

Figura 1

Nomenclatura de Taludes y Laderas



Nota. Fuente: Suarez (2009)

Suarez (2009) proporciona las definiciones de las partes de los taludes, las mismas que se detallan a continuación:

Pie de talud: Parte inferior del talud, el cual presenta un cambio brusco de la pendiente. La forma que toma el pie de talud es generalmente cóncava.

Cabeza, cresta, cima o escarpe: Parte superior del talud, el cual presenta un cambio brusco de la pendiente. La forma que toma la cabeza del talud es generalmente convexa.

Altura: Distancia vertical entre el pie y cabeza del talud.

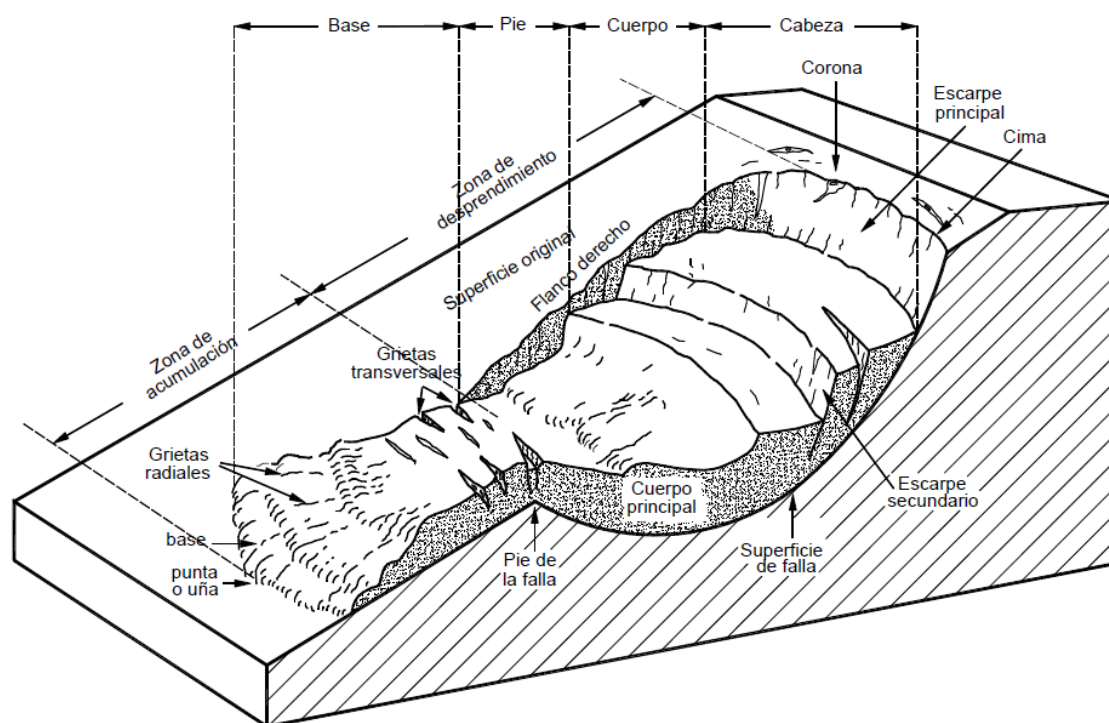
Altura del nivel freático: Distancia vertical, el cual se mide desde el pie de talud hasta nivel de agua.

Pendiente: Grado de inclinación que presenta un talud con respecto a la horizontal.

2.2.2. Deslizamientos

Antes de describir partes de un deslizamiento de suelos, es importante definir este término. El C.E. 020 Estabilización de Suelos y Taludes (2012) define como deslizamiento de suelos al movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla. (p. 7)

Si bien cada deslizamiento tiene algunas características, se pueden generalizar varias variables para comprender mejor su comportamiento e impacto. La descripción de los componentes de un deslizamiento de tierra se muestra en la Figura.

Figura 2*Partes que Conforman un Deslizamiento*

Nota. Fuente: Suarez (2009)

Los deslizamientos de suelos pueden tener muchos patrones de movimiento diferentes según las condiciones topográficas y la acción que los inicia, siendo los más comunes: a lo largo de la superficie de la falla.

Suarez (2009) proporciona las definiciones de las partes de deslizamientos de taludes, las mismas que se detallan a continuación:

Cabeza: Parte superior de la masa de material el cual se mueve.

Cima: Punto más alto de la cabeza.

Corona: Material inalterado el cual se encuentra por encima de cabeza.

Escarpe principal: Es la superficie inclinada dentro de la periferia posterior del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material.

Escarpe secundario: Superficie inclinada producida por el desplazamiento diferencial dentro de la masa que se mueve. En un deslizamiento pueden formarse varios escarpes secundarios.

Superficie de falla: área por debajo del deslizamiento, el cual delimita el volumen del material desplazado.

Pie de la superficie de falla: La línea de interceptación entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno.

Base: Área cubierta por el material desplazo.

Punta o cuña: Punto de la base, el cual se encuentra a más distancia de la cima.

Cuerpo principal del talud: Material desplazado, él se encuentra por encima de la superficie de falla.

Superficie original del terreno: Superficie original del talud antes del desplazamiento de material.

Costado o flanco: Un lado de movimiento (izquierda y derecha).

Bolaños Leandro (2021) menciona lo siguiente:

Dependiendo de las condiciones del terreno y los efectos causales, los deslizamientos de tierra pueden manifestarse en diferentes tipos de movimiento, los más comunes son: caída libre, movimiento en masa, erosión o flujo de suelo o conglomerado de rocas a lo largo de las superficies de falla. Varnes (1978) propuso un sistema de

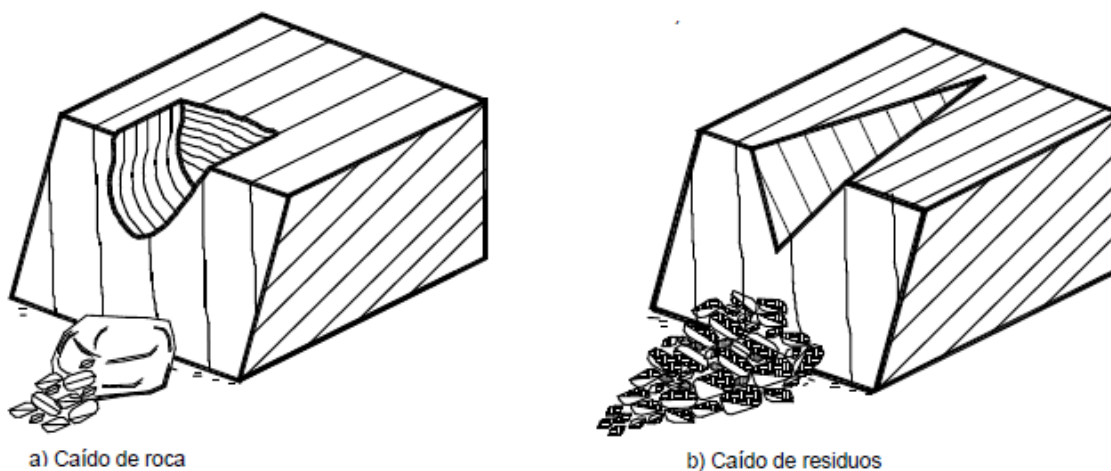
clasificación de deslizamientos, en el cual se describen los principales tipos de movimiento. (p. 9)

Suarez, (2009) hace una descripción breve de las clases de deslizamientos los cuales se presenta a continuación.

Caída: Suarez (2009) menciona que, este tipo de deslizamiento ocurre principalmente por desprendimiento de rocas, los cuales tienen una trayectoria de caída libre, con frecuencia suele ocurrir en taludes semivirtuales lo que representan un peligro para los elementos que se encuentran por debajo del talud. (p. 8)

Figura 3

Esquema de caída de rocas y residuos



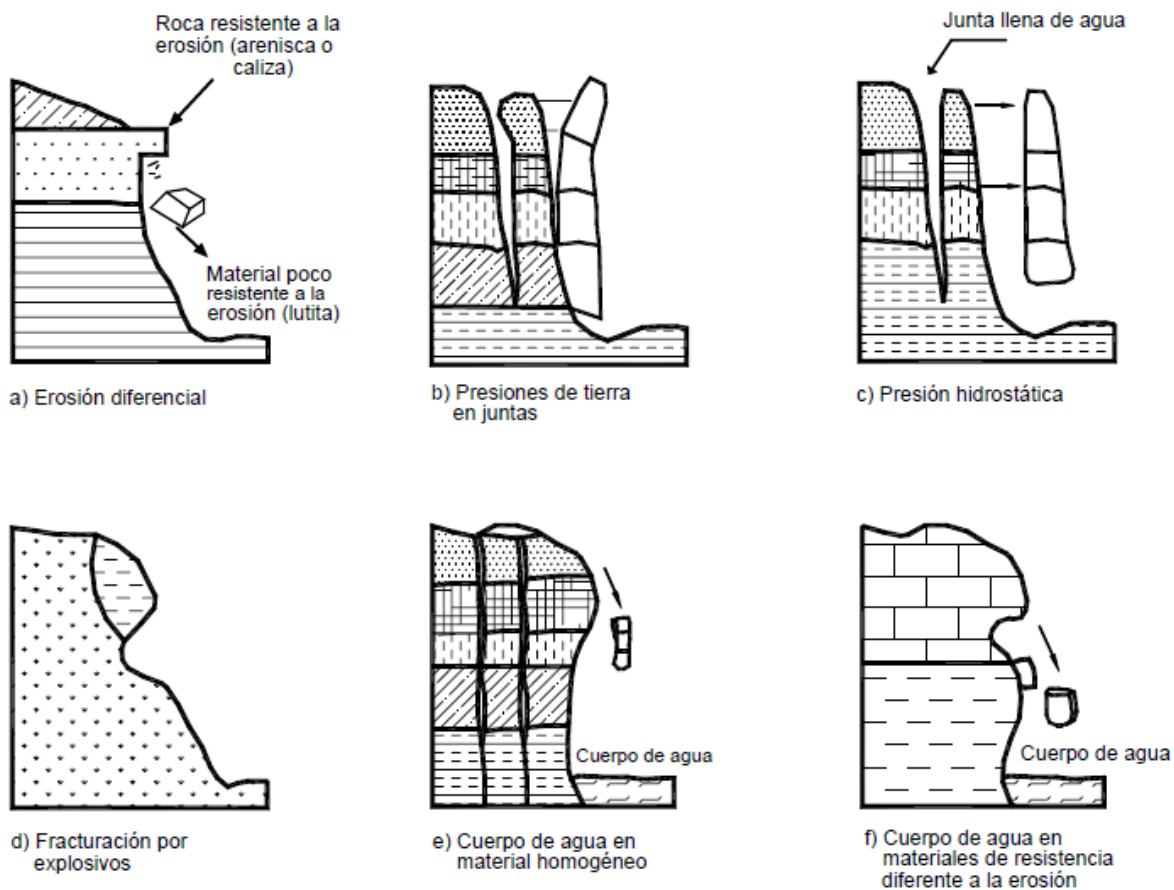
Nota. Fuente: Suarez (2009)

Inclinación o volcamiento: Según Suarez (2009), este tipo de movimiento implica la rotación hacia la superficie libre de un talud o talud de una o más unidades materiales cuyo centro de rotación se encuentra por debajo del centro de gravedad de la unidad. Por regla general,

los vuelcos se producen en la roca, pero también se producen en suelo cohesivo seco y en suelo residual, dependiendo de la geometría y la estructura geológica. (p. 11).

Figura 4

Procesos que conducen al volcamiento



Nota. Fuente: Suarez (2009).

Reptación “Creep”: Suarez (2009) define al fenómeno de receptación como:

movimientos del suelo bajo la superficie sin áreas de falla definidas. La profundidad del movimiento puede variar desde unos pocos centímetros hasta varios metros. Por regla general, los desplazamientos horizontales son de varios centímetros por

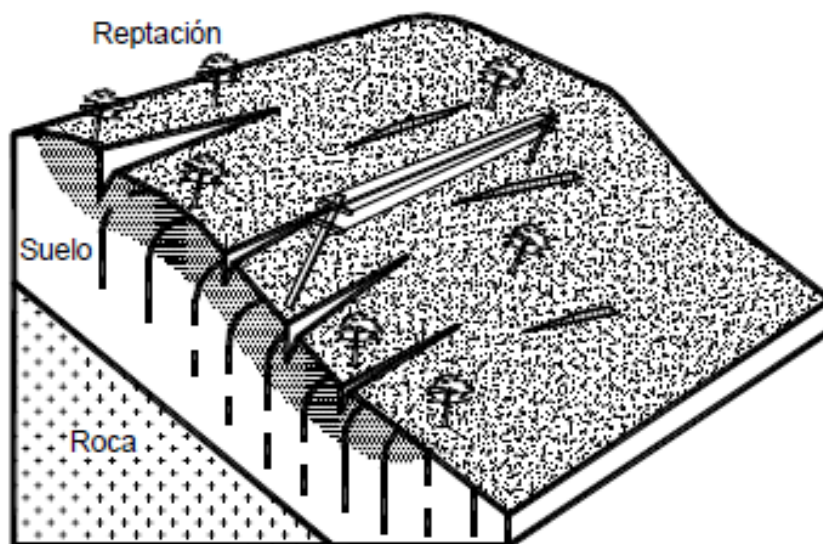
año y afectan a grandes extensiones de terreno. La escalada puede preceder a movimientos más rápidos, como corrientes directas o deslizamientos de tierra, y generalmente ocurre en pendientes bajas a moderadas.

Este tipo de fenómenos están relacionados con cambios climáticos asociados al humedecimiento y secado de suelos, generalmente arcillosos, muy blandos o modificados, con características extendidas. (p. 12)

En la siguiente figura se muestra un esquema de este tipo de fenómeno.

Figura 5

Proceso de reptación



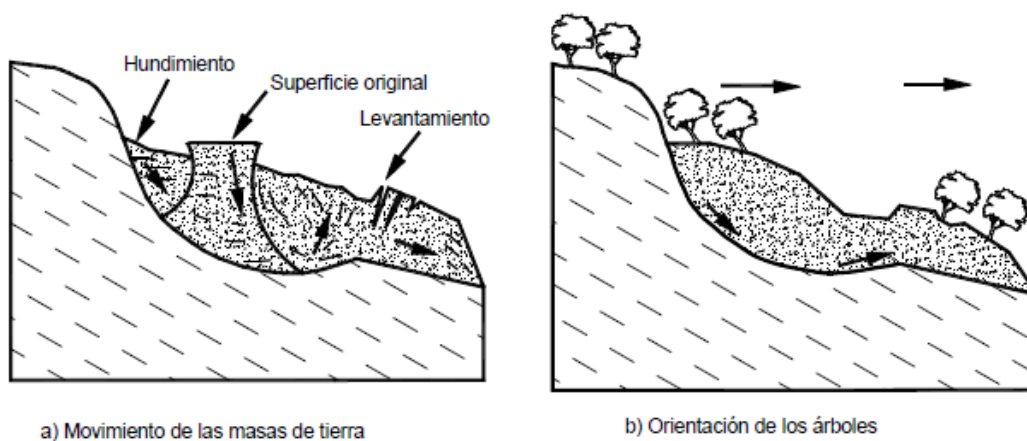
Nota. Fuente: Suarez (2009).

Deslizamiento de masa rotacional: De acuerdo a Suarez (2009), Los deslizamientos rotacionales de masa son fenómeno en la que, la masa se mueve formando una cóncava hacia

arriba. Este tipo de fenómenos poseen agrietamientos concéntricos y cóncavos en la dirección del movimiento, estos agrietamientos son visibles desde una vista en planta. (p. 14)

Figura 6

Desplazamiento rotacional de una ladera



Nota. Fuente: Suarez (2009).

Deslizamiento traslacional: Suarez (2009) menciona que:

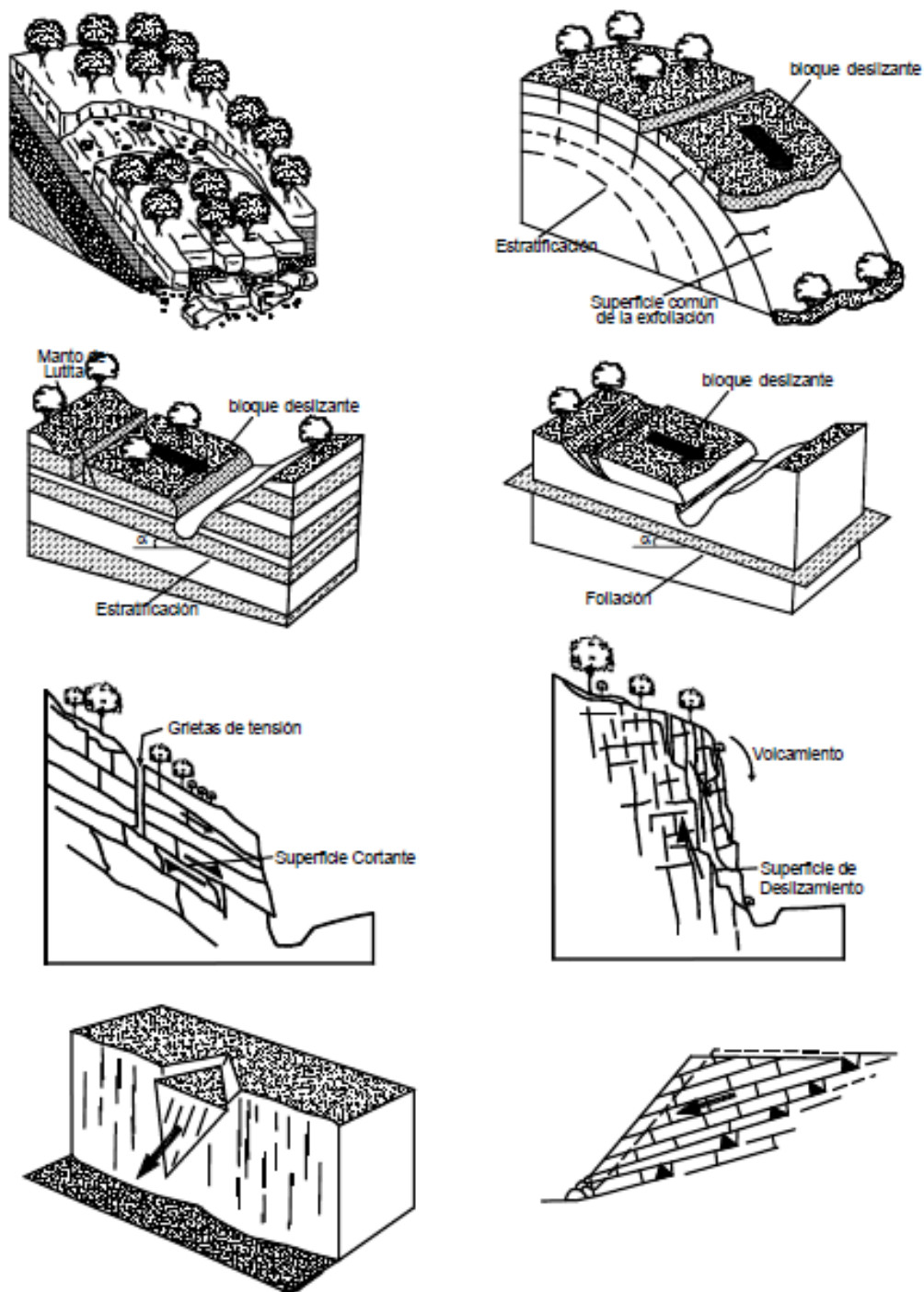
En el deslizamiento traslacional la masa se mueve hacia afuera o hacia abajo sobre una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y produce poca o ninguna rotación o movimiento de caída.

El movimiento de traslación suele estar controlado por superficies débiles como fallas, juntas, grietas, planos de suelo, estratigrafía, superficies de fricción o contacto entre rocas y terrenos blandos o taludes. (p. 17)

Los tipos de deslizamientos traslacionales más comunes se muestran en la siguiente figura.

Figura 7

Deslizamientos de traslación.

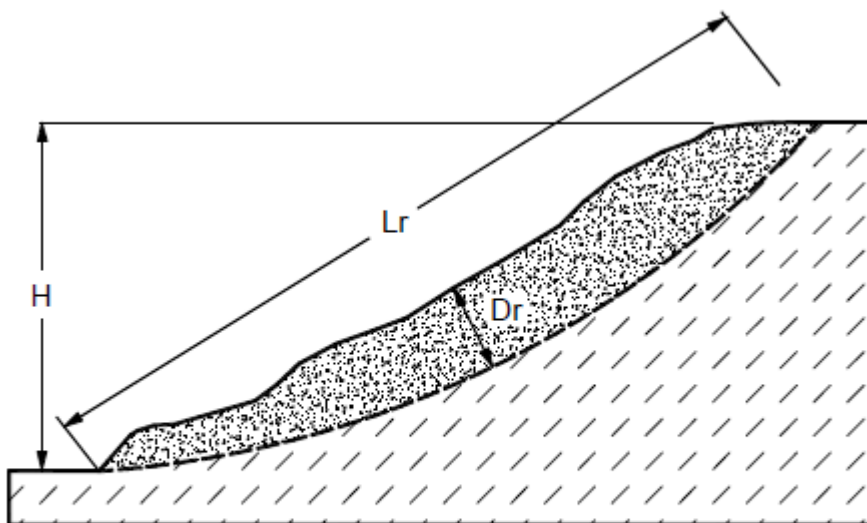


Nota. Fuente: Suarez (2009).

Diferencia entre los movimientos de rotación y de traslación: Para Suarez (2009) los deslizamientos de tierra, o movimientos sobre grietas directas en la roca, producen unidades interconectadas o colecciones de unidades interconectadas. La diferencia entre rotación y movimiento de traslación: en el movimiento de rotación, la relación D/L es mayor que 0,15 y en el movimiento de traslación, la relación D/L es menor que 0,10, como se muestra en la figura. Con la rotación, la masa trata de estabilizarse y con el movimiento de traslación, puede moverse cuesta abajo sin cesar. La diferencia más importante entre el movimiento rotacional y alternativo tiene que ver con la capacidad de usar o no diferentes sistemas de estabilización. Algunos sistemas de estabilización no son eficientes con el movimiento de rotación o traslación.

Figura 8

Relación D/L para deslizamientos de traslación y rotación



Deslizamiento Rotacional $0.15 < D_r/L_r < 0.33$

Deslizamiento Traslacional $D_r/L_r << 0.10$

Nota. Fuente: Abramson et al. (2002)

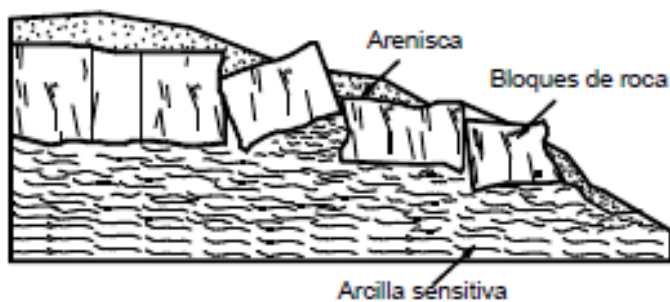
En los desplazamientos complejos con traslación y rotación son comunes los movimientos que involucran traslación y rotación como parte del modelo de desplazamiento general. Estos movimientos se denominan compuestos, asimismo el hundimiento o extensiones laterales pueden ocurrir juntos. La mayoría de los movimientos implican algún tipo de desplazamiento, aunque uno de ellos suele predominar.

Extensión lateral: Suarez (2009) define este tipo de fenómeno como, movimientos con componente mayoritariamente laterales con pendientes suaves. Las extensiones laterales se encuentran comúnmente en formaciones rocosas, en suelos plásticos, como arcillas sensibles y limos que pierden mucha fuerza al reacomodarse. El mecanismo de falla por extensión lateral también puede involucrar factores rotacionales de movimiento o de flujo en materiales plásticos. Por lo general, los movimientos son complejos y difíciles de describir. La velocidad de movimiento es muy lenta. La falla es progresiva, lo que significa que comienza en un área local relativamente pequeña y se propaga rápidamente a áreas más grandes. (p. 17-18)

El esquema de este tipo de movimiento se muestra en la Figura siguiente.

Figura 9

Esquema de extensión lateral

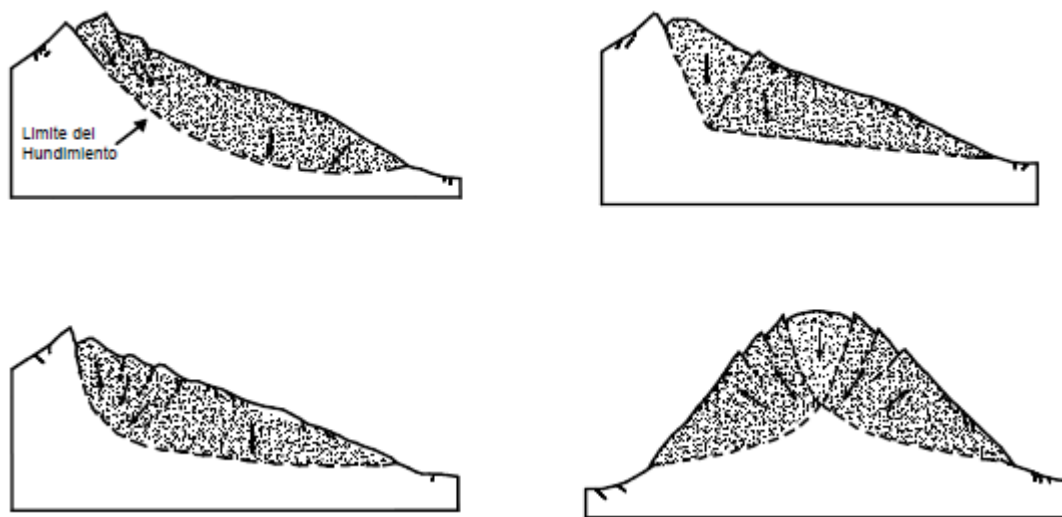


Nota. Fuente: Suarez (2009).

Hundimientos: Suarez (2009) manifiesta que, los hundimientos son movimientos de grandes producidas por la disminución del volumen de estas, por lo general el movimiento se produce de manera vertical. Ocurren en formaciones rocosas aparentemente maduras en las que tienen lugar procesos internos de cambio de p . El hundimiento incluye el hundimiento general de la tierra que puede ser causado por una variedad de causas naturales, incluida la disolución o formación de piedra caliza y la extracción de agua subterránea. Con relativa frecuencia, el hundimiento y el desplazamiento ocurren en el campo, en condiciones de hacinamiento o semicerradas, sin crear superficies de falla continuas. Estos desplazamientos son causados por deformaciones internas o reordenamientos de las partículas con un aumento en la presión.

Figura 10

Tipos de hundimiento por deformaciones geológicas.



Nota. Fuente: Suarez (2009)

Flujos: Suarez (2009) define este fenómeno como, movimiento relativo de pequeñas partículas ocurre en una masa en movimiento o deslizamiento sobre una superficie donde las deformaciones internas son relativamente grandes y el flujo se asemeja a una sustancia líquida

viscosa. La escorrentía requiere una cierta cantidad de agua, generalmente proporcionada por fuertes lluvias. También pueden desencadenarse por eventos sísmicos que conducen a la separación general de formaciones rocosas, o por efectos de licuefacción de suelos que pueden generar flujos.

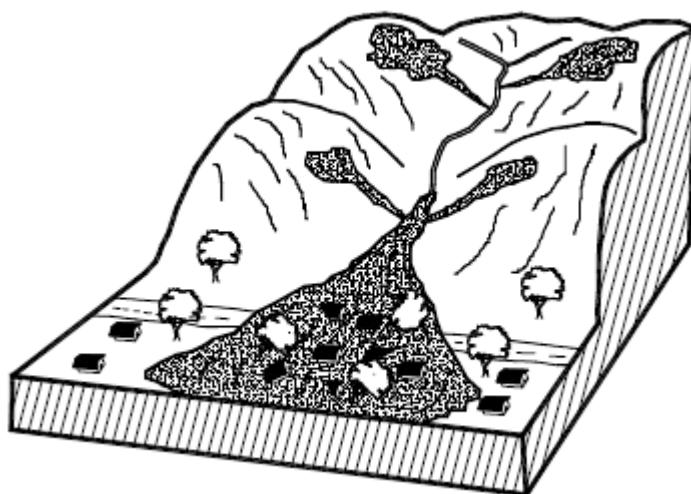
En el Perú este fenómeno se le conoce como huaycos, Martínez (1999) define a lo huaycos como, un fenómeno geológico debido al drenaje natural, precipitaciones leves de larga duración o precipitaciones intensas de poca duración, las cuales provocan un rápido e intenso deslizamiento, transporte y depósito de escombros no consolidados; todos estos eventos suelen ocurrir en pequeñas cuencas o en taludes con fuertes pendientes. Físicamente este fenómeno se ve como un fluido de agua y lodo que por efecto de la gravedad se desliza repentinamente a grandes velocidades. Este fluido suele tener densidad variable transportando consigo rocas, las cuales hace que los huaycos sean más destructivos debido a la gran carga que transportan.

El INGEMMET (2005) proporciona una definición de huaycos como:

“Movimientos rápidos de rocas, escombros y suelos saturados de agua, que ocurren en laderas y cauces de quebradas cuando ocurren lluvias intensas y prolongadas. Usualmente en su trayecto se desbordan lateralmente depositándose en su parte final en forma de abanico”. (p. 8)

Figura 11

Esquema de Huaycos



Nota. Fuente: Suarez (2009)

2.2.3. Factores que Intervienen en la Estabilidad de Taludes

Suarez (2009) menciona que la mayoría de los taludes parecen estar estables y estáticos, en realidad son sistemas dinámicos en constante evolución. Los taludes estables pueden volverse inestables con el tiempo por diversos factores, es necesario conocer estos factores que inestabilizan los taludes para poder conocer y diagnosticar el comportamiento de estos. Diagnosticar el estado situacional de un talud es muy importante ya que si el diagnóstico es erróneo podríamos estar proponiendo alternativas de solución inadecuadas que no funcionarían y además de ellos no se estaría cumpliendo el objetivo principal de estabilizar los taludes en inminente colapso. (p. 37)

Los factores que desencadenan el colapso de los taludes son diversos, dichos factores interactúan entre ellos y a consecuencia de ello los taludes colapsan y generan deslizamientos de masas generando destrucción a su paso.

Suarez (2009) proporciona conceptos de algunos de los factores que afectan la estabilidad de los taludes, las cuales se presentan a continuación

Pendiente y relieve: A medida que aumenta la pendiente, tienden a aumentar sus fuerzas desestabilizadoras y disminuyen los coeficientes de seguridad frente a deslizamientos. Los taludes inclinados son muy susceptibles a deslizamientos de tierra e inundaciones de lodo.

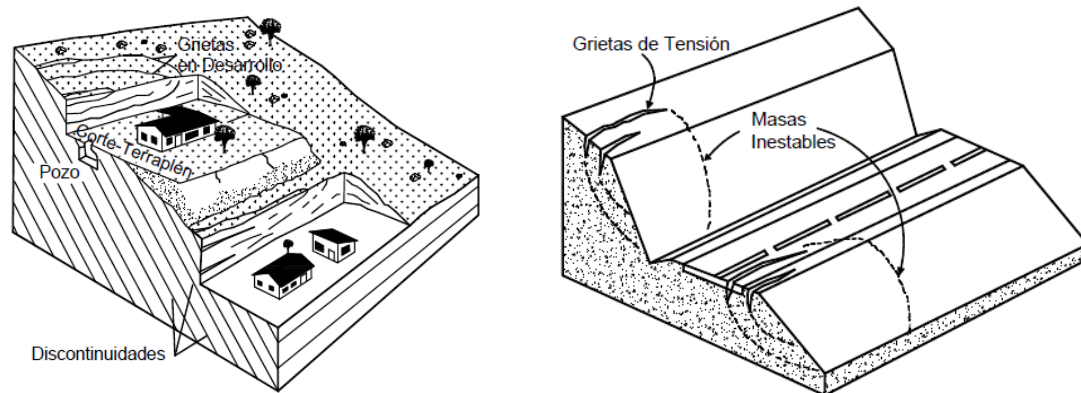
Clima e hidrología: El clima y especialmente las precipitaciones juegan un papel importante en la estabilidad del talud. La presencia o ausencia de agua determinan las condiciones de los procesos de meteorización de suelos. Las fuerzas que actúan sobre la pendiente cambian a medida que cambian las condiciones ambientales.

Actividad sísmica: La actividad sísmica puede inestabilizar los taludes debido a la vibración del suelo que estas provocan.

Efecto antrópico: La intervención del hombre modificando su entorno en beneficio propio, inestabilizan los taludes en ocasiones modificando los taludes naturales con actividades tales como: construcción de carreteras, explanaciones para viviendas, agricultura entre otros

Figura 12

Actividades Antrópicas que Inestabilizan los Taludes.



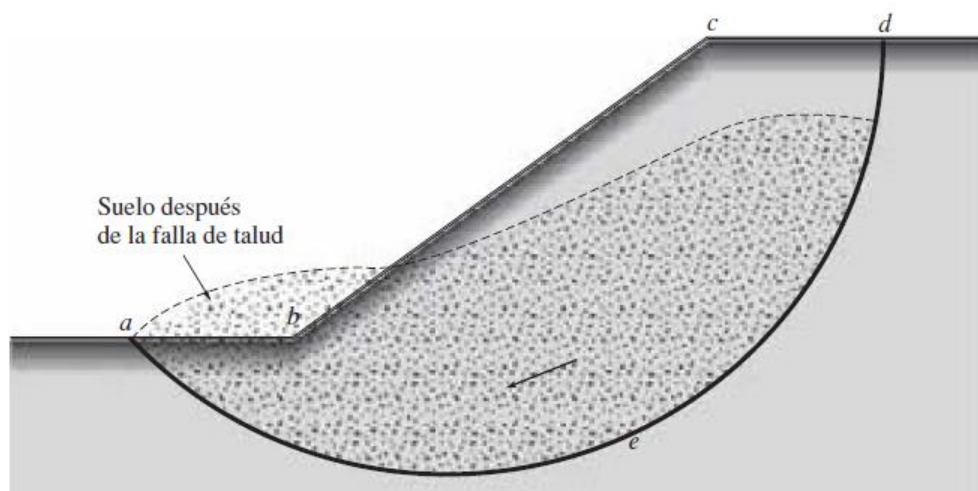
Nota. Fuente: Suarez (2009)

2.2.4. Análisis de Estabilidad de Taludes

Braja (2013) menciona que los taludes ya sean naturales o construidas son susceptibles a fallas ya que lo efecto de la gravedad hará que el suelo se desplace hacia abajo, como se muestra en la figura. Si la pendiente del talud es demasiado grande hay más probabilidades de que ocurra un colapso del talud, asimismo podemos afirmar que, si el peso de la parte superior del talud es mayor que la resistencia al corte del propio suelo el talud colapsara. (p. 334)

Figura 13

Falla de un Talud



Nota. Fuente: Braja (2013)

Bolaños (2021) menciona que, debido a este problema, se desarrolló un método conocido como análisis de estabilidad de taludes. Este método consiste en calcular la resistencia última al corte del suelo y la capacidad de resistencia del suelo. (p. 5)

Esta relación se conoce como factor de seguridad, Braja (2013) define al factor de seguridad como la relación entre la resistencia media al corte del suelo y el esfuerzo cortante promedio desarrollado a lo largo de la superficie de falla. (p. 335)

$$FS_s = \frac{\tau_f}{\tau_d}$$

Donde:

FS_s = *factor de seguridad con respecto a la resistencia.*

τ_f = *resistencia cortante promedio del suelo.*

τ_d = *esfuerzo cortante promedio a lo largo de la superficie de falla*

Entonces se puede decir que el valor del factor de seguridad indica el equilibrio de la masa del suelo y teóricamente ofrece tres escenarios posibles, a saber:

- $FS_s = 1$: Talud en equilibrio limite, es decir el cambio más pequeño de cualquier factor, ya sea resistencia o tensión, resultará en un cambio de estado.
- $FS_s > 1$: Talud estable, es decir que existe un margen en el cual se puede alterar el talud sin llevarlo al colapso.
- $FS_s < 1$: Talud inestable, es decir que el talud tiene alta probabilidad de colapso.

Metodología para el Análisis de Taludes

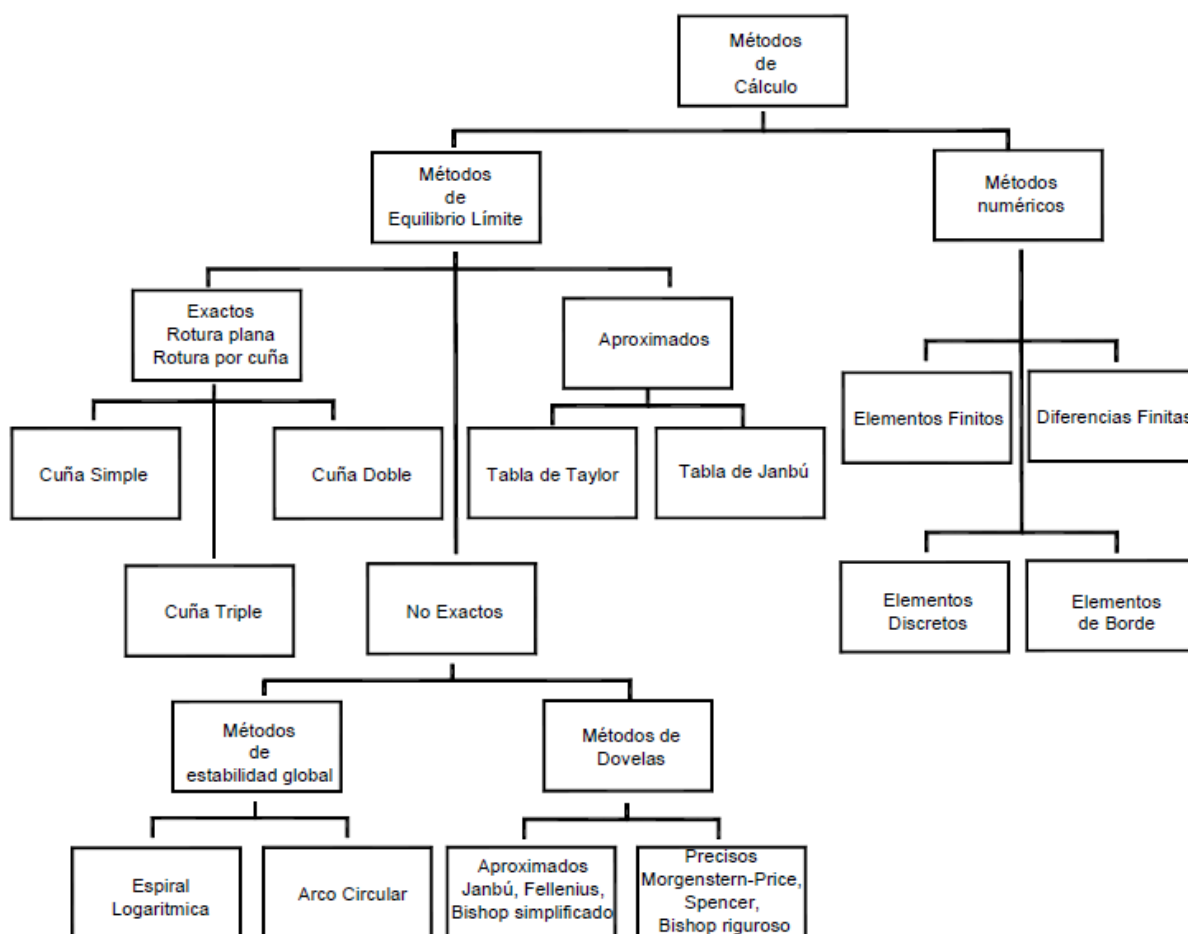
Suarez (2009) menciona lo siguiente:

Se han desarrollado diversos métodos para el análisis de estabilidad de taludes, entre las cuales se encuentran el método de equilibrio limite, lo métodos numéricos y los métodos dinámicos. Los métodos de equilibrio se caracterizan por su facilidad en proceso de calcular el fator de seguridad de un talud, también permiten analizar diversas situaciones mediante técnicas probabilísticas para determinar el caso mas probable de falla de un talud.

Por otro lado los métodos numéricos son los métodos que proporcionan mayor aproximación en cálculo del factor de seguridad, sin embargo el proceso del cálculo del factor de seguridad es muy complejo ya que hay una infinidad de cálculos preliminares para llegar al valor de dicho factor, en la actualidad se utilizan softwares que facilitan el procedimiento para calcular el factor de seguridad, con la ayuda de estas herramientas informáticas los métodos numéricos para determinar el factor de seguridad de taludes se convierten en técnicas más rápidas y eficientes. (p. 128)

Figura 14

Métodos de Análisis de Estabilidad de Taludes



Nota. Fuente: Suarez (2009)

Métodos de equilibrio límite:

Suarez (2009) manifiesta que:

Durante mucho tiempo se ha realizado el análisis de estabilidad de taludes por técnicas de equilibrio límite. Esta técnica de análisis sugiere que cuando ocurre una falla, las fuerzas actuantes y resistentes a lo largo del plano de falla son iguales, lo que corresponde a un factor de seguridad igual uno.

El análisis puede ser realizado en toda la longitud de la superficie de falla o dividiendo la masa en dovelas. El sistema de dovelas desarrollado por Fellenius (1936) se ha ido mejorando a lo largo del tiempo. Algunos de los métodos que utilizan la técnica de equilibrio límite son aproximaciones mientras que otros son precisos. Los métodos de Bishop (1955) y Janbú (1954) se han utilizado para realizar cálculos aproximados en los últimos 50 años, sin embargo, con el pasar del tiempo se han ido desarrollando métodos más precisos y complejos como los que plantea Morgenstern Price (1965) y Spencer (1967), debido al análisis riguroso y a las iteraciones que se realizan para determinar el factor de seguridad se recurrieron a softwares que facilitan estos cálculos. (p. 135)

Tabla 2*Métodos de Análisis de Estabilidad de Taludes*

Método	Superficies de Falla	Equilibrio	Características
Talud infinito	Rectas	Fuerzas	Bloque delgado con nivel freático, falla paralela a la superficie.
Bloques o cuñas	Cuñas con tramos rectos	Fuerzas	Cuñas simples, dobles o triples, analizando las fuerzas que actúan sobre cada cuña.
Espiral logarítmica (Frohlich, 1953)	Espiral logarítmica	Fuerzas y momentos	Superficie de falla en espiral logarítmica. El radio de la espiral varía con el ángulo de rotación.
Arco circular, (Fellenius, 1922)	Circulares	Momentos	Círculo de falla, el cual es analizado como un solo bloque. Se requiere que el suelo sea cohesivo ($\phi = 0$).
Ordinario (Fellenius 1927)	Circulares	Fuerzas	No tiene en cuenta las fuerzas entre dovelas
Bishop simplificado (Bishop 1955)	Circulares	Momentos	Asume que todas las fuerzas de cortante, entre dovelas, son cero.
Janbú Simplificado (Janbú 1968)	Cualquier forma	Fuerzas	Asume que no hay fuerza de cortante entre dovelas.
Sueco Modificado. (1970)	Cualquier forma	Fuerzas	Las fuerzas entre dovelas tienen la misma dirección que la superficie del terreno. Las fuerzas entre dovelas están inclinadas
Lowe y Karafiath (1960)	Cualquier forma	Fuerzas	en un ángulo igual al promedio de la superficie del terreno y las bases de las dovelas.
Spencer (1967)	Cualquier forma	Momentos y fuerzas	La inclinación de las fuerzas laterales es las mismas para cada tajada, pero son desconocidas.

Morgenstern y Price (1965)	Cualquier forma	Momentos y fuerzas	Las fuerzas entre dovelas, sea asume, que varían de acuerdo con una función arbitraria.
Sarma (1973)	Cualquier forma	Momentos y fuerzas	Utiliza el método de las dovelas en el cálculo de la magnitud de un coeficiente sísmico requerido para producir la falla.

Nota. Fuente: Suarez (2009)

Métodos numéricos para el análisis de estabilidad de taludes

Suarez (2009) menciona que, los deslizamientos de taludes presentan mecanismos de falla muy complejos, por lo que los métodos de equilibrio límite presentan limitaciones debido a que los cálculos que se realizan no son capaces de tener en cuenta las deformaciones, las cuales determinan los procesos de falla progresivas y los que dependen del factor tiempo. (p. 159)

Debido a las limitaciones que presenta los métodos de equilibrio límite, Valiente et al. (2015) manifiesta que:

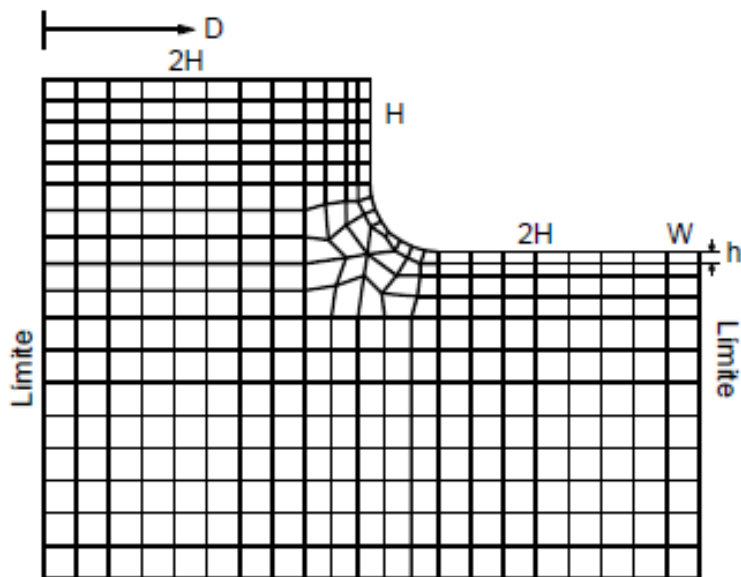
Es recomendable recurrir a cálculos por métodos numéricos, como por ejemplo el método de elementos finitos que incluye en sus cálculos las tensiones internas del suelo y las deformaciones de este último. El método de los elementos finitos consiste en discretizar el elemento en elementos más pequeños, a los cuales se les asigna las diferentes características geotécnicas tales como: la cohesión, el ángulo de fricción, entre otros.

Los métodos numéricos aplican la técnica de análisis del “phi – reduction”, en la que se reduce la resistencia en elementos discretizados aplicándole el factor de seguridad, hasta llegar a un valor de este último en el cual el proceso no es convergente. (p. 53)

$$C_{\text{calculo}} = \frac{C}{F}; \text{tg}\phi_{\text{calculo}} = \frac{\text{tg}\phi}{F}$$

Figura 15

Discretización típica del elemento para el análisis por elementos finitos



Nota. Fuente: Suarez (2009)

2.3. Base Conceptual

Suelo:

Agregados naturales de partículas minerales granulares y cohesivas separables por medios mecánicos de poca energía o por agitación de agua. (C.E. 020, 2012, p. 6)

Talud:

Según talud se define como una superficie de suelo expuesto, que presenta un grado de inclinación con respecto a la horizontal.

Deslizamiento:

Movimiento ladera abajo de una masa 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. (C.E. 020, 2012, p. 4)

Huayco:

Movimientos rápidos de rocas, escombros y suelos saturados de agua, que ocurren en laderas y cauces de quebradas cuando ocurren lluvias intensas y prolongadas. Usualmente en su trayecto se desbordan lateralmente depositándose en su parte final en forma de abanico. (INGEMMET, 2005, P. 8)

Superficie de falla:

El término superficie de falla se utiliza para referirse a una superficie asumida a lo largo de la cual puede ocurrir el deslizamiento o la rotura del talud. (Suarez, 2009, p. 149)

Factor de seguridad:

relación entre la resistencia media al corte del suelo y el esfuerzo cortante promedio desarrollado a lo largo de la superficie de falla. (Braja,2013, p. 335)

Estabilidad 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. (C.E. 020, 2012, p. 4)

Análisis de Estabilidad de Taludes:

Proceso en el que se evalúan cuantitativamente la interacción entre las fuerzas estabilizantes o resistentes y las fuerzas desestabilizantes o movilizantes que actúan sobre un talud. (C.E. 020, 2012, p. 4)

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Ámbito

En el ámbito geográfico la tesis de desarrollo en el kilómetro 42 de la carretera Rancho – Pano, el cual se encuentra ubicado al ingreso de la ciudad de Pano. En el ámbito temporal la tesis de desarrollo en los meses de mayo y junio del 2023.

3.2. Población

En la presente investigación la población está conformada por los taludes que forman parte del tramo de la carretera Rancho – Pano, distrito de Pano, provincia de Pachitea departamento de Huánuco

3.3. Muestra

El muestreo para la presente investigación se realizó por el método no probabilístico, por lo que se ubicó la muestra en el tramo de la carretera Rancho-Pano Km 42, distrito de Pano, provincia de Pachitea departamento de Huánuco, debido al evidente deslizamiento del talud en el tramo analizado.

3.4. Nivel y Tipo de Estudio

3.4.1. Nivel de Investigación

El nivel de la investigación es descriptivo, ya que se evaluará y determinará el factor de seguridad con los parámetros físicos y mecánicas del suelo obtenidos para posteriormente plantear soluciones y seleccionar la alternativa técnica y económicamente factible. Según Cohen y Gómez (2019), el nivel descriptivo tiene como objetivo conocer las características de un elemento específico en las dimensiones, variables e indicadores que conforman el objeto de estudio.

3.4.2. Tipo de Investigación

Esta tesis se basa en una investigación cuantitativa, ya que los datos se presentan de forma numérica con el objetivo de medir el factor de seguridad para la estabilidad de taludes con el método planteado. Según Cohen y Gómez (2019), el enfoque cuantitativo se refiere al uso de valores numéricos para realizar evaluaciones precisas de los elementos analizados.

3.5. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación fue no experimental y transversal. Ya que se evaluará el talud en su estado actual y natural sin realizar ninguna modificación en las variables. Además, se mostró transversal, ya que el instrumento de recolección de datos se aplicó en una sola ocasión para recopilar información de campo válida para la investigación (Cohen y Gómez, 2019).

3.6. Métodos, Técnicas e Instrumentos

3.6.1. Recolección de Datos

Técnicas: Para la presente investigación se empleó como técnica principal la observación, ya que se realizará el análisis situacional del tramo de estudio de taludes, para posteriormente determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo y también las características geométricas del talud.

Instrumentos: Se utilizaron instrumentos de medición tales como GPS diferencial y flexómetro, para el levantamiento topográfico de la zona de estudio. Para el análisis de las muestras de las calicatas se utilizaron instrumentos de laboratorio de suelos. El software GEO5 se utilizó para calcular los factores de seguridad de los taludes por métodos numéricos.

3.6.2. *Presentación de Datos*

En la presente investigación se utilizó como herramienta para la presentación de los resultados el software Microsoft Excel, esto permitió crear tablas para organizar la información. Además, se realizó una validación de la hipótesis planteada para demostrar el factor de seguridad y las posibles soluciones planteadas.

3.7. Procedimiento

La presente investigación se inició con el levantamiento topográfico con GPS diferencial de la zona de estudio y la extracción de las muestras de calicatas, posteriormente se procesaron los datos topográficos obtenidos en campo con el software AUTOCAD CIVIL 3D para conocer las características geométricas de la zona de estudio, luego de ello se realizaron los ensayos de las muestras de suelos que fueron analizadas en el Laboratorio de Geotecnia, Pavimentos y Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

Luego de haber obtenido los resultados de los ensayos anteriormente realizados, se procedió a determinar y analizar los factores de seguridad de los taludes y las técnicas de estabilización de taludes con el software GEO5, además de ello se utilizó el programa S10 para la comparación de costos en la evaluación económica.

3.8. Consideraciones Éticas

La presente investigación es desarrollo únicamente de los autores, los cuales se basaron en fuentes confiables para extraer información necesaria para el desarrollo de la presente investigación. Los ensayos de las muestras de suelos se realizaron en el Laboratorio de Geotecnia, Pavimentos y Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, lo que representa una confiabilidad de los instrumentos utilizados para realizar los ensayos necesarios.

CAPITULO IV. RESULTADOS

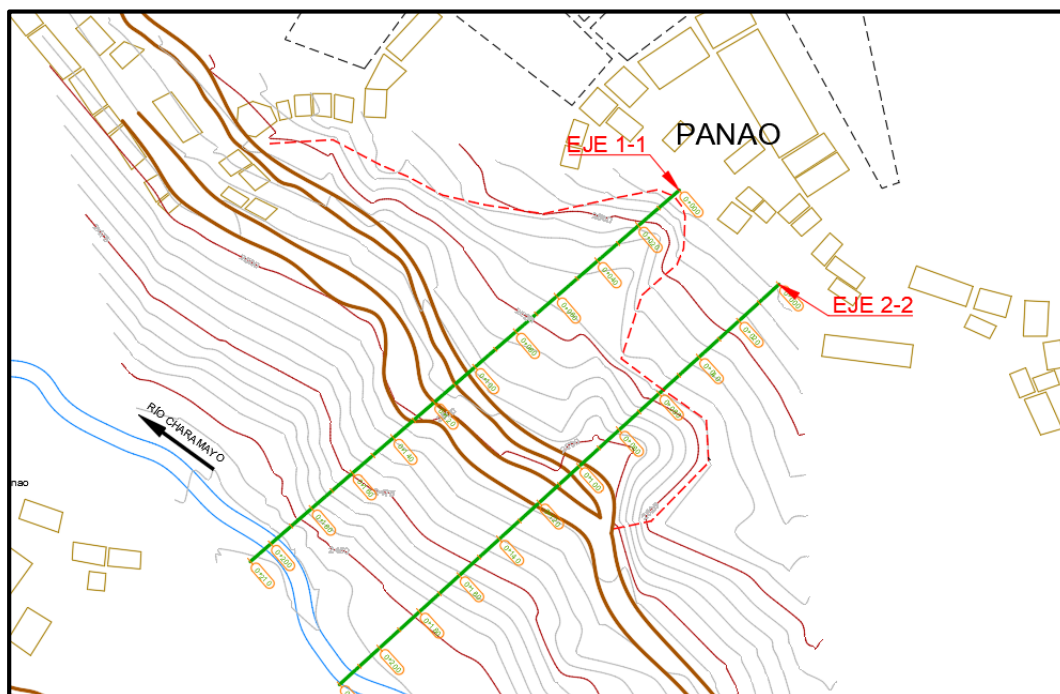
4.1. Levantamiento Topográfico

La presente investigación se inició con la ubicación de la zona de estudio, luego de ello se procedió a realizar los trabajos topográficos equipos de medición tales como GPS diferencia y flexómetro. Estos trabajos se realizaron con la intención de conocer las características geométricas que presentan los taludes de análisis.

Una vez obtenido los datos del levantamiento topográfico se procesaron en estos datos en el software CIVIL 3D para determinar las áreas que presenten mayor deslizamiento, con la ayuda de este software y con la técnica de observación se identificaron dos zonas críticas en la zona de estudio los cuales fueron analizados posteriormente.

Figura 16

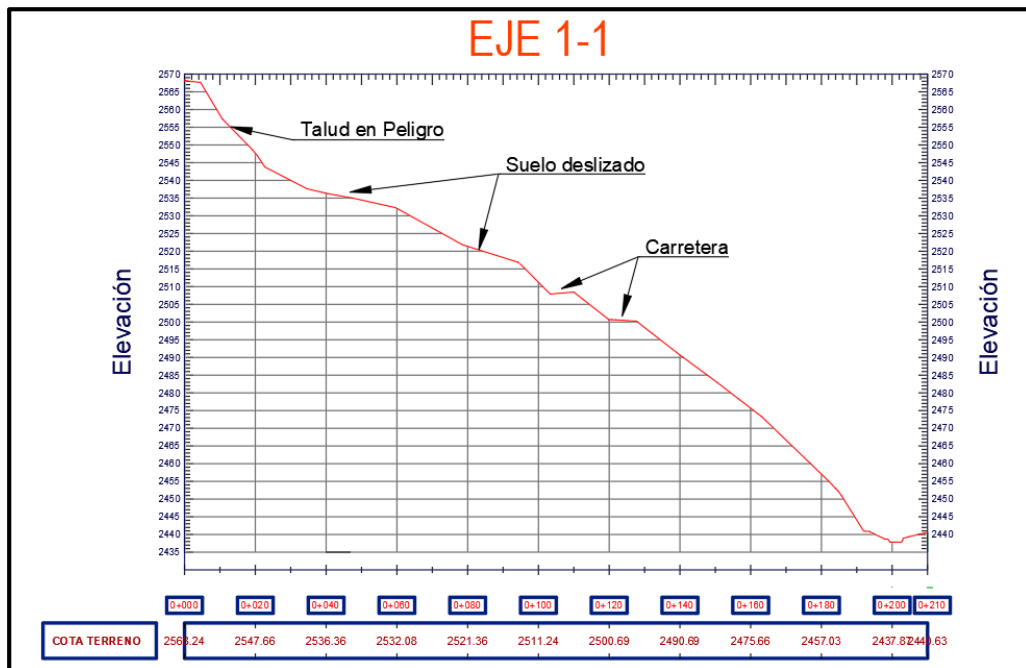
Vista en planta de la zona de estudio



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura 17

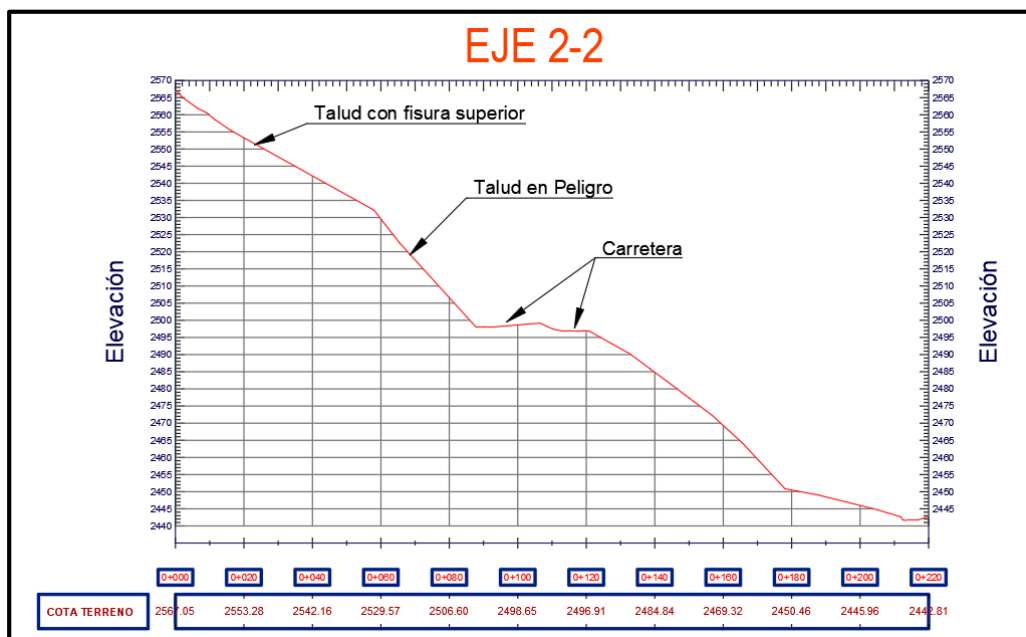
Perfil longitudinal del eje 1-1



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura 18

Perfil longitudinal del eje 2-2



Nota. Fuente: Elaboración Propia

4.2. Análisis de Estudio de suelos

Se realizó la extracción de muestras de suelo en dos calicatas (C-1) y (C-2). Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Geotecnia, Pavimentos y Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan para realizar los siguientes ensayos:

- Clasificación de suelos.
- Contenido de humedad.
- Limite líquido.
- Limite plástico.
- Corte directo.

En la siguiente tabla se muestra las características de los suelos obtenidos como: el contenido de humedad y la clasificación de suelo.

Tabla 3

Contenido de humedad y clasificación de suelos

Calicata	% de Humedad	Clasificación AASHTO	Clasificación SUCS
C-1	7.95	A-4 Suelo limoso	Arcilla limosa CL-ML
C-2	7.80	A-4 Suelo limoso	Limo de baja plasticidad arenoso ML

Nota. Fuente: Elaboración propia

De la misma manera se realizaron los ensayos para determinar los límites de Atterberg.

La siguiente tabla muestra los resultados de dichos ensayos.

Tabla 4

Límites de Atterberg

Calicata	Limite Plástico	Limite Liquido	Índice de Plasticidad
C-1	12.59	18.65	6.06
C-2	23.50	28.06	4.56

Nota. Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra las características de los suelos obtenidos como: ángulo de fricción y cohesión del talud.

Tabla 5

Resultados del ensayo de corte directo

Calicata	Angulo de fricción	Cohesión
C-1	30.52°	0.01 kg/cm ²
C-2	33.39°	0.02 kg/cm ²

Nota. Fuente: Elaboración propia

Calicata N° 01:

La calicata 1 con una profundidad de 150 cm, tuvo como resultados lo siguiente: no se encontró nivel freático en el talud durante el estudio de suelos, presenta un contenido de humedad de 7.95 %, tuvo una clasificación según AASHTO como (A-4 Suelo limoso) y según SUCS como (Arcilla limosa CL-ML), límites de Atterberg de limite plástico de 12.59, limite liquido 18.65 y índice de plasticidad de 6.06, y tuvo ángulo de fricción de 30.52° y cohesión del talud 0.01 kg/cm².

Calicata N° 02:

La calicata 2 con una profundidad de 150 cm tuvo como resultados: no se encontró nivel freático en el talud durante el estudio de suelos, presenta un contenido de humedad de 7.95 %, tuvo una clasificación según AASHTO como (A-4 Suelo limoso) y según SUCS como (Limo de baja plasticidad arenoso ML), límites de Atterberg de limite plástico de 23.50, limite liquido 28.06 y índice de plasticidad de 4.56, y tuvo ángulo de fricción de 33.39° y cohesión del talud 0.02 kg/cm².

4.3. Análisis de Estabilidad de Taludes

Con los datos procesados del levamiento topográfico y del estudio de suelos se realizó el modelamiento del talud empleando el software GEO5 – FEM para calcular el factor de seguridad.

El C.E. 020 (2012) recomienda realizar el análisis de estabilidad de taludes bajo las sollicitaciones estáticas y sísmicas, para poder determinar la condición del talud.

Para realizar el análisis bajo las condiciones sísmicas es necesario conocer la aceleración máxima horizontal en el suelo. El E.030 (2018) proporciona la zonificación del Perú en 4 zonas, en el cual el distrito de Panao se encuentra en la zona 2 por lo que le corresponde un factor “z” de 0.25.

Ahora se analizará el talud mediante la condición de sísmica.

$$KH = 0.5 * AS$$

$$0.3KH < KV < 0.5KH$$

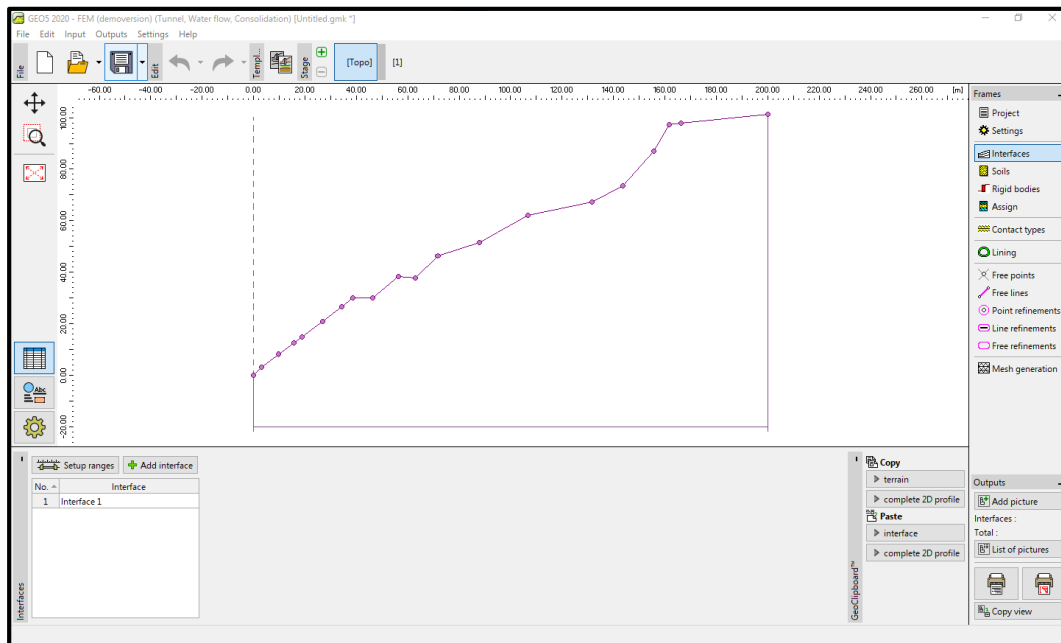
En donde A_s es la aceleración máxima del suelo siendo para la región de Huánuco.

$$KH = 0.125$$

$$KV = 0.05$$

Perfil 1-1
Figura 19

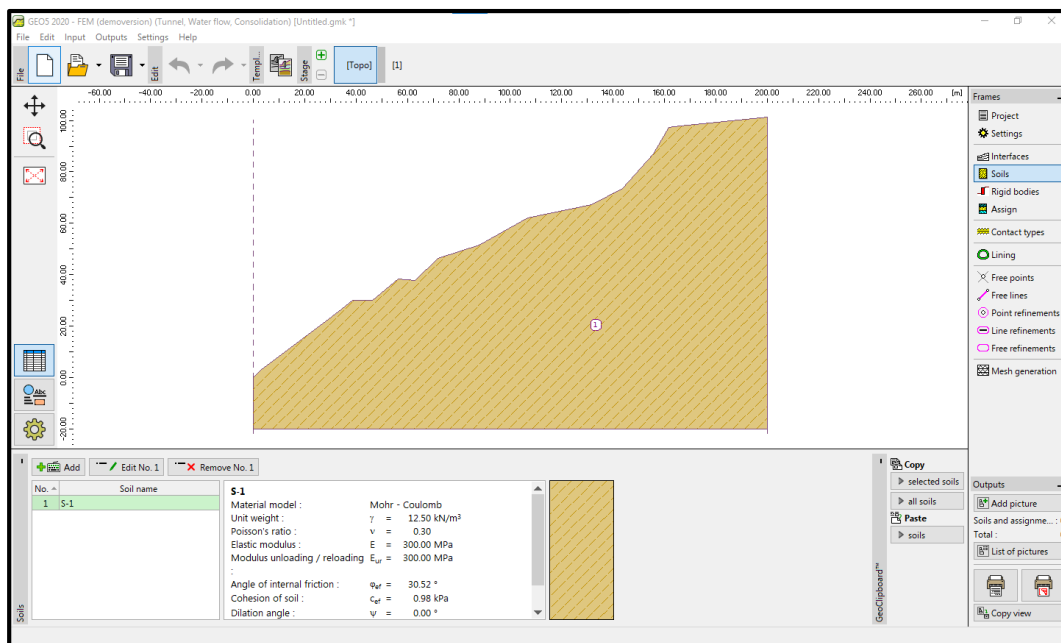
Ingresamos los Datos Geométricos de Talud en el Perfil 1-1



Nota. Fuente: GEO5 – FEM, elaboración propia.

Figura 20

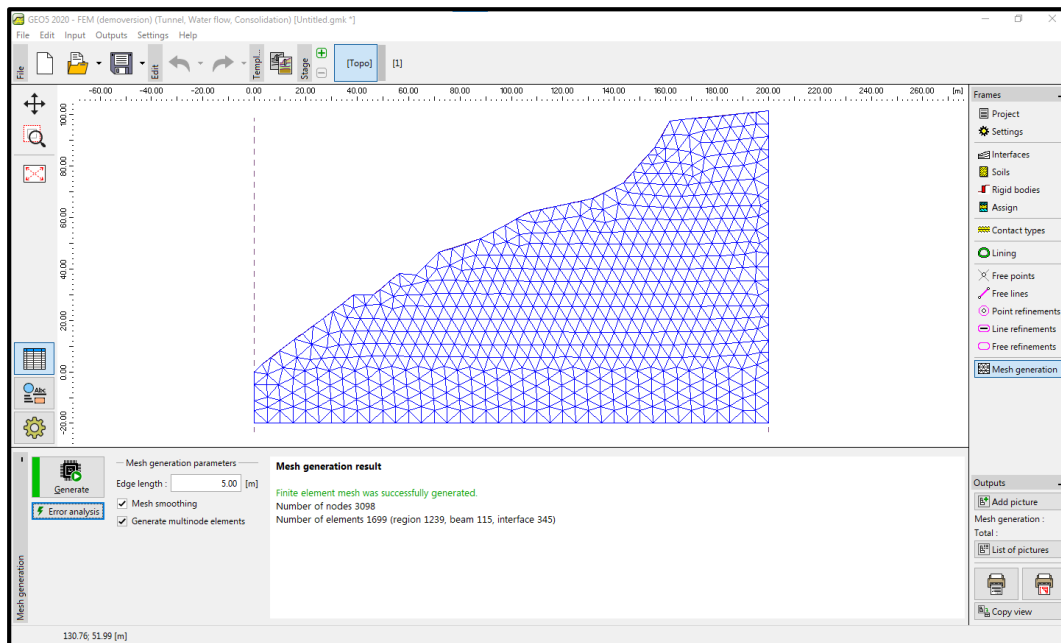
Configuración del Tipo de Suelo



Nota. Fuente: GEO5 – FEM, elaboración propia.

Figura 21

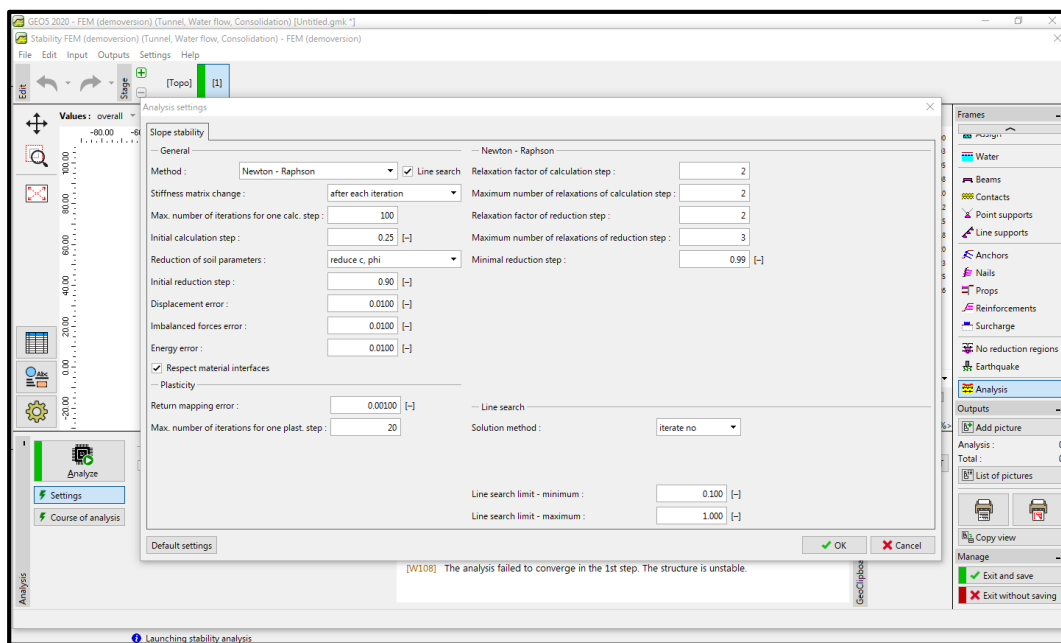
Discretización del Talud en Elementos más Pequeños



Nota. Fuente: GEO5 – FEM, elaboración propia.

Figura 22

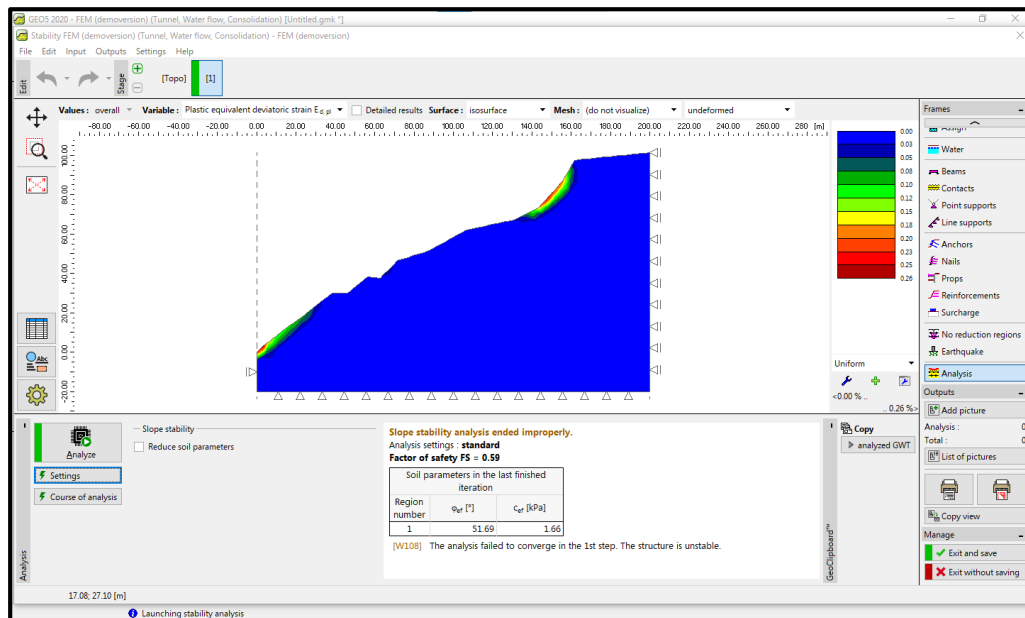
Método de Análisis de la Estabilidad del Talud



Nota. Fuente: GEO5 – FEM, elaboración propia.

Figura 23

Resultado del Análisis de la Estabilidad del Talud

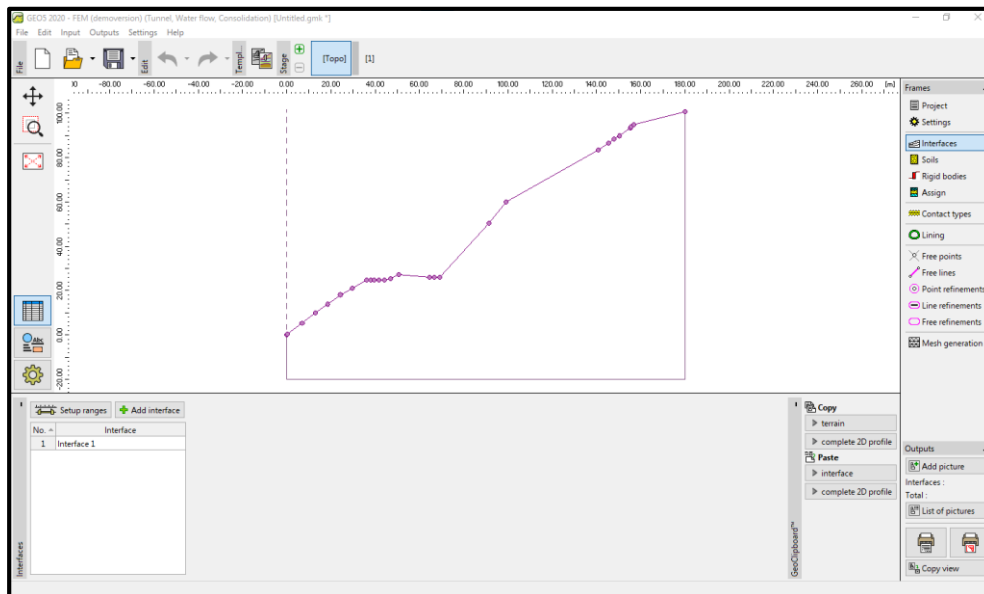


Nota. En la figura se puede apreciar el factor de seguridad $FS = 0.59$. Fuente: GEO5 – FEM, elaboración propia.

Perfil 2-2

Figura 24

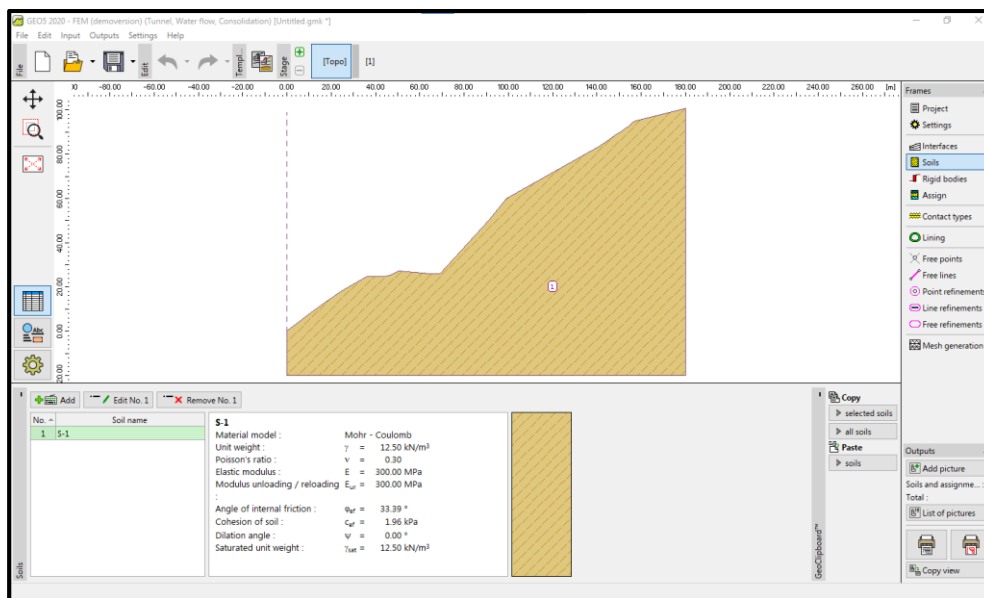
Ingresamos los Datos Geométricos de Talud en el Perfil 2-2



Nota. Fuente: GEO5 – FEM, elaboración propia.

Figura 25

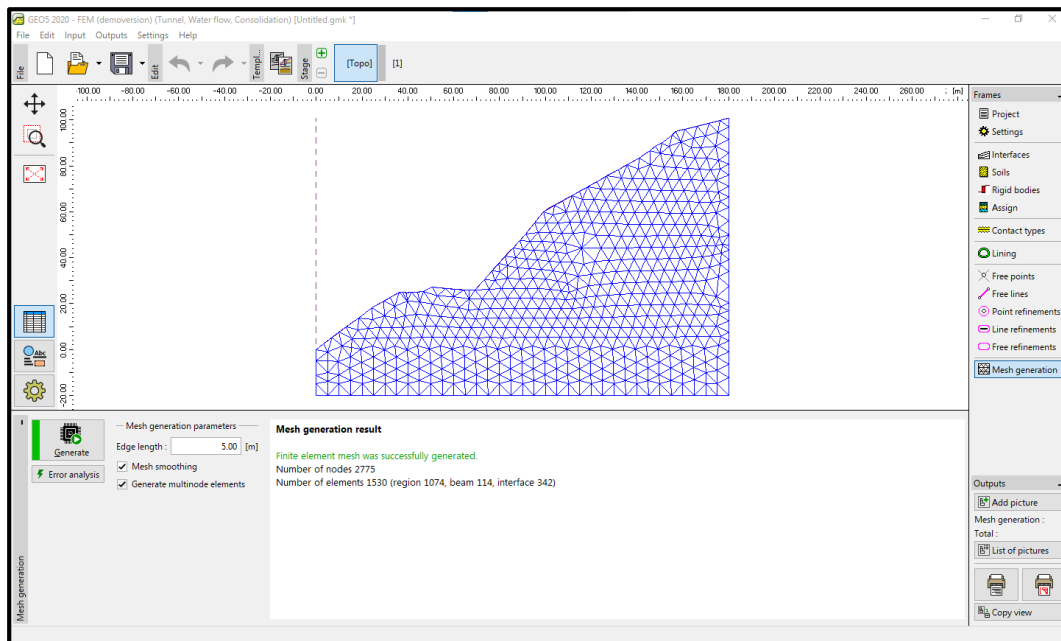
Configuración del Tipo de Suelo



Nota. Fuente: GEO5 – FEM, elaboración propia.

Figura 26

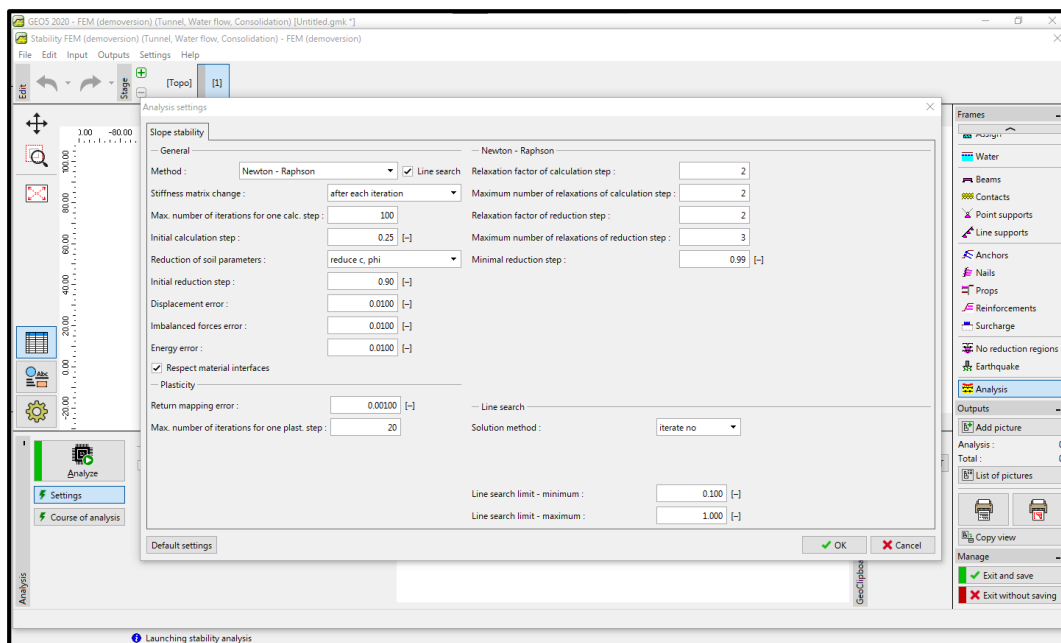
Discretización del Talud en Elementos más Pequeños



Nota. Fuente: GEO5 – FEM, elaboración propia.

Figura 27

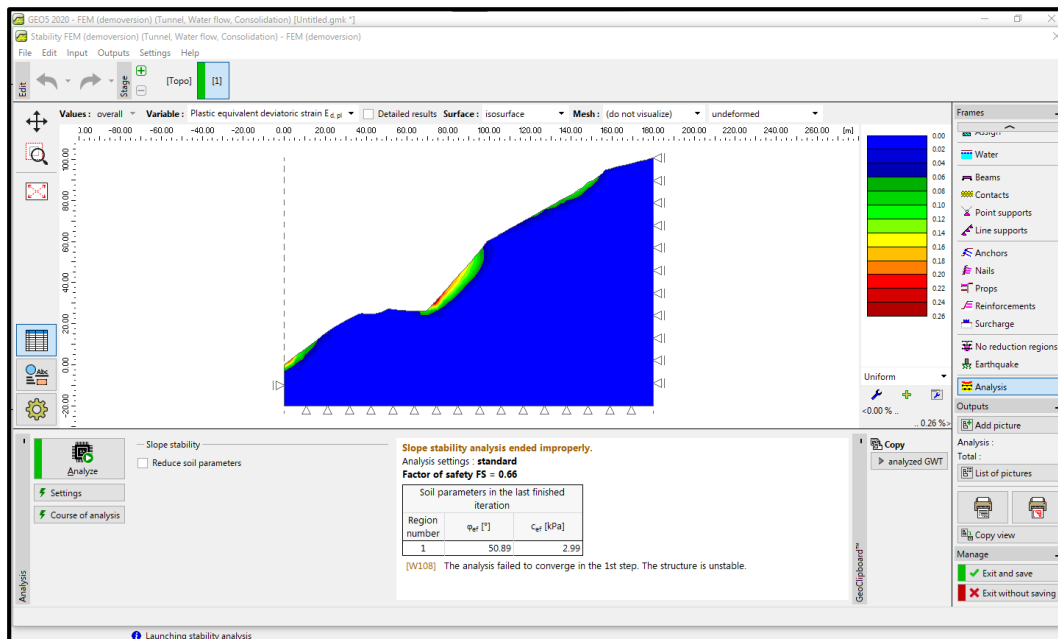
Método de Análisis de la Estabilidad del Talud



Nota. Fuente: GEO5 – FEM, elaboración propia.

Figura 28

Resultado del Análisis de la Estabilidad del Talud



Nota. En la figura se puede apreciar el factor de seguridad $FS = 0.66$. Fuente: GEO5 – FEM, elaboración propia.

De acuerdo al análisis de la estabilidad de taludes de ambos perfiles críticos se obtuvo el factor de seguridad en ambos casos. Para poder determinar el estado situacional del talud realizaremos el análisis del factor de seguridad obtenido.

El MVCS (2012) menciona que el especialista responsable deberá evaluar la condición de estabilidad del talud para condiciones estáticas y sísmicas. El factor de seguridad mínimo del talud deberá ser 1.5 para solicitaciones estáticas y 1.25 para solicitaciones sísmicas. Si estos factores no satisfacen las condiciones del factor de seguridad, el profesional responsable deberá plantear uno o varias técnicas de estabilización de taludes e incluso una combinación de varias técnicas de estabilización, hasta lograr satisfacer las condiciones del factor de seguridad.

Tabla 6*Resultados del Análisis de Estabilidad de Taludes*

Perfil de Análisis	F.S. Condición Estática	F.S. Condición Estática	Observación
Perfil 1-1	0.56	0.47	Talud inestable en ambos casos
Perfil 2-2	0.66	0.63	Talud inestable en ambos casos

Nota. Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se puede observar que los factores de seguridad en ambos perfiles analizados bajo las sollicitaciones estáticas y sísmicas, no satisfacen las condiciones del factor de seguridad mínimo, por lo que podemos concluir que ambos perfiles se encuentran inestables y en riesgo de colapsar, por ello es necesario aplicar técnicas de estabilización para poder mejorar la condición del talud y así satisfacer las condiciones del factor de seguridad.

4.4. Alternativas de Solución

En este punto de la tesis se planteará alternativas de solución para la estabilidad de los dos taludes para ello se tomará el perfil longitudinal más crítico en este caso corresponde al perfil 1-1 y según esos datos se realizará la verificación de las distintas propuestas de solución.

4.4.1. Muro de Suelo Reforzado con Geosintéticos

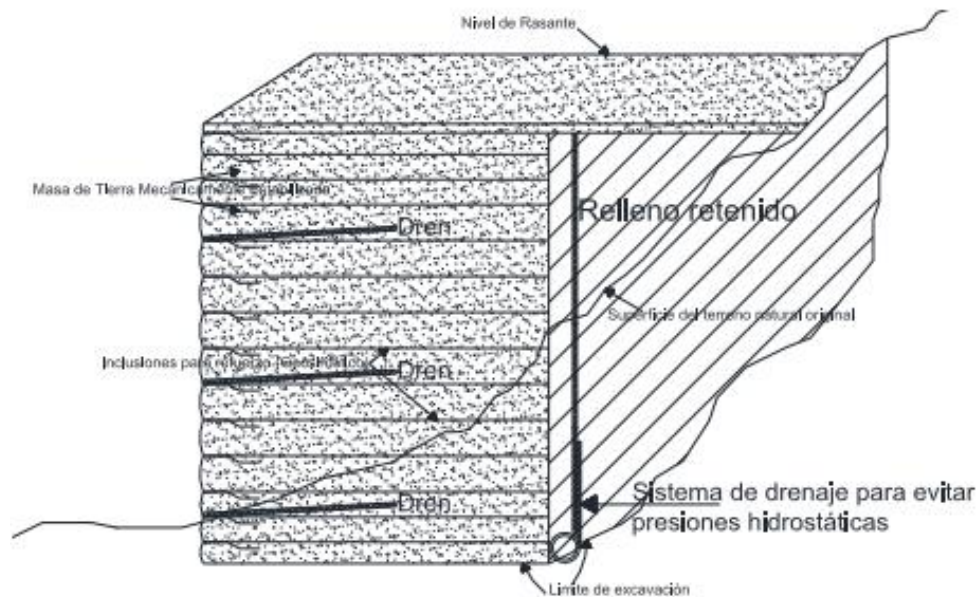
Garnica et al. (2019) manifiesta lo siguiente:

Los muros de suelo reforzado con geosintéticos, son suelos con características físicas y mecánicas, las cuales son determinadas por el análisis de estabilidad de taludes. Adicional a ello se mejoran estas características de suelos por la colocación de refuerzos paralelos a la

dirección de la deformación principal compensando la falta de resistencia a la tensión del suelo. (p. 3)

Figura 29

Esquema de los Muros de Refuerzo con Geosintéticos



Nota. Fuente: Garnica et al. (2019)

La mejora de las propiedades físicas y mecánicas de suelos, es debido a la interacción del suelo y los geosintéticos.

Figura 30

Transferencia del Refuerzo Friccional entre el Suelo y el Refuerzo

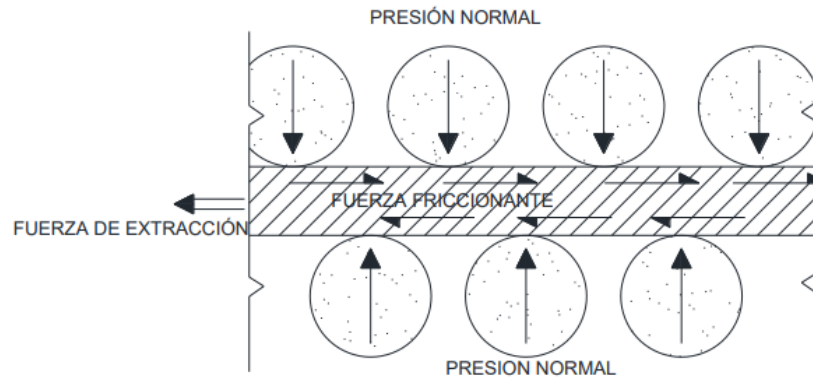
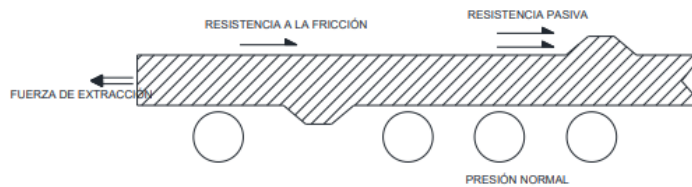


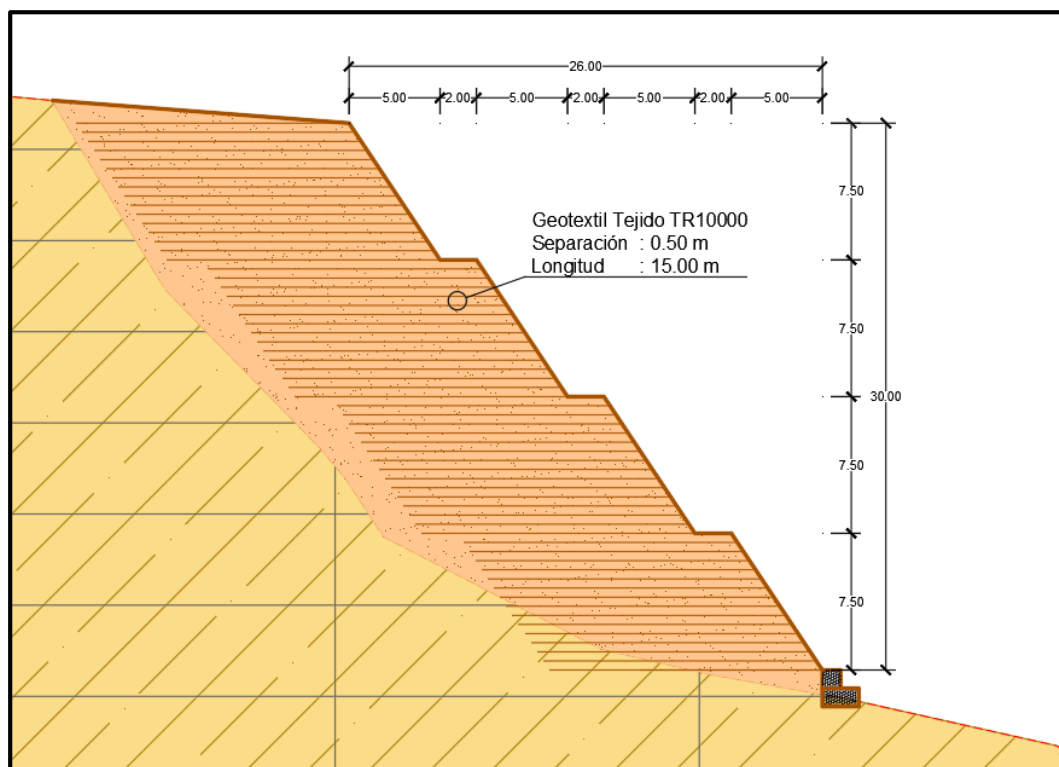
Figura 2. Transferencia del esfuerzo friccional entre el suelo y la superficie del refuerzo.



Nota. Fuente: Garnica et al. (2019)

Geometría del muro de suelo reforzado con geotextiles

En la presente investigación se planteó esta alternativa de solución para estabilizar el talud del perfil 1-1 de 30 metros de altura y 26 metro de ancho, la cual tiene las siguientes características geométricas mostradas en la siguiente figura.

Figura 31*Geometría Planteada del Muro de Suelo Reforzado con Geotextiles*

Nota. Fuente: Elaboración propia

Se planteo Geotextiles tejidos Pavco TR10000 con una separación de 0.50 metros y 15 metro de largo, el cual se extenderá a lo largo del talud relleno. Para el soporte de todo el peso del talud se plantearon muro de gaviones en la base tal como se muestra en la figura anterior.

Las solicitaciones del suelo para el muro de refuerzo son las siguientes:

Tabla 7*Solicitaciones del Suelo para el Muro de Refuerzo*

Descripción n	Peso unitario	Angulo de fricción	Cohesión
S-2	18.50 KN/m ³	32.40°	1.45 KPa

Nota. Fuente: Elaboración propia

Para el diseño del muro de suelo reforzado con geosintéticos se tuvo en cuenta lo siguiente:

$$FS = FR_{DI} \times FR_{FL} \times FR_{DQB}$$

FR_{DI} = Factor de deterioro de la instalación.

FR_{FL} = Factor defluencia a esfuerzo cortante.

FR_{DQB} = Factor de degradación química y biológica

Tabla 8

Factores de reducción para geotextiles

Condición	Deterioro por instalación	Fluencia o Creep	Degradación química y biológica
Separación	1.1 a 2.5	1.5 a 2.5	1.0 a 1.5
Muro de contención	1.1 a 2.0	2.0 a 4.0	1.0 a 1.7
Terraplenes sobre suelos blandos	1.1 a 2.0	2.0 a 3.5	1.0 a 1.8
Estabilidad de taludes	1.1 a 1.5	2.0 a 3.0	1.0 a 1.10

Nota. Fuente: Pavco

En nuestro caso estamos realizando la estabilidad de los taludes por ello, se tomará los siguientes valores para geotextiles:

$$FS = 1.2 \times 2.5 \times 1$$

$$FS = 3$$

Posterior a ello se procedió a calcular la resistencia última del geotextil para ello se debe tener las propiedades del geotextil, en nuestro caso debido a que estamos en un caso critico emplearemos un geotextil TR10000 lo cuales poseen los siguientes valores:

$$T_{ult} = 200 \text{ kN/m}$$

$$T_{adm} = \frac{T_{ult}}{FS}$$

$$T_{adm} = 200/3$$

$$T_{adm} = 66.67 \text{ kN/m}$$

Análisis de estabilidad del muro de refuerzo con geosintéticos

Para la verificación de la estabilidad del talud se empleó el software GEO5, donde se evaluará el factor de seguridad para un caso estático y sísmico del perfil 1-1.

Para realizar la comparación de la estabilidad del talud se usó con el software GEO5.

Para el análisis se configuro el factor de seguridad a 1.50 para la condición estática. Es decir:

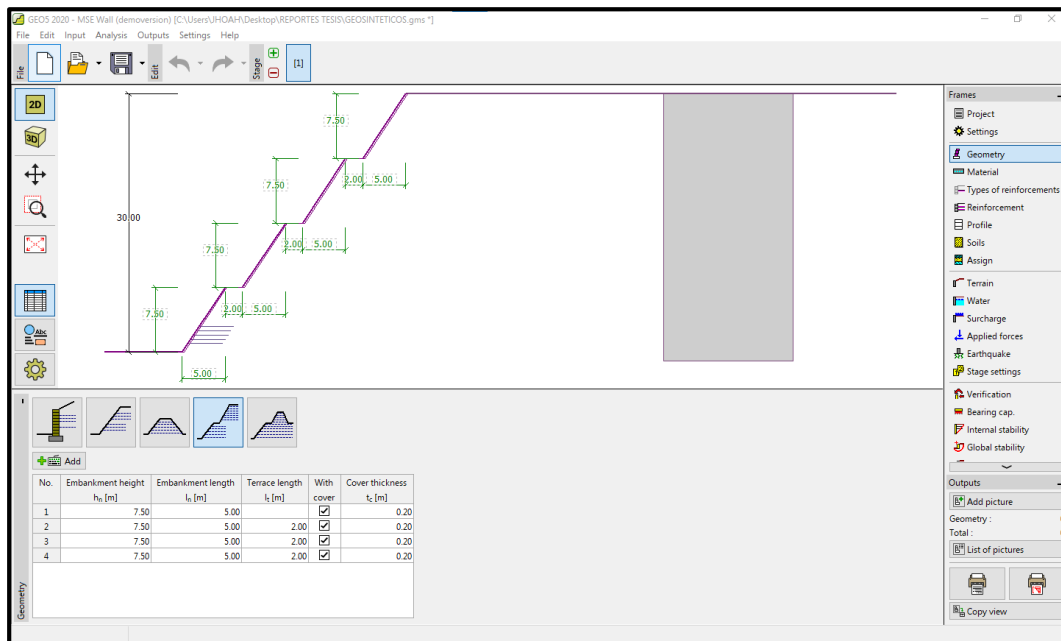
FS. > 1.50	Condición estable
FS. < 1.50	Condición inestable

De la misma manera se configuro el factor de seguridad 1.25 para la condición sísmica. Es decir:

FS. > 1.25	Condición estable
FS. < 1.25	Condición inestable

Figura 32

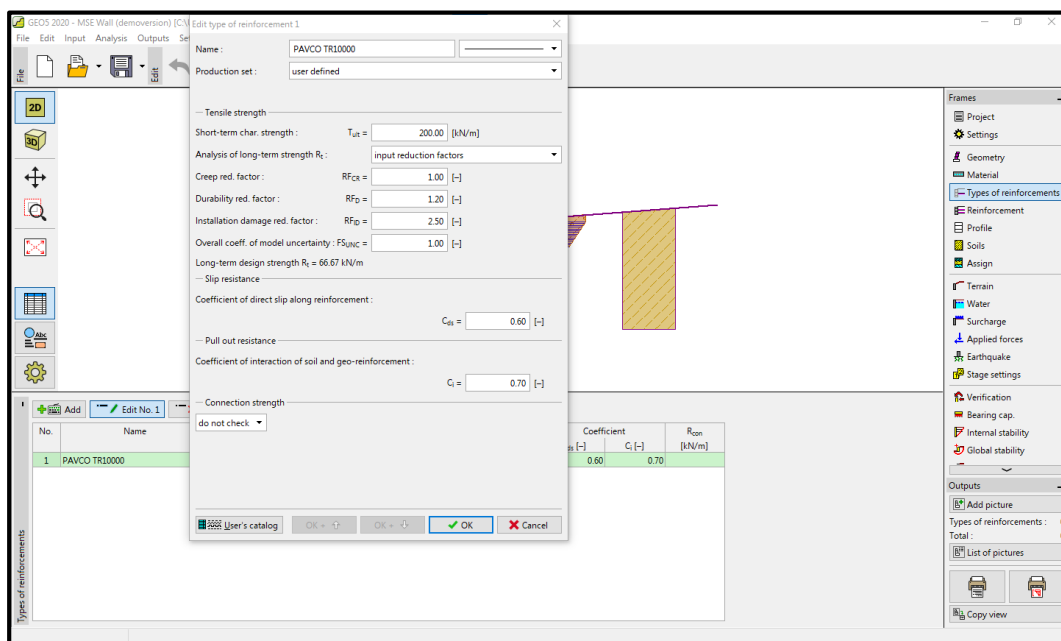
Geometría del muro reforzado con Geosintéticos



Nota. Fuente: GEO5 – SlopeStability, elaboración propia.

Figura 33

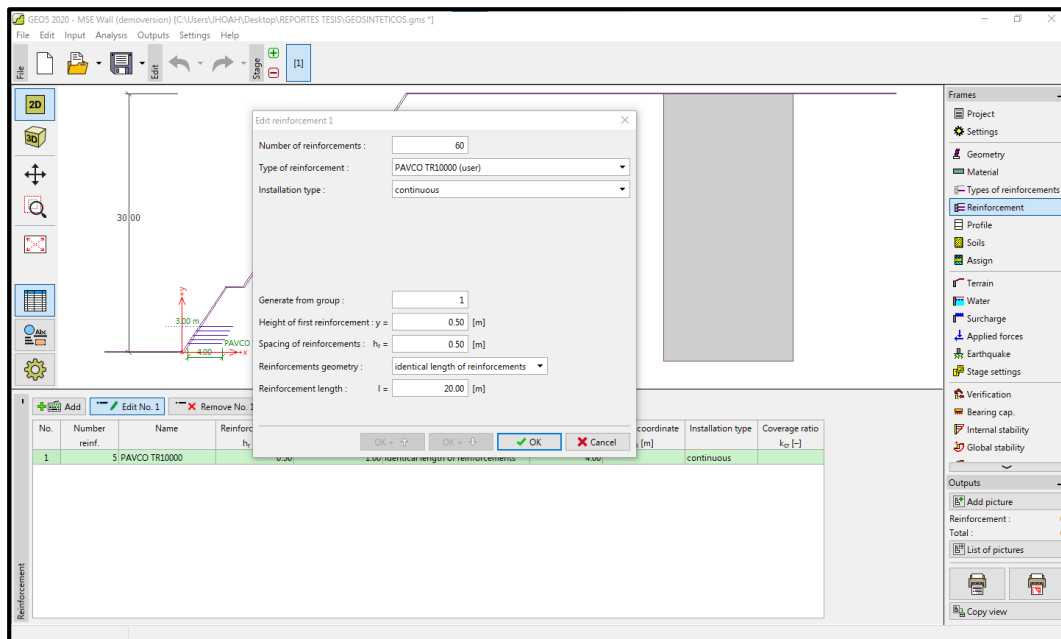
Tipo de refuerzo de los Geosintéticos



Nota. Fuente: GEO5 – SlopeStability, elaboración propia.

Figura 34

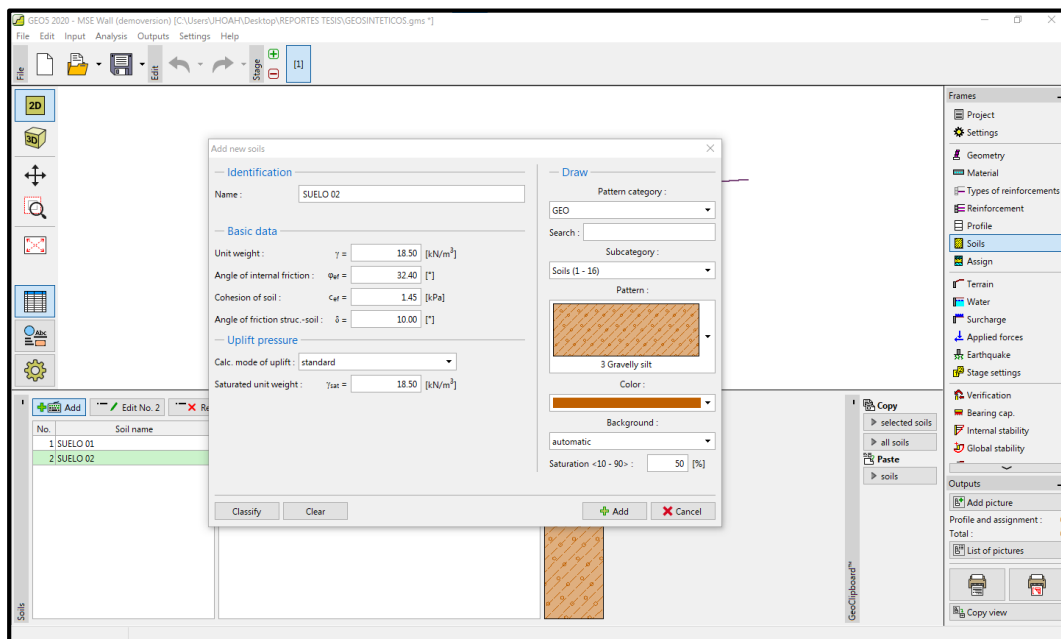
Refuerzo del Geosintético



Nota. Fuente: GEO5 – SlopeStability, elaboración propia.

Figura 35

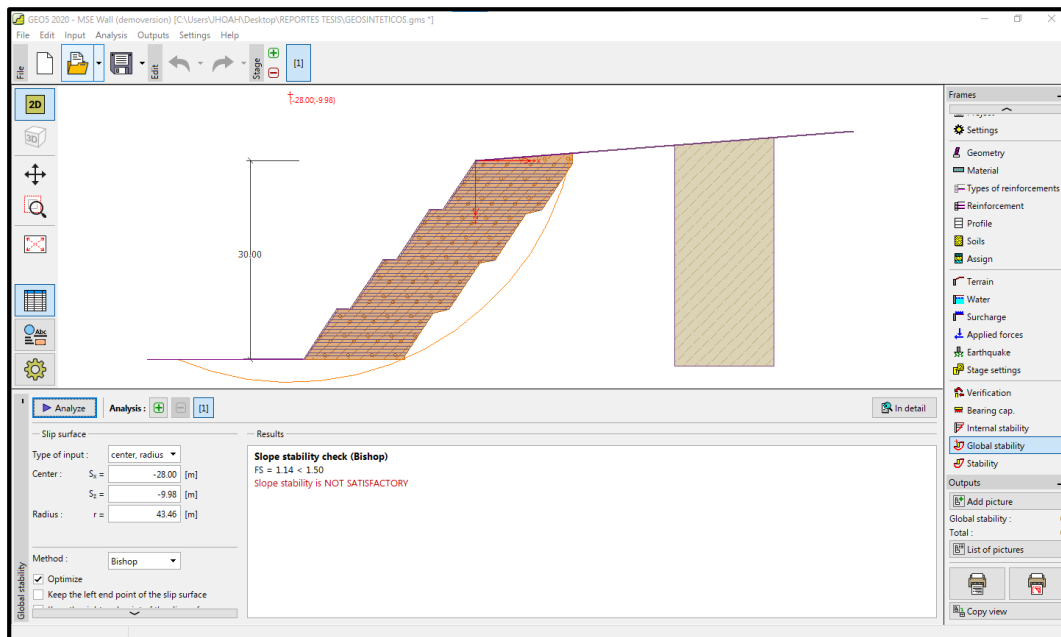
Tipo de Suelo de relleno del Geosintético



Nota. Fuente: GEO5 – SlopeStability, elaboración propia.

Figura 36

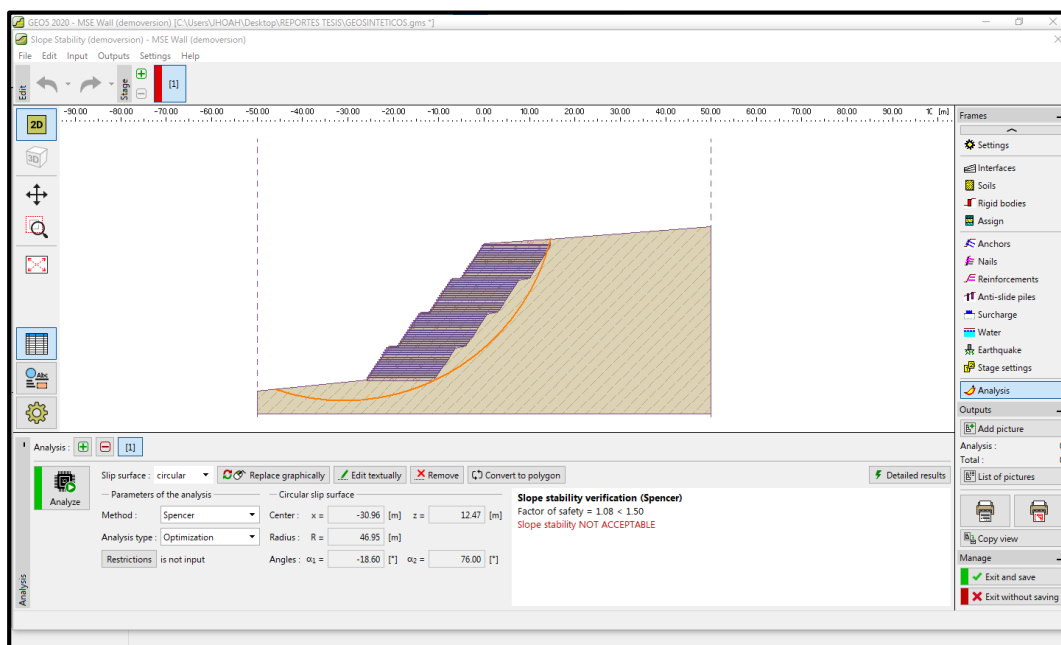
Estabilidad global del muro de suelo reforzado con Geosintético



Nota. Fuente: GEO5 – SlopeStability, elaboración propia.

Figura 37

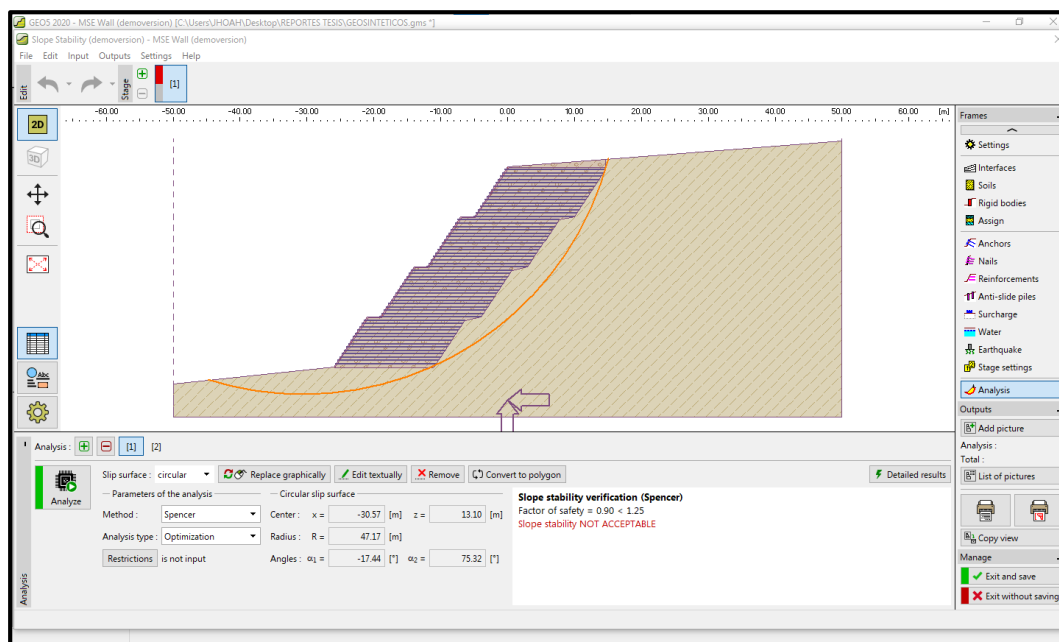
Condición estática del muro de suelo reforzado con Geosintético, Método de Spencer



Nota. Fuente: GEO5 – SlopeStability, elaboración propia.

Figura 38

Condición sísmica del muro de suelo reforzado con Geosintético, método de Spencer



Nota. Fuente: GEO5 – SlopeStability, elaboración propia.

Se determinó los factores de seguridad empleando el software Geo5, donde se puede apreciar que todos los valores cumplen con las solicitaciones del factor de seguridad, siendo menores a 1.25.

Tabla 9

Resultados del Análisis de Estabilidad de Taludes para Muros de Refuerzo con Geosintéticos

Perfil de Análisis	F.S. Condición Estática	F.S. Condición Estática	Observación
Perfil 1-1	1.08	0.90	Talud inestable en ambos casos

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior los muros de refuerzo con geosintéticos no cumplen las exigencias del factor de seguridad en ninguno de los casos (estática y sísmica), entonces podemos afirmar que esta solución no es técnicamente viable.

Presupuesto del muro reforzado con geosintéticos

El presupuesto referencial para el muro reforzado con geosintéticos es el siguiente:

Figura 39

Presupuesto del muro de suelo reforzado con geosintéticos

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOSINTETICO				2,710,538.54
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				23,935.78
01.01.01	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m2	1,531.40	1.36	2,082.70
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	1,531.40	14.27	21,853.08
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,458,863.52
01.02.01	EXCAVACION MANUAL P/SOPORTE DE MURO DE SUELO REFORZADO	m3	54.19	54.55	2,956.06
01.02.02	RELLENO Y COMPACTACION DE MURO DE SUELO REFORZADO CON MAQUINARIA	m3	27,464.77	53.01	1,455,907.46
01.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL TEGIDO TR1000				1,173,037.09
01.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL TEGIDO TR1000	m2	52,768.20	22.23	1,173,037.09
01.04	ZANJA DE CORONACION				14,840.41
01.04.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	47.54	54.55	2,593.31
01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZANJA DE CORONACION	m2	108.67	51.16	5,559.56
01.04.03	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2 PIZANJA DE CORONACION	m3	18.56	360.32	6,687.54
01.05	ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN				39,861.74
01.05.01	GAVIONES DE PROTECCION H=2.00M	m3	222.48	179.17	39,861.74
	COSTO DIRECTO				2,710,538.54
	SON : DOS MILLONES SETECIENTOS DIEZ MIL QUINIENTOS TRENTIOCHO Y 54/100 NUEVOS SOLES				

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Sistema de suelo Reforzado Terramesh

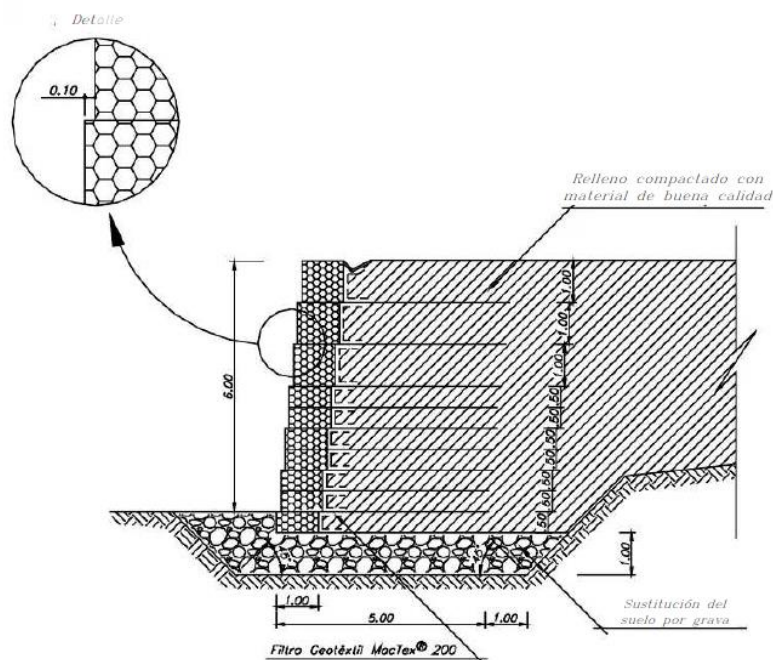
Según Maccaferri (2005) el sistema de muro terramesh es un sistema compuesto por refuerzos de malla hexagonal a doble torsión el cual se extiende a lo largo del talud, luego de ellos se van relleno con material de préstamo hasta lograr la altura deseada. A todo esto, anteriormente mencionado van asociados a la pared exterior del talud reforzado con gaviones formado por la misma malla y piedras, formando cajas las cuales pueden estar distribuidas en forma vertical o con un grado de inclinación. (p. 3)

Para el diseño del sistema con terramesh se tomará en cuenta las siguientes descripciones:

- El sistema drenaje
- Relleno compactado
- Geotextil
- Refuerzo de malla
- Gaviones

Figura 40

Partes del Sistema de Muros Terramesh



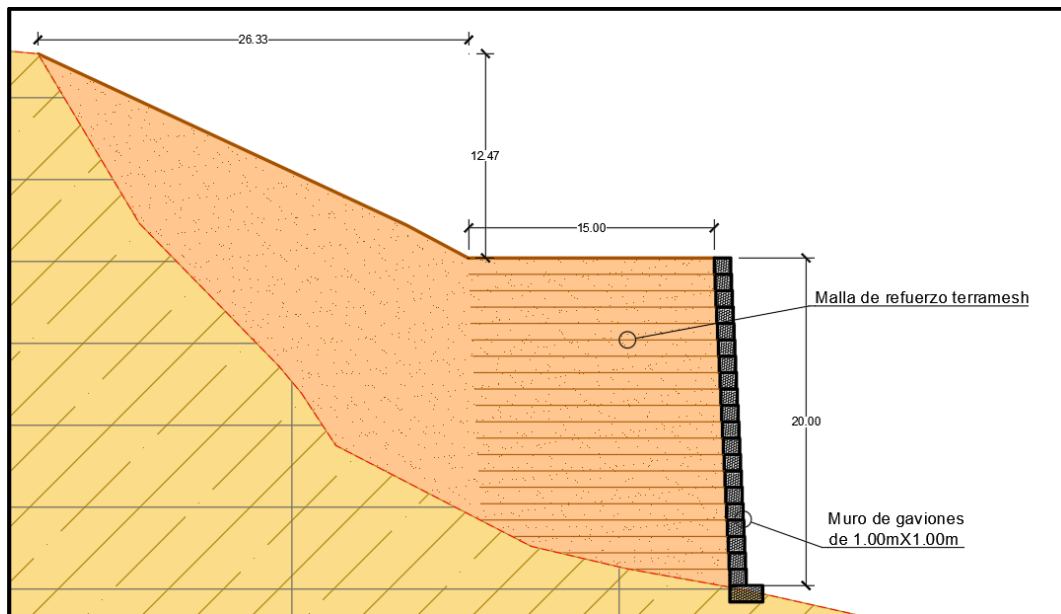
Nota. Fuente: Maccaferri (2005)

Geometría del sistema de muros terramesh

En la presente investigación se planteó esta alternativa de solución para estabilizar el talud del perfil 1-1 de 30 metros de altura y 26 metro de ancho, la cual tiene las siguientes características geométricas mostradas en la siguiente figura.

Figura 41

Geometría Planteada del Sistema de Muro Terramesh



Nota. Fuente: Elaboración propia

Se planteo mallas de refuerzo terramesh con una separación de 1.00 metros y 15 metro de largo, el cual se extenderá a lo largo del talud rellenado y en la pared exterior se plantearon muros de gaviones de 1.00mX1.00m. Para el soporte de todo el peso del talud se plantearon muro de gaviones en la base tal como se muestra en la figura anterior.

Las solicitaciones del suelo para el muro de refuerzo son las siguientes:

Tabla 10

Solicitaciones del Suelo para el Sistema de Muro Terramesh

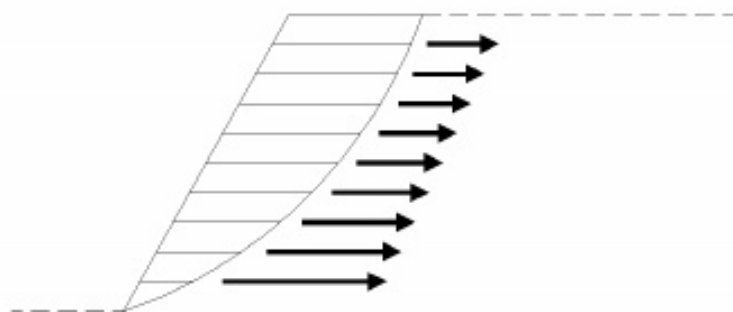
Descripción n	Peso unitario	Angulo de fricción	Cohesión
S-2	18.50 KN/m ³	33.39°	1.45 KPa

Nota. Fuente: Elaboración propia

Para la evaluación se consideremos la capacidad de anclaje y la resistencia de la malla.

Figura 42

Simulación de los Esfuerzos del sistema Terramesh



Nota. Fuente: Maccaferri (2005)

Resistencia de diseño

$$T_d = \frac{T_{ult}}{FR_{ID} \times FR_{CR} \times FR_D}$$

FR_{ID} = Factor de reducción por daño ambiental

FR_{CR} = Factor de reducción por creep

FR_D = Factor de reducción por danos de instalación

Para calcular la resistencia de diseño se deberá tener en cuenta la malla que se empleará, en este caso emplearemos mallas hexagonales de triple torsión de 10x12 cm, entonces se tendrá:

$$T_{ult} = 50 \text{ kN/m}$$

La resistencia de diseño Td en malla 10x12cm en suelos gravosos y arenas gruesas.

$$Td = \frac{T_{ult}}{FRT}$$

$$Td = \frac{41.30}{1.44}$$

$$Td = 34.72 \text{ kN/m}$$

Comprobación de la estabilidad con GEO5

Para la verificación de la estabilidad del talud se empleó el software GEO5, donde se evaluará el factor de seguridad para un caso estático y sísmico del perfil 1-1.

Para realizar la comparación de la estabilidad del talud el uso con el software GEO5

Para el análisis se configuro el factor de seguridad a 1.50 para la condición estática. Es decir:

FS. > 1.50 Condición estable

FS. < 1.50 Condición inestable

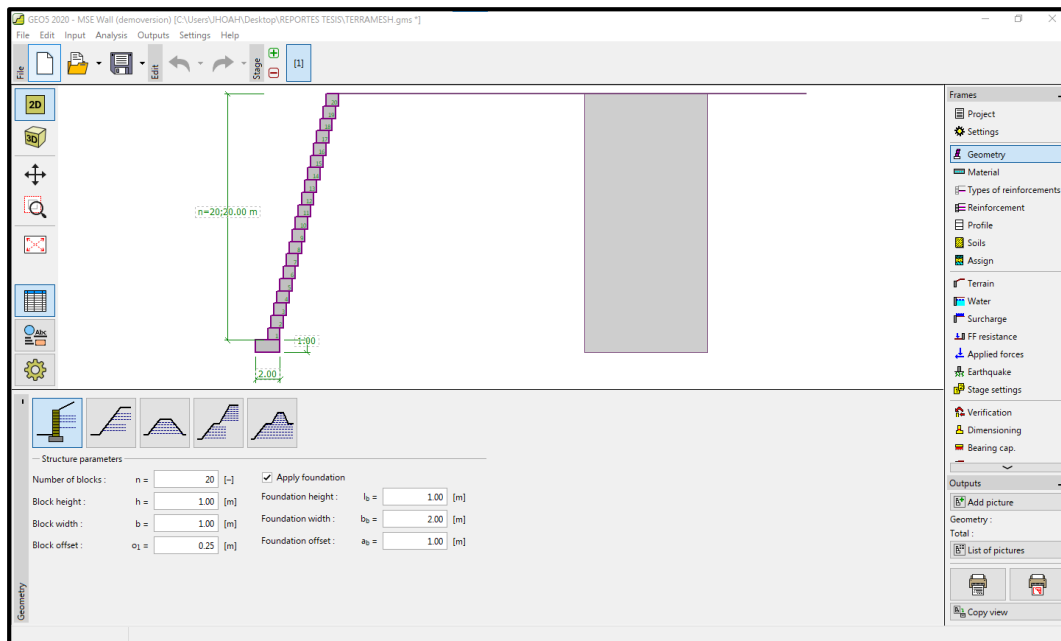
De la misma manera se configuro el factor de seguridad 1.25 para la condición sísmica. Es decir:

FS. > 1.25 Condición estable

FS. < 1.25 Condición inestable

Figura 43

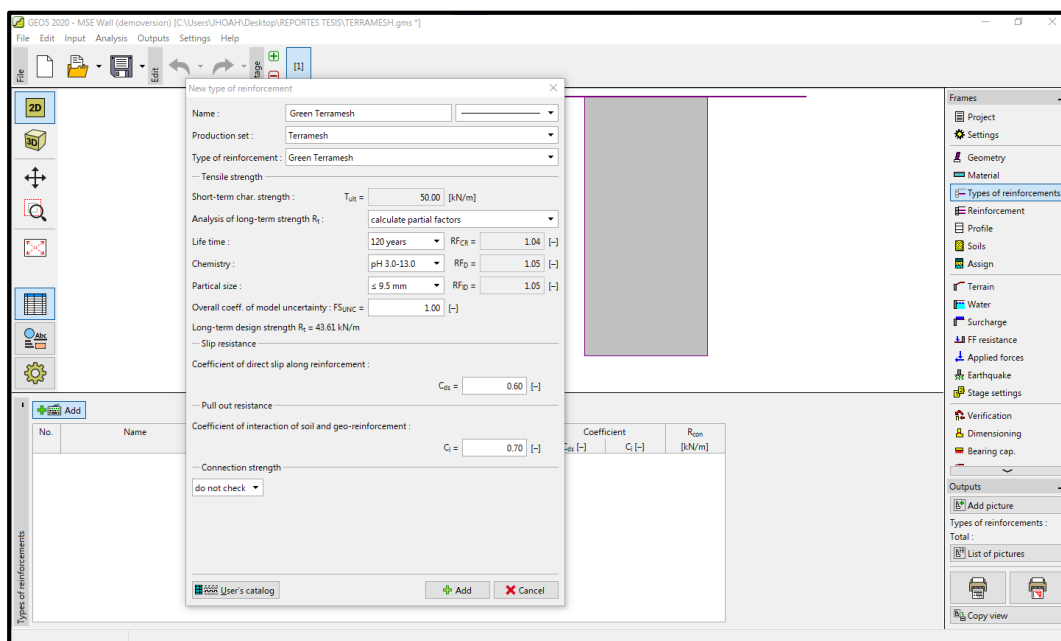
Geometría del sistema terramesh



Nota. Fuente: GEO5 – SlopeStability, elaboración propia.

Figura 44

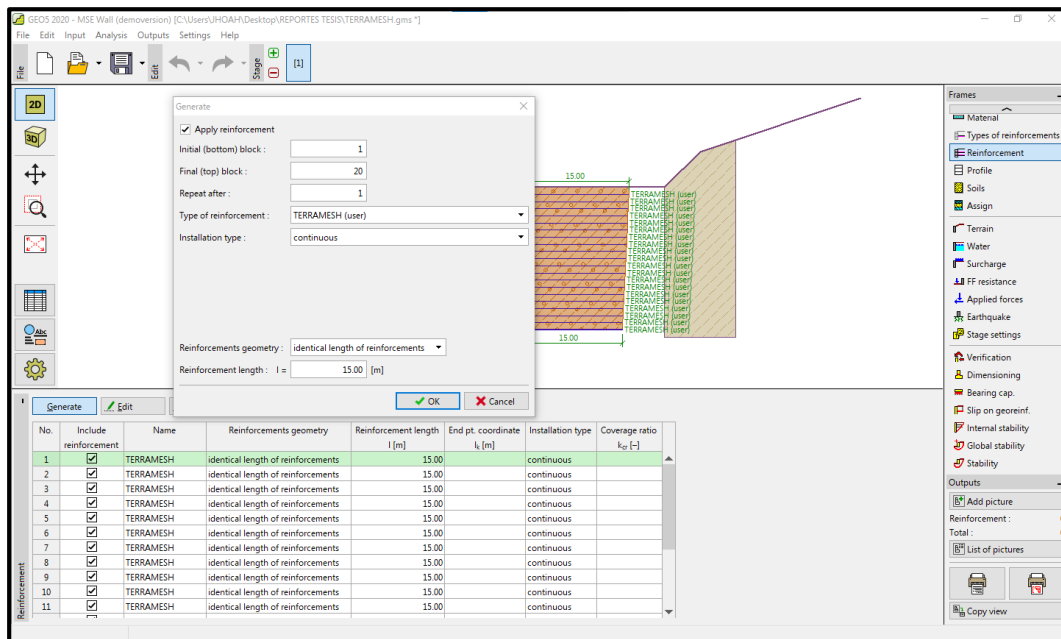
Tipo de refuerzo del sistema terramesh



Nota. Fuente: GEO5 – SlopeStability, elaboración propia.

Figura 45

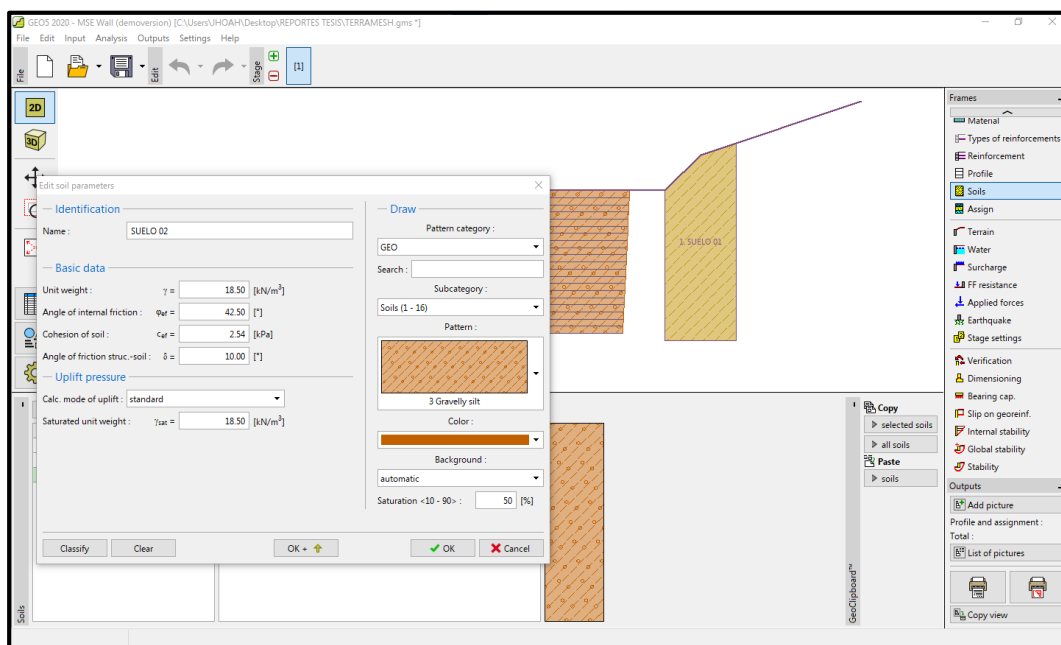
Refuerzo del sistema terramesh



Nota. Fuente: GEO5 – SlopeStability, elaboración propia.

Figura 46

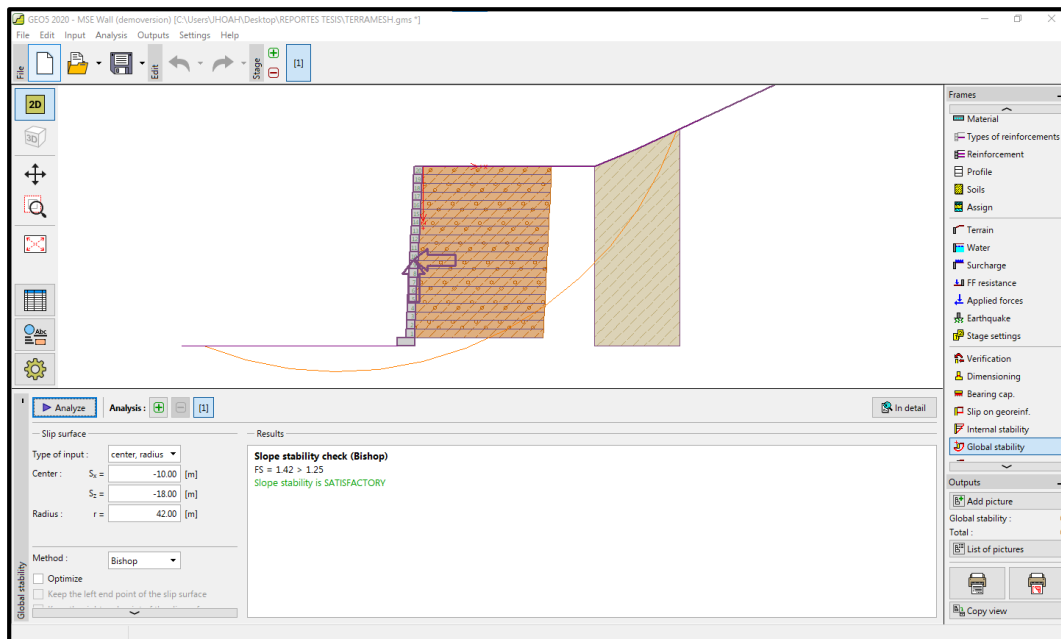
Tipo de suelos de relleno



Nota. Fuente: GEO5 – SlopeStability, elaboración propia.

Figura 47

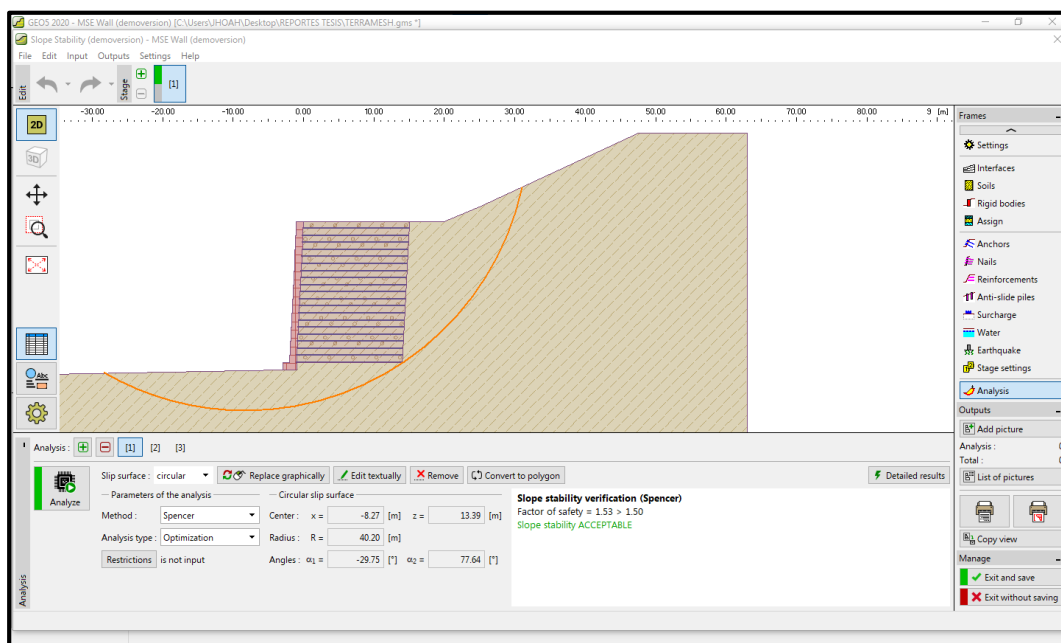
Estabilidad global del sistema de muros terramesh



Nota. Fuente: GEO5 – SlopeStability, elaboración propia.

Figura 48

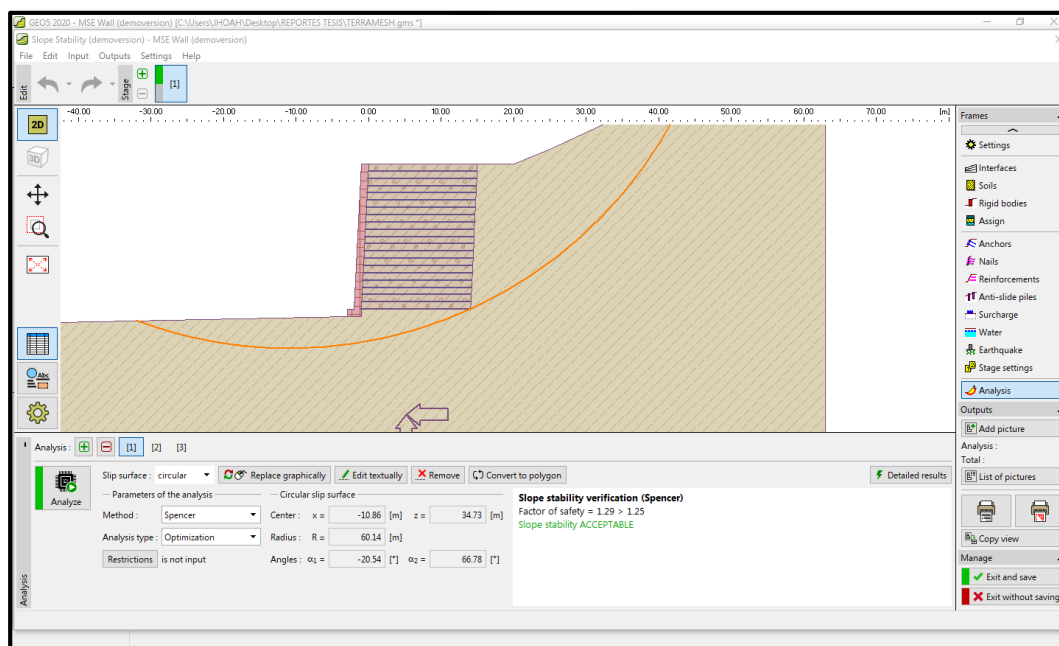
Condición estática del sistema de muros terramesh, método de Spencer



Nota. Fuente: GEO5 – SlopeStability, elaboración propia.

Figura 49

Condición sísmica del sistema de muros terramesh, método de Spencer



Nota. Fuente: GEO5 – SlopeStability, elaboración propia.

Luego de realizar los análisis bajos las condiciones estáticas y sísmicas del sistema de muros Terramesh se pueden observar los siguientes resultados:

Tabla 11

Resultados del Análisis de Estabilidad de Taludes del Sistema de Muros Terramesh

Perfil de Análisis	F.S. Condición Estática	F.S. Condición Estática	Observación
Perfil 1-1	1.53	1.29	Talud estable en ambos casos

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior el sistema de muros terramesh cumple las exigencias del factor de seguridad en ambos casos (estática y sísmica), entonces podemos afirmar que esta solución es técnicamente viable.

Presupuesto del sistema de muros terramesh

El presupuesto referencial para el sistema de muros terramesh es el siguiente:

Figura 50

Presupuesto del sistema de muros terramesh

S10		Página		1	
Presupuesto					
Presupuesto	1101009	EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO			
Subpresupuesto	002	SISTEMA DE MUROS TERRAMESH			
Cliente		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PACHITEA	Costo al	07/08/2023	
Lugar		HUANUCO - PACHITEA - PANAO			
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
02	SISTEMA DE MUROS TERRAMESH				3,701,254.58
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				23,935.78
02.01.01	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL DE TTERNO	m2	1,531.40	1.36	2,082.70
02.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	1,531.40	14.27	21,853.08
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				2,888,330.95
02.02.01	EXCAVACION MANUAL P/SOPORTE DE MURO DE SUELO REFORZADO	m3	79.44	54.55	4,333.45
02.02.02	RELLENO Y COMPACTACION DE TALUD CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	32,083.63	89.89	2,883,997.50
02.03	SISTEMA DE MUROS TERRAMESH				774,148.98
02.03.01	MURO DE GAVIONES1.00MX1.00M	m3	1,248.28	193.73	241,829.28
02.03.02	MALLA DE REFUERZO TERRAMES	m2	16,170.00	29.25	472,972.50
02.03.03	GETEXTIL TEGIDO TR1700	m2	3,234.18	18.35	59,347.20
02.04	ZANJA DE CORONACION				14,838.87
02.04.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	47.54	54.55	2,593.31
02.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZANJA DE CORONACION	m2	108.64	51.16	5,558.02
02.04.03	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2 P/ZANJA DE CORONACION	m3	18.56	360.32	6,687.54
	COSTO DIRECTO				3,701,254.58
SON : TRES MILLONES SETECIENTOS UNO MIL DOSCIENTOS CINCUENTICUATRO Y 58/100 NUEVOS SOLES					

Nota. Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la presente tesis se tuvo como objetivo principal evaluar el factor de seguridad en taludes utilizando métodos numéricos para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco, el cual se desarrolló satisfactoriamente obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 12

Resultados del Análisis de Estabilidad de Taludes

Perfil de Análisis	F.S. Condición Estática	F.S. Condición Estática	Observación
Perfil 1-1	0.56	0.47	Talud inestable en ambos casos
Perfil 2-2	0.66	0.63	Talud inestable en ambos casos

Nota. Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar que los factores de seguridad de los perfiles 1-1 y 2-2 evaluado bajo las sollicitaciones estáticas y sísmicas, no satisfacen la condición del factor de seguridad mínimas que son 1.50 y 1.25 para las sollicitaciones estáticas y sísmicas respectivamente.

Debido a que las sollicitaciones del factor de seguridad no se cumplieron, se puede afirmar que los taludes de los perfiles 1-1 y 2-2 son inestables y puedes fallar en cualquier momento, por lo que se requiere plantear alternativas de solución.

En la presente investigación se plantearon dos alternativas de solución: muro de suelo reforzado con geosintéticos y el sistema de muros terramesh, en ambas propuestas se analizó el factor de seguridad del talud del perfil 1-1 bajo las mismas condiciones estáticas y sísmicas.

Del análisis de estabilidad se obtuvieron los siguientes resultados de los factores de seguridad en ambas alternativas de solución.

Tabla 13

Comparación de los Resultados del Factor de Seguridad de las Alternativas de Solución

Alternativas de solución	F.S. Condición Estática	F.S. Condición Estática	Observación
Muro de suelo reforzado con geosintéticos	1.08	0.90	Talud inestable en ambos casos
Sistemas de muros terramesh	1.53	1.29	Talud estable en ambos casos

Nota. Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se puede concluir que los muros de suelo reforzado con geosintéticos, no en una alternativa de solución técnicamente viable, ya que presenta factores de seguridad 1.08 y 0.90 bajo la condición estática y sísmica respectivamente, las cuales no satisfacen la condición de factor de seguridad de 1.5 y 0.125 en ambas situaciones de análisis.

Por otro lado, el análisis del sistema de muro terramesh se obtuvieron factores de seguridad de 1.53 y 1.29 bajo la condición estática y sísmica respectivamente, las cuales satisfacen la condición de factor de seguridad de 1.5 y 0.125 en ambas situaciones de análisis. Por lo que podemos afirmar que el sistema planteado es una alternativa de solución técnicamente viable.

Se realizó la comparación del presupuesto de ambas alternativas de solución y se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 14

Comparación de Presupuesto de las Alternativas de Solución

Técnica de Estabilización	Presupuesto
Muro de suelo reforzado con geosintéticos	S/ 2,710,538.54
Sistema de muros terramesh	S/ 3,701,254.58

Nota. Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se puede decir que el muro de suelo reforzado con geosintéticos son es más económico que el sistema de muro terramesh, sin embargo, no podemos tomar como alternativa de solución la primera opción ya que no es técnicamente viables.

CONCLUSIONES

- Se concluye que al evaluar el factor de seguridad en taludes utilizando métodos numéricos para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42 se logró verificar la condición actual y se planteó alternativas de soluciones mediante los de muro de suelo reforzado con geosintético y sistema de muros terramesh.
- Se concluye que el estado situacional del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco presenta actualmente una condición de inestabilidad en campo por la presencia de deslizamientos en la zona.
- Se concluye que el factor de seguridad en taludes empleando el software GEO5 para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco, no son mayores a 1.5 por lo que representa un peligro latente para la población.
- Se concluye que la solución óptima técnica y económicamente para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco es el sistema de muros terramesh.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener conocimiento profundo en las normas CE 020 y E 030, ya que es fundamental el análisis de estabilidad de taludes.
- Se recomienda tener en cuenta los factores de seguridad para el levantamiento topográfico y para la extracción de muestras de las calicatas, ya que el lugar de estudio es altamente peligroso.
- Se recomienda a las autoridades locales dar conocimiento de la situación de inestabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco para su respectiva intervención y plantear otras soluciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Arana Fajardo, L. H., & Quispe Cucho, F. A. (2013). *Muro de suelo reforzado con Terramesh System aplicado al proyecto “Chancadora primaria”* [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/306534>
- Arun, K. U., Jisna, P., Simon, R., Mathews, O. A., & Anju, E. M. (2020). A Comparison Study on Stability of Kuranchery Slopes Using GEO5 and PLAXIS 2D Software. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management, IJRESM*, 3(3), 323–326.
- Bolaños Leandro, G. (2021). *Diseño de tres soluciones geotécnicas: diseño geotécnico de las obras de estabilización del deslizamiento ubicado en los kilómetros 30+600 al 30+700 de la Nueva Carretera a San Carlos (NCSC), diseño del túnel vial entre el tramo 28+750 al 31+000 de la NCSC, diseño geotécnico de la cimentación de la pila central y de las obras de estabilización en las zonas de aproximación al puente sobre la Quebrada Laguna, en la NCSC* [Tesis de Maestría, Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica].
- Braja, M. Das. (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Cuarta Edición*. Cengage Learning.
- Camacho Macedo, G. M. (2021). *Determinación del factor de seguridad para comparar técnicas de estabilización de taludes utilizando GEO5 caso: parque El Milagro, Huaraz, Áncash, 2020* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60818>

- CORREO. (2015, marzo 27). Huaicos causan pérdidas económicas en Huánuco. *CORREO NOTICIAS*. <https://diariocorreo.pe/peru/huaicos-causan-perdidas-economicas-en-huanuco-575310/?ref=dcr>
- Garay, J. A. (2018). *Comparación de Métodos de Estabilidad de Taludes por Equilibrio Límite y por Métodos Numéricos en Condiciones de Carga Estática y Pseudo-estática* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo].
- Garnica Anguas, P., Reyes Ramírez, R., & Gómez Rivera, J. (2013). Diseño de muros reforzados con geosintéticos. *Secretaría de comunicaciones y transportes del instituto mexicano del transporte*, 382(0).
- Gurruchaga R., D., & Viscarra A., F. (2020). ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES MEDIANTE EL EMPLEO DE ELEMENTOS FINITOS: UN CASO DE ESTUDIO EN LA PAZ – BOLIVIA. *INVESTIGACION & DESARROLLO*, 20(1), 99–111.
<https://doi.org/10.23881/idupbo.020.1-8i>
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología. (2005). Movimientos en masa: Deslizamientos y huaycos en la quebrada Payhua. Región Lima, provincia Huarochiri, distrito Matucana. *Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET*.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2193#files>
- Juárez, E., & Rico, A. (2005). *Mecánica de suelos, Tomo I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. Limusa.
- Lee W. Abramson, Thomas S. Lee, Sunil Sharma, & Glenn M. Boyce. (2002). *Slope stability and stabilization methods*. Wiley.

Maccaferri. (2005). Encarte Técnico, Estructuras en Suelo Reforzado con el Sistema Terramesh.

Departamento técnico Macferri, Latinoamérica.

Martínez Vargas, A. J. (1999). *Aporte sobre huaycos e inundaciones en el Perú*. Universidad

Nacional de Ingeniería. [https://www.catalogo.uni.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-](https://www.catalogo.uni.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=5403&shelfbrowse_itemnumber=225524#shelfbrowser)

[detail.pl?biblionumber=5403&shelfbrowse_itemnumber=225524#shelfbrowser](https://www.catalogo.uni.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=5403&shelfbrowse_itemnumber=225524#shelfbrowser)

C.E. 020 Estabilización de Suelos y Taludes, Pub. L. No. DS N° 017-2012, El peruano (2012).

[https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619680-ce-](https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619680-ce-020-suelos-y-taludes-ds-n-017-2012)

[020-suelos-y-taludes-ds-n-017-2012](https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619680-ce-020-suelos-y-taludes-ds-n-017-2012)

E.030 Diseño Sismorresistente, Pub. L. No. RM N° 043, El Peruano (2018).

[https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619711-e-](https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619711-e-030-diseno-sismo-resistente)

[030-diseno-sismo-resistente](https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619711-e-030-diseno-sismo-resistente)

Steluti Marques G, & Azoia Lukiantchuki J. (2017). Evaluation of the stability of a highway

slope through numerical modeling. *DYNA*, 84(200), 122–128.

<https://doi.org/10.15446/dyna.v84n200.53850>

Suarez, J. (2009). *Análisis Geotécnico Tomo I*. Universidad Industrial de Santander.

Torres Chung, C. R. (2020). Evaluación de riesgo de deslizamientos y propuesta geotécnica de la

trocha Ayash-Huaripampa tramo km 3+260 al km 3+300. *Perfiles de Ingeniería*, 16(16).

https://doi.org/10.31381/perfiles_ingenieria.v20i15.3542

Valiente S. R., Salvador S. M., & Diaz O. A. (2015). Estabilidad de taludes: Conceptos Básicos,

Parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo. *Revista CIVILIZATE*, 7.

Varnes, D. (1978). *Slope Movement Types and Processes* (Vol. 176).

ANEXOS

ANEXO No 1: Matriz de Consistencia

TÍTULO: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO					
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
Problema general:	Objetivo General	Hipótesis General			Enfoque
¿Cómo evaluar el factor de seguridad en taludes utilizando métodos numéricos para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco?	Evaluar el factor de seguridad en taludes utilizando métodos numéricos para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco.	La evaluación del factor de seguridad en taludes utilizando métodos numéricos, permite obtener un diagnóstico sobre la estabilidad del talud y plantear alternativas de mejoras en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea departamento de Huánuco.		Propiedades del suelo Métodos Numéricos	Será cuantitativo
Problema específico:	Objetivos específicos	Hipótesis específico	Variable independiente: Factor de seguridad		Alcance o nivel
¿Cómo identificar el estado actual del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco?	Identificar el estado actual del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco.	El estado actual del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco, presenta un nivel de deslizamiento considerable.			El alcance es descriptivo
¿Cómo analizar el factor de seguridad en taludes empleando el software GEO5 para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco?	Analizar el factor de seguridad en taludes empleando el software GEO5 para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco.	Los factores de seguridad en taludes empleando en software GEO5 para el análisis de los perfiles 1-1 y 2-2 no son mayores a 1.5, los cuales representan un peligro del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco.	Variable dependiente: Estabilidad de taludes	Evaluación económica Técnicas de estabilización	Diseño
¿Cómo evaluar las posibles soluciones para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco?	Evaluar posibles soluciones óptimas para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco.	Las soluciones planteadas son óptimas en el diseño y en lo económico para la estabilidad del talud ubicado en el tramo Rancho-Panao Km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco.			Es no experimental

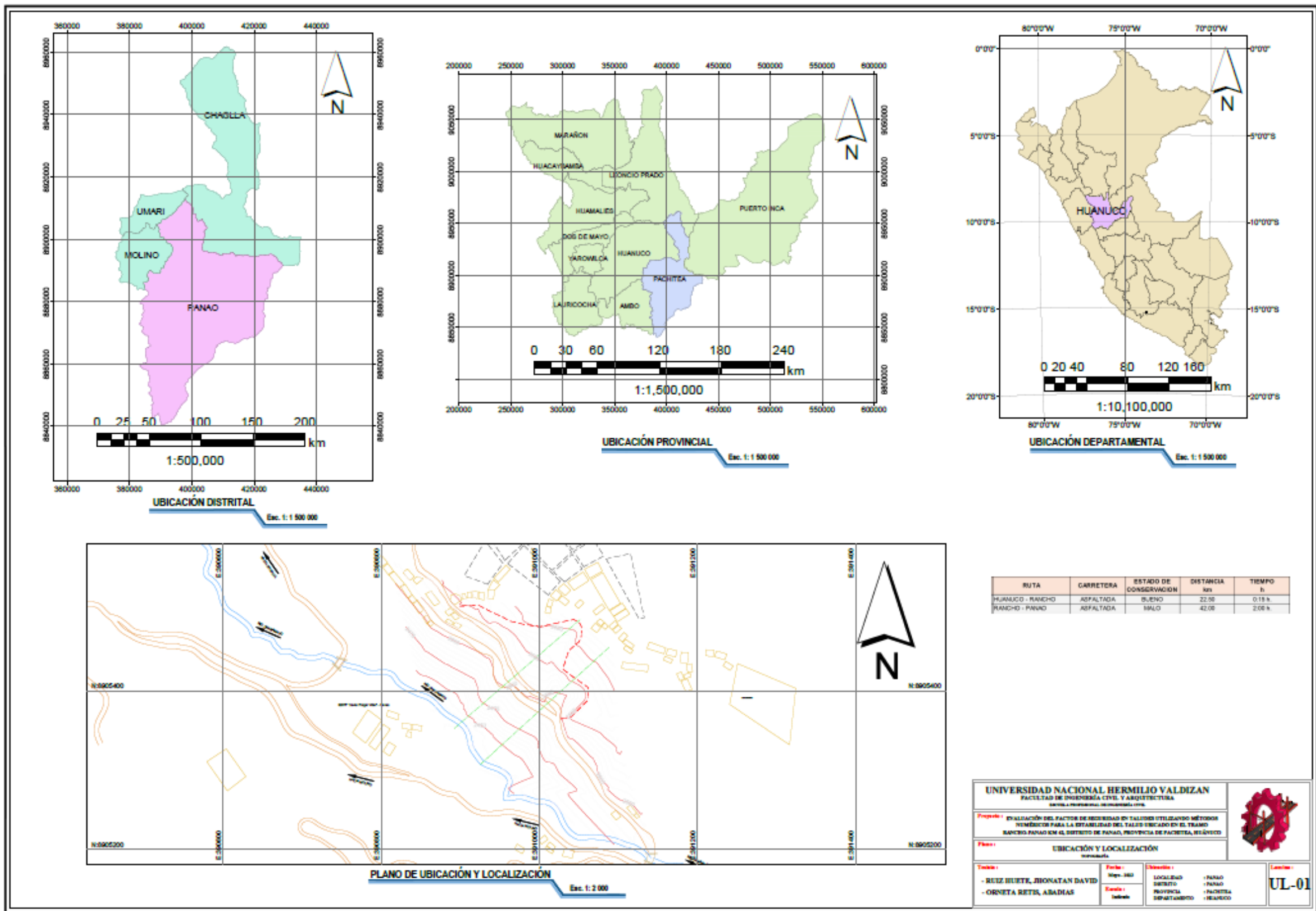
ANEXO No 2: Instrumentos de Recolección de Datos

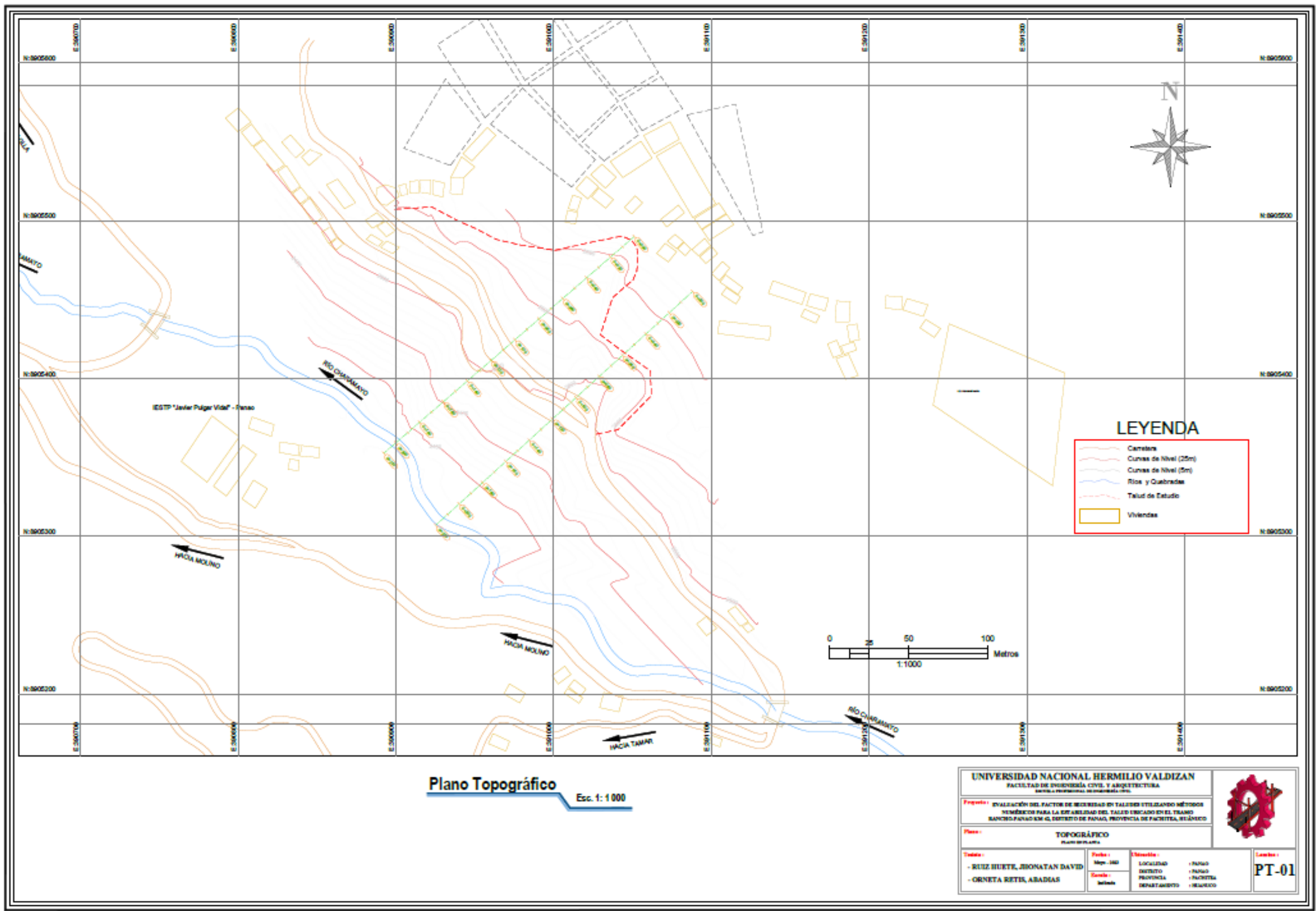
TESISTA:					
UBICACIÓN:		HUÁNUCO			
FECHA:					
ENSAYO:		ANÁLISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO			
CALICATA:					
NTP:		339.128			
TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO(gr)	RETENIDO PARCIAL(%)	RETENIDO ACUMULADO(%)	QUE PASA(%)
3"	76.2				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.05				
1/2"	12.7				
3/8"	9.525				
N°4	4.76				
N°10	2				
N°16	1.3				
N°30	0.59				
N°40	0.426				
N°50	0.297				
N°60	0.25				
N°100	0.149				
N°200	0.074				
CAZOLETA					
TOTAL					

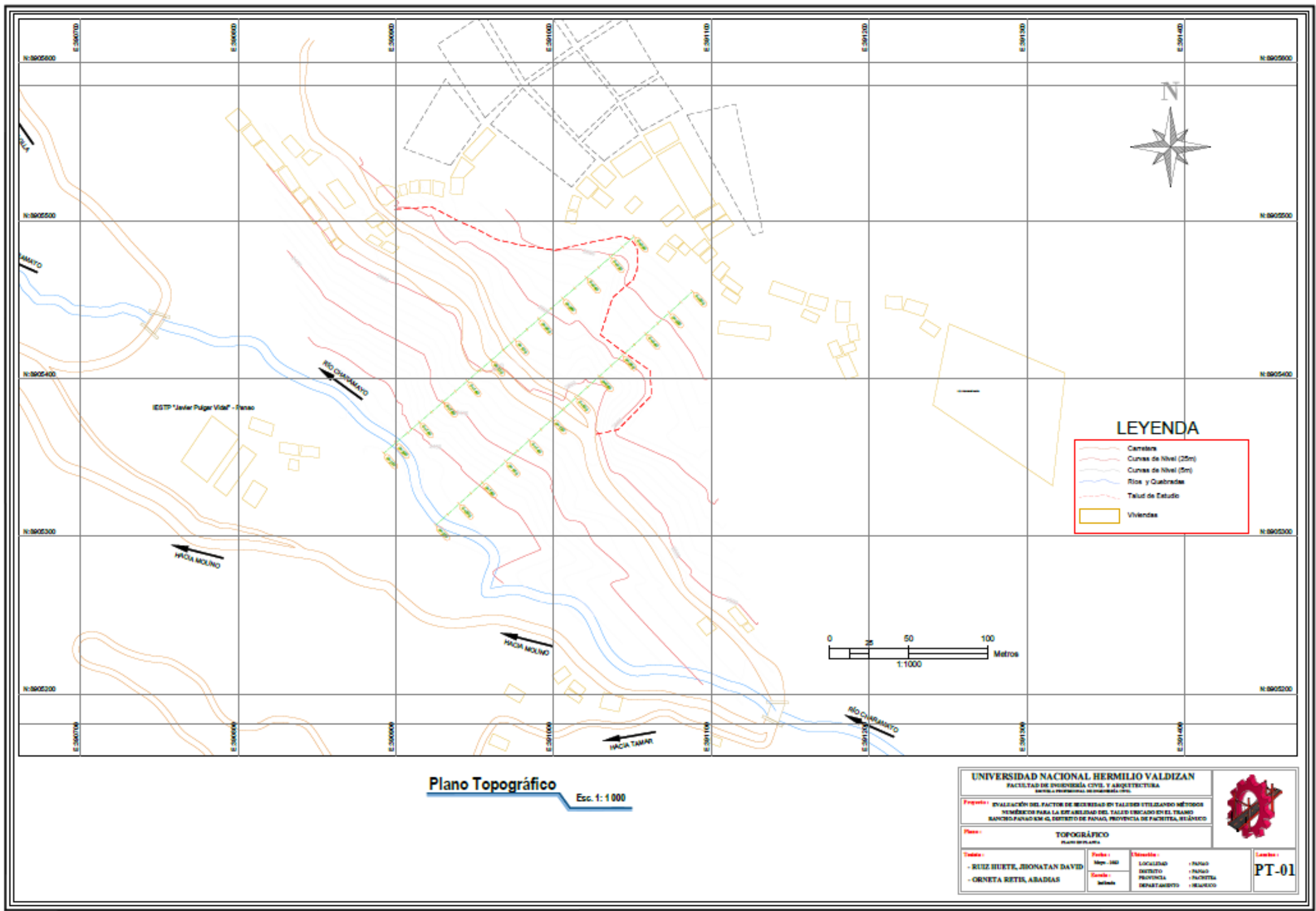
TESISTA:						
UBICACIÓN:	HUÁNUCO					
FECHA:						
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD					
CALICATA:						
NTP:	339.127					
DESCRIPCIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	PROMEDIO
Peso de Bandeja						
Peso natural húmedo + bandeja						
Peso natural seco + bandeja						
Peso natural húmedo						
Peso natural seco						
Contenido de Humedad						

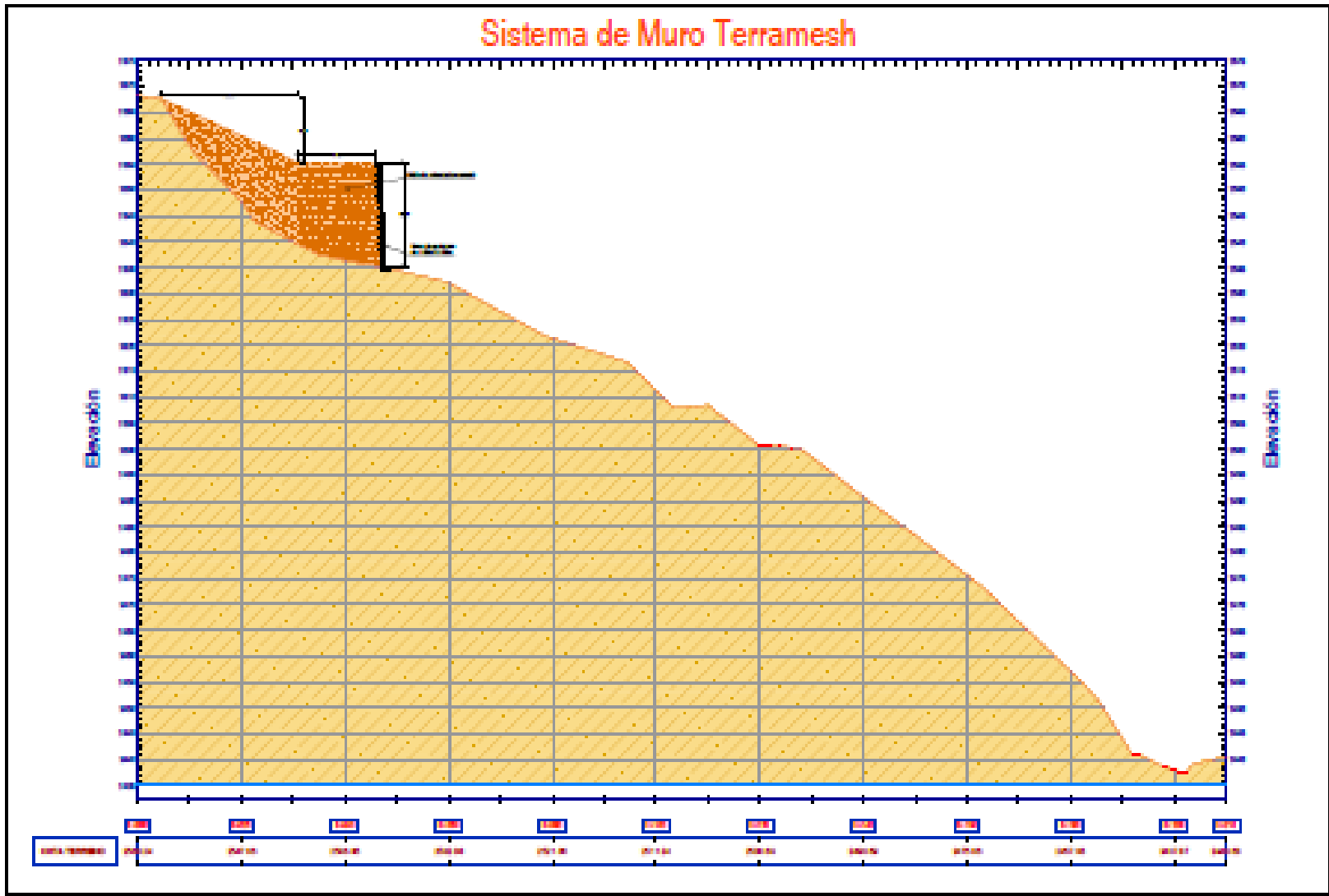
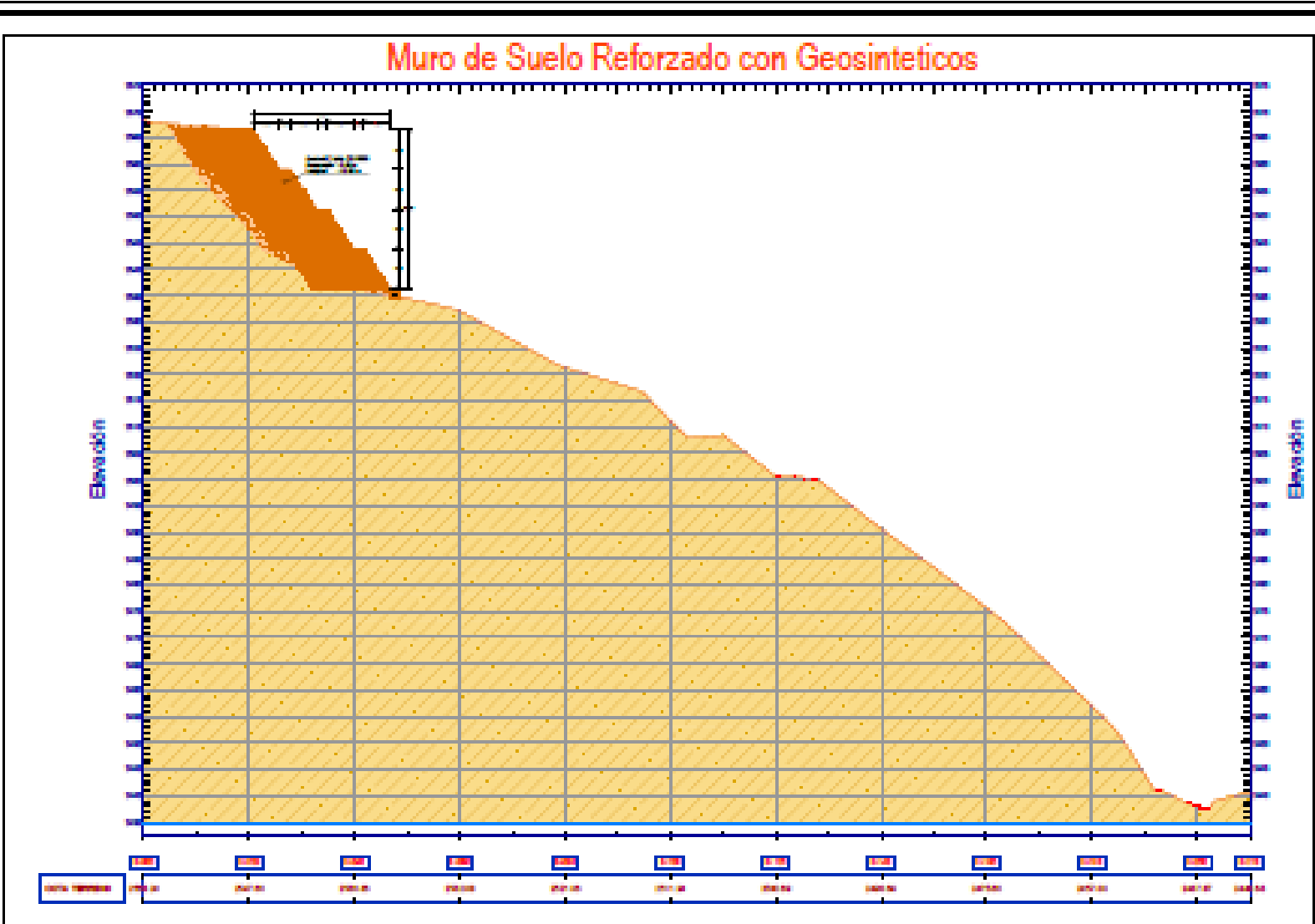
TESISTA:					
UBICACIÓN:	HUÁNUCO				
FECHA:					
ENSAYO:	LÍMITE PLASTICO				
CALICATA:					
NTP:	339.130				
DESCRIPCIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Peso del tarro (gr)					
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)					
Peso del tarro + suelo seco (gr)					
Peso del suelo húmedo (gr)					
Peso del suelo seco (gr)					
LÍMITE PLASTICO (%)					

ANEXO No 3: Planos del Proyecto










Perfiles Longitudinales

Esc. V: 1:500
Esc. H: 1:1000

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDEZAN <small>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</small>			
<small>PROYECTO: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESLIZAMIENTO Y ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR DE LA ESPALDADA DEL VALLE HERMOSO DE EL TAYAN MARTELINAPALCA EN EL DISTRITO DE EL TAYAN, PROVINCIA DE EL TAYAN, DEPARTAMENTO DE TAYAN, PERÚ</small>			
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN <small>Alternativa 1</small>			
TITULO: - BASE FUERTE, MONTAÑA DAVID - OBRERA BETON, ARADIAS	PLANO: 01/01	FECHA: 2023/08/01 2023/08/01	LABOR: AS-01

ANEXO No 4: Panel Fotográfico

Imagen 01: En la imagen se puede observar el deslizamiento de talud en estudio en el tramo Rancho-Panao km 42.



Imagen 02: En la imagen se puede observar el diagnostico in situ del deslizamiento de talud en estudio en el tramo Rancho-Panao km 42.



Imagen 03: En la imagen se puede observar el levantamiento topográfico con GPS diferencial de talud en estudio del tramo Rancho-Panao km 42. (Tesisista: ABADIAS ORNETA RETIS)



Imagen 04: En la imagen se puede observar el levantamiento topográfico con GPS diferencial de talud en estudio del tramo Rancho-Panao km 42. (Tesisista: JHONATAN DAVID RUIZ HUETE)



Imagen 05: En la imagen se puede observar a los tesisistas en lugar del deslizamiento de talud en estudio del tramo Rancho-Panao km 42.



Imagen 06: En la imagen se puede observar el deslizamiento completo de talud en estudio del tramo Rancho-Panao km 42.



Imagen 07: En la imagen se puede observar la extracción de muestra de las calicatas.



Imagen 08: En la imagen se puede observar la extracción de muestra de las calicatas de talud en estudio del tramo Rancho-Panao km 42.



Imagen 09: En la imagen se puede observar el lavado de las muestras en laboratorio de Geotecnia, Pavimentos y Ensayo de Materiales.



Imagen 10: En la imagen se puede observar el secado de las muestras en laboratorio de Geotecnia, Pavimentos y Ensayo de Materiales.



Imagen 11: En la imagen se puede observar los tamices que se utilizaron para el ensayo de granulometría de las muestras.



Imagen 12: En la imagen se puede observar en el tamizador en laboratorio de Geotecnia, Pavimentos y Ensayo de Materiales.

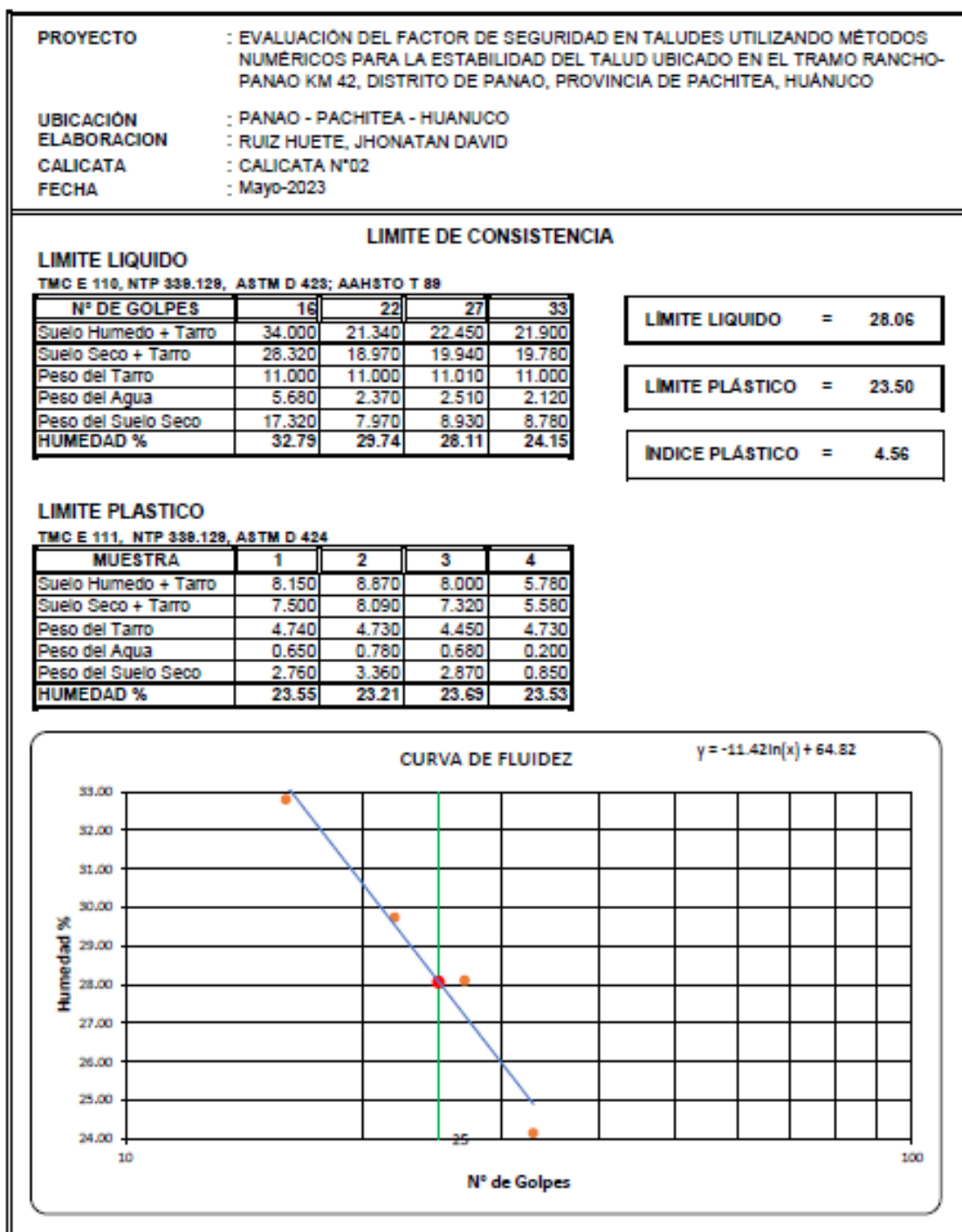


Imagen 13: En la imagen se puede observar el peso retenido de la muestra en laboratorio de Geotecnia, Pavimentos y Ensayo de Materiales.



Imagen 14: En la imagen se puede observar el peso retenido de la muestra en laboratorio de Geotecnia, Pavimentos y Ensayo de Materiales.

ANEXO No 5: Estudio de Suelos



PROYECTO	: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO		
UBICACIÓN	: PANAO - PACHITEA - HUANUCO		
ELABORACION	: RUIZ HUETE, JHONATAN DAVID		
CALICATA	: CALICATA N°02		
FECHA	: Mayo-2023		

CLASIFICACION DE SUELOS

% Pasa Malla No 200	2.29%
% Pasa Malla No 4	0.00%

LL	28.08
LP	23.50
IP	4.58

C_u	-
C_c	-

CLAIFICACION SUCS

CLASIFICACION SUCS

Indice de Plasticidad

Límite Líquido

— Línea A - - - Línea U — Línea B

Clasificación
Suelo de partículas finas
Limo de baja plasticidad arenoso ML

CLAIFICACION AASHTO

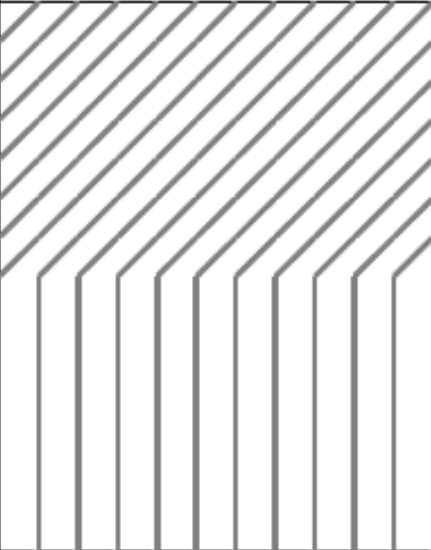
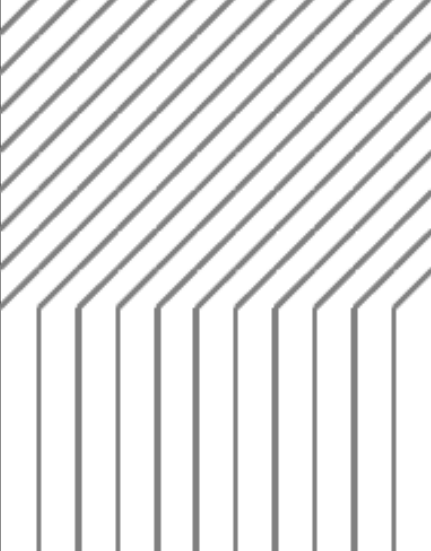


Clasificación

A-4 Suelo limoso

PROYECTO	: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO				
UBICACIÓN	: PANAO - PACHITEA - HUANUCO				
ELABORACION	: RUIZ HUETE, JHONATAN DAVID	PROFUNDIDAD	: 1.50 m		
CALICATA	: CALICATA N°01	NIVEL	FREATICO	: No presenta	
FECHA	: Mayo-2023	FILTRACION	: No presenta		

PERFIL ESTRATIGRAFICO

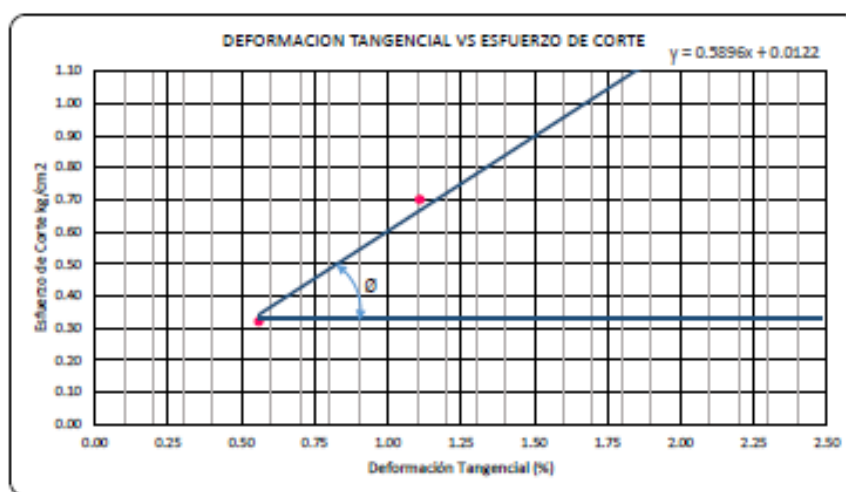
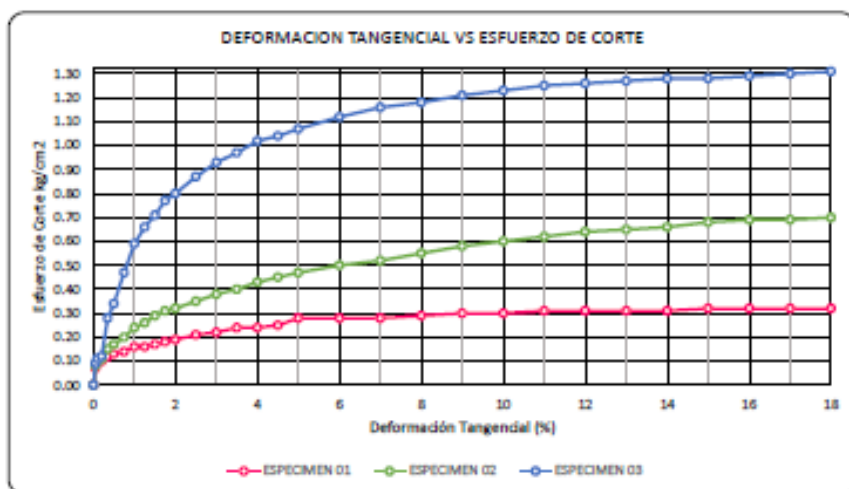
ESPESOR DE ESTRATO mL	MUESTRA	CLASIFICA		SÍMBOLO DEL TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
		SUCS	AASHTO		
0.80 mts	E-1	CL-ML	A-4 (D)		<p>Suelo de partículas finas. Arcilla limosa, compactad media, humedad, media, color pardo olaro</p> <p>El material se encuentra uerto debido al delzamiento que ocurre constantemente en la zona de estudio</p>
0.70 mts.	E-2	CL-ML	A-4 (D)		<p>Suelo de partículas finas. Arcilla limosa, compactad media, humedad, media, color pardo olaro, material granular equivalente 12.88%</p>

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAJO KM 42, DISTRITO DE PANAJÓ, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO
UBICACIÓN : PANAJÓ - PACHITEA - HUÁNUCO
ELABORACION : RUIZ HUETE, JHONATAN DAVID
CALICATA : CALICATA N°01
FECHA : Mayo-2023

CORTE DIRECTO ASTM D - 2080, AASHTO T - 236

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
Esfuerzo Normal	kg/cm ²	0.56		1.11		2.22	
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura	mm	19.05	17.95	19.05	16.85	19.05	16.15
Lado	mm	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Humedad	%	11.00	16.58	11.00	15.38	11.00	8.05
Densidad Seca	g/cm ³	1.414	1.501	1.550	1.598	1.403	1.655

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de corte kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado %	Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de corte kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado %	Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de corte kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado %
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.07	0.13	0.05	0.08	0.07	0.05	0.09	0.04
0.10	0.09	0.16	0.10	0.10	0.09	0.10	0.11	0.05
0.20	0.10	0.19	0.20	0.11	0.10	0.20	0.12	0.05
0.35	0.12	0.21	0.35	0.15	0.13	0.35	0.28	0.12
0.50	0.13	0.24	0.50	0.17	0.16	0.50	0.34	0.15
0.75	0.14	0.25	0.75	0.20	0.18	0.75	0.47	0.21
1.00	0.16	0.28	1.00	0.24	0.22	1.00	0.59	0.26
1.25	0.16	0.30	1.25	0.26	0.23	1.25	0.66	0.30
1.50	0.17	0.31	1.50	0.29	0.26	1.50	0.71	0.32
1.75	0.18	0.33	1.75	0.31	0.27	1.75	0.77	0.35
2.00	0.19	0.35	2.00	0.32	0.29	2.00	0.80	0.36
2.50	0.21	0.37	2.50	0.35	0.32	2.50	0.87	0.39
3.00	0.22	0.40	3.00	0.38	0.34	3.00	0.93	0.42
3.50	0.24	0.42	3.50	0.40	0.36	3.50	0.97	0.44
4.00	0.24	0.44	4.00	0.43	0.39	4.00	1.02	0.46
4.50	0.25	0.46	4.50	0.45	0.40	4.50	1.04	0.47
5.00	0.28	0.47	5.00	0.47	0.42	5.00	1.07	0.48
6.00	0.28	0.50	6.00	0.50	0.45	6.00	1.12	0.50
7.00	0.28	0.51	7.00	0.52	0.47	7.00	1.16	0.52
8.00	0.29	0.52	8.00	0.55	0.49	8.00	1.18	0.53
9.00	0.30	0.54	9.00	0.58	0.53	9.00	1.21	0.54
10.00	0.30	0.54	10.00	0.60	0.54	10.00	1.23	0.55
11.00	0.31	0.56	11.00	0.62	0.56	11.00	1.25	0.56
12.00	0.31	0.56	12.00	0.64	0.57	12.00	1.26	0.57
13.00	0.31	0.57	13.00	0.65	0.59	13.00	1.27	0.58
14.00	0.31	0.57	14.00	0.66	0.59	14.00	1.28	0.58
15.00	0.32	0.57	15.00	0.68	0.60	15.00	1.28	0.58
16.00	0.32	0.58	16.00	0.69	0.60	16.00	1.29	0.58
17.00	0.32	0.58	17.00	0.69	0.59	17.00	1.30	0.58
18.00	0.32	0.58	18.00	0.70	0.59	18.00	1.31	0.59



θ	=	30.52°
c	=	0.01 kg/cm ²

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAJO KM 42, DISTRITO DE PANAJÓ, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO

UBICACIÓN : PANAJÓ - PACHITEA - HUÁNUCO

ELABORACION : RUIZ HUETE, JHONATAN DAVID

CALICATA Nº02 : CALICATA Nº02

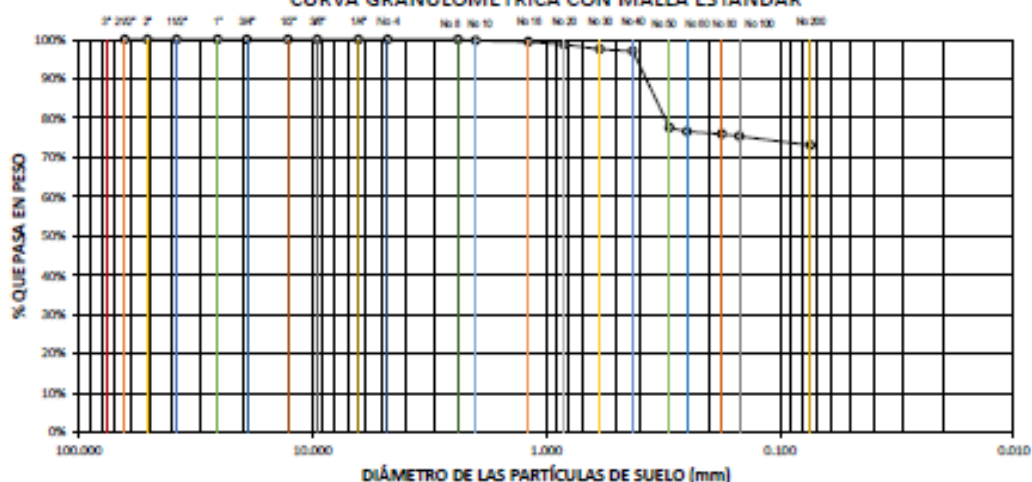
FECHA : Mayo-2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 27-88)

TOTAL MUESTRA SECADA AL AIRE 986.91 gr

TAMIZ N°	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO 2mm
3"	76.200				100.00%	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	La muestra fue proporcionada por el solicitante, la muestra fue entregada sellada hermeticamente, de color rojo blanquecino, el estrato ensayado es en estrato 2.
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
3/4"	19.050	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
1/2"	12.700	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	Suelo de partículas finas. Limo de baja plasticidad, compacidad baja, humedad media, color pardo claro, 26.91%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
1/4"	6.350	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
No 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
No 8	2.380	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	OBSERVACIONES
No 10	2.000	2.80	0.28%	0.28%	99.72%	% de grava = 0.00%
No 16	1.190	3.20	0.32%	0.61%	99.39%	% de arena = 26.91%
No 20	0.840	6.50	0.66%	1.27%	98.73%	% de limo y arcilla = 73.09%
No 30	0.590	12.10	1.23%	2.49%	97.51%	PORCENTAJE DE HUMEDAD
No 40	0.426	5.20	0.53%	3.02%	96.98%	Peso suelo húmedo + resplente = 974.700
No 50	0.297	192.30	19.49%	22.50%	77.50%	Peso resplente = 80.200
No 60	0.250	9.20	0.93%	23.44%	76.56%	Peso suelo seco + resplente = 910.000
No 80	0.177	6.30	0.64%	24.08%	75.92%	% de Humedad = 7.80%
No 100	0.149	5.40	0.55%	24.62%	75.38%	PORCENTAJE DE HUMEDAD HIGROSCÓPICA
No 200	0.074	22.60	2.29%	26.91%	73.09%	Peso sec. al aire = 1326.400
GAZOLETA	0.000	721.31	73.09%	100.00%	0.00%	Peso recipiente = 450.500
TOTAL		886.91	100.00%			Peso sec. homo = 1295.100
						% H. Higroscópica = 3.71%

CURVA GRANULOMÉTRICA CON MALLA ESTÁNDAR



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANA O KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO

UBICACIÓN : PANAO - PACHITEA - HUÁNUCO

ELABORACION : RUIZ HUETE, JHONATAN DAVID

CALICATA : CALICATA N°02

FECHA : Mayo-2023

LIMITE DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

TMC E 110, NTP 338.128, ASTM D 423; AAHSTO T 88

N° DE GOLPES	16	22	27	33
Suelo Humedo + Tarro	34.000	21.340	22.450	21.900
Suelo Seco + Tarro	28.320	18.970	19.940	19.780
Peso del Tarro	11.000	11.000	11.010	11.000
Peso del Agua	5.680	2.370	2.510	2.120
Peso del Suelo Seco	17.320	7.970	8.930	8.780
HUMEDAD %	32.78	29.74	28.11	24.15

LIMITE LIQUIDO = 28.06

LIMITE PLÁSTICO = 23.50

INDICE PLÁSTICO = 4.56

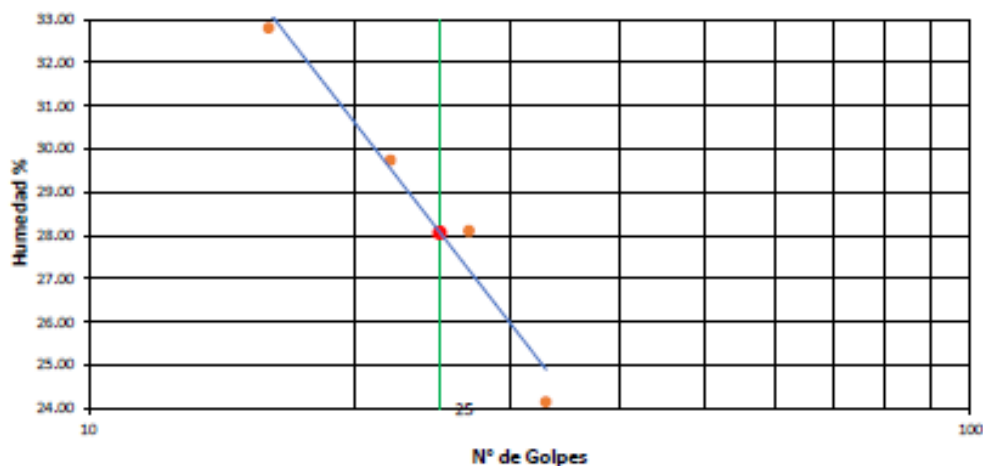
LIMITE PLASTICO

TMC E 111, NTP 338.128, ASTM D 424

MUESTRA	1	2	3	4
Suelo Humedo + Tarro	8.150	8.870	8.000	5.780
Suelo Seco + Tarro	7.500	8.090	7.320	5.580
Peso del Tarro	4.740	4.730	4.450	4.730
Peso del Agua	0.650	0.780	0.680	0.200
Peso del Suelo Seco	2.760	3.360	2.870	0.850
HUMEDAD %	23.55	23.21	23.69	23.53

CURVA DE FLUIDEZ

$$y = -11.42 \ln(x) + 64.82$$



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAQ, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO

UBICACIÓN : PANAQ - PACHITEA - HUANUCO

ELABORACION : RUIZ HUETE, JHONATAN DAVID

CALICATA : CALICATA N°02

FECHA : Mayo-2023

CLASIFICACION DE SUELOS

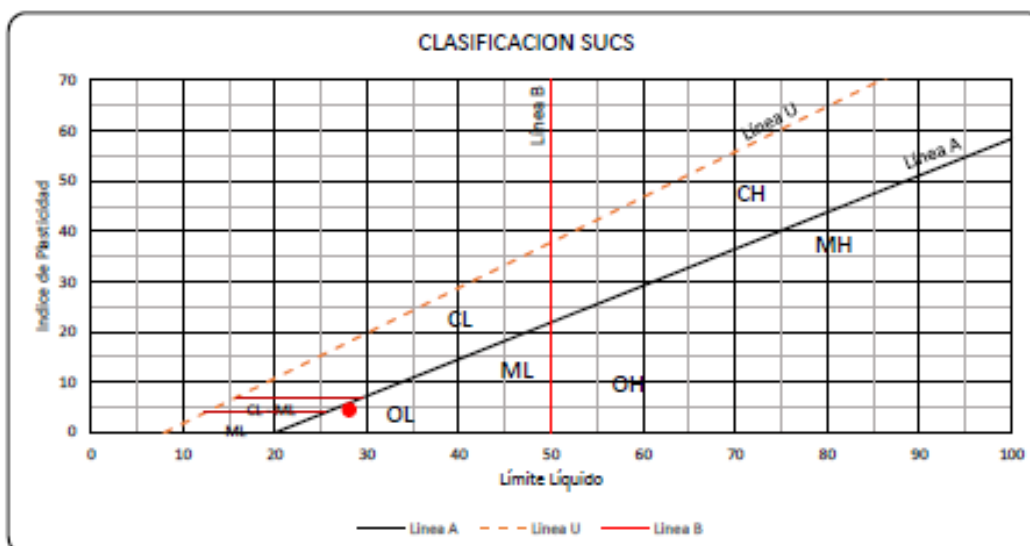
% Pasa Malla No 200 : 2.29%

% Pasa Malla No 4 : 0.00%

LL	28.06
LP	23.50
IP	4.56

C_u	-
C_c	-

CLAIFICACION SUCS



Clasificación

Suelo de partículas finas

Limo de baja plasticidad arenoso ML

CLAIFICACION AASHTO



Clasificación

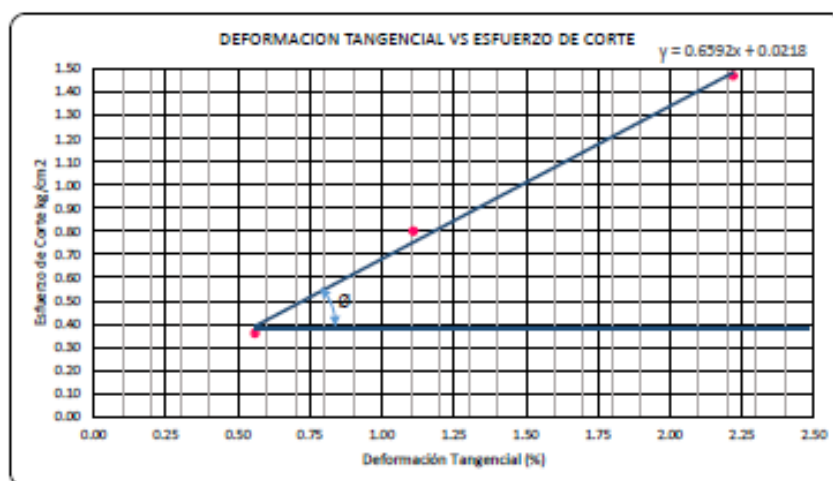
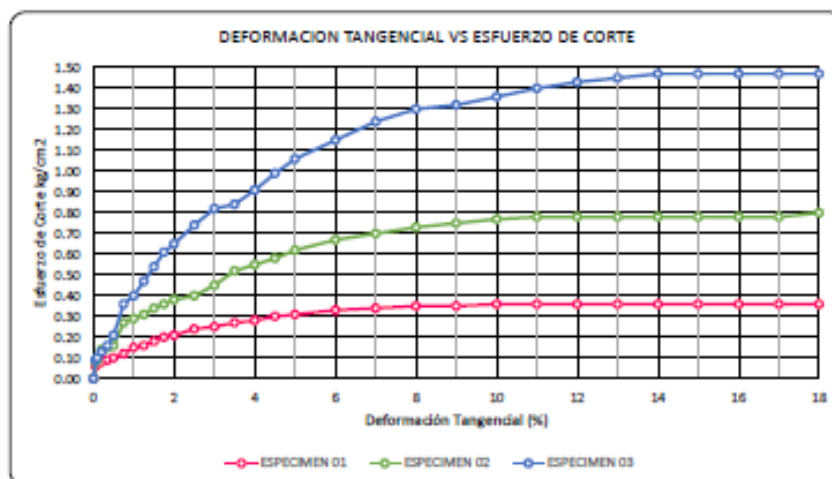
A-4 Suelo limoso

PROYECTO	: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO				
UBICACIÓN	: PANAO - PACHITEA - HUANUCO				
ELABORACIÓN	: RUIZ HUETE, JHONATAN DAVID	PROFUNDIDAD	: 1.50 m		
CALICATA	: CALICATA N°02	NIVEL	FREATICO	: No presenta	
FECHA	: Mayo-2023	FILTRACIÓN	: No presenta		

PERFIL ESTRATIGRAFICO

ESPESOR DE ESTRATO mL	MUESTRA	CLASIFICA		SÍMBOLO DEL TIPO DE SUELO										CARACTERÍSTICAS DEL SUELO			
		SUCS	AASHTO														
0.80 mts	E-1	CL-ML	A-4 (0)														<p>Suelo de partículas finas. Limo de baja plasticidad, compacidad baja, humedad media, color pardo olaro</p> <p>El material se encuentra cueteo debido al delzamiento que ocurre constantemente en la zona de estudio</p>
0.70 mts.	E-2	CL-ML	A-4 (0)														<p>Suelo de partículas finas. Limo de baja plasticidad, compacidad baja, humedad media, color pardo olaro, con material granular equivalente 28.81%</p>

PROYECTO	: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAÑO KM 42, DISTRITO DE PANAÑO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO							
UBICACIÓN	: PANAÑO - PACHITEA - HUÁNUCO							
ELABORACION	: RUIZ HUETE, JHONATAN DAVID							
CALICATA	: CALICATA N°02							
FECHA	: Mayo-2023							
CORTE DIRECTO ASTM D - 2080, AASHTO T - 236								
DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
Esfuerzo Normal	kg/cm ²	0.56		1.11		2.22		
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura	mm	19.05	17.50	19.05	16.35	19.05	15.40	
Lado	mm	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	
Humedad	%	24.00	29.63	24.00	27.78	12.17	32.30	
Densidad Seca	g/cm ³	1.411	1.536	1.460	1.701	1.557	1.711	
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de corte kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado %	Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de corte kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado %	Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de corte kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado %
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.06	0.11	0.05	0.08	0.07	0.05	0.09	0.04
0.10	0.07	0.12	0.10	0.09	0.08	0.10	0.10	0.05
0.20	0.08	0.14	0.20	0.14	0.12	0.20	0.13	0.06
0.35	0.09	0.17	0.35	0.15	0.14	0.35	0.16	0.07
0.50	0.10	0.18	0.50	0.16	0.15	0.50	0.21	0.10
0.75	0.12	0.22	0.75	0.27	0.24	0.75	0.36	0.16
1.00	0.15	0.26	1.00	0.29	0.26	1.00	0.40	0.18
1.25	0.16	0.29	1.25	0.31	0.28	1.25	0.47	0.21
1.50	0.18	0.32	1.50	0.34	0.31	1.50	0.54	0.24
1.75	0.20	0.35	1.75	0.36	0.32	1.75	0.61	0.27
2.00	0.21	0.39	2.00	0.38	0.34	2.00	0.65	0.29
2.50	0.24	0.43	2.50	0.40	0.36	2.50	0.74	0.33
3.00	0.25	0.45	3.00	0.45	0.41	3.00	0.82	0.37
3.50	0.27	0.48	3.50	0.52	0.47	3.50	0.84	0.38
4.00	0.28	0.51	4.00	0.55	0.49	4.00	0.91	0.41
4.50	0.30	0.54	4.50	0.58	0.53	4.50	0.99	0.44
5.00	0.31	0.56	5.00	0.62	0.56	5.00	1.06	0.48
6.00	0.33	0.59	6.00	0.67	0.60	6.00	1.15	0.52
7.00	0.34	0.62	7.00	0.70	0.63	7.00	1.24	0.58
8.00	0.35	0.63	8.00	0.73	0.66	8.00	1.30	0.58
9.00	0.35	0.63	9.00	0.75	0.67	9.00	1.32	0.59
10.00	0.36	0.64	10.00	0.77	0.70	10.00	1.36	0.61
11.00	0.36	0.64	11.00	0.78	0.70	11.00	1.40	0.63
12.00	0.36	0.64	12.00	0.78	0.70	12.00	1.43	0.64
13.00	0.36	0.64	13.00	0.78	0.70	13.00	1.45	0.65
14.00	0.36	0.64	14.00	0.78	0.70	14.00	1.47	0.66
15.00	0.36	0.64	15.00	0.78	0.70	15.00	1.47	0.66
16.00	0.36	0.64	16.00	0.78	0.70	16.00	1.47	0.66
17.00	0.36	0.64	17.00	0.78	0.70	17.00	1.47	0.66
18.00	0.36	0.64	18.00	0.80	0.70	18.00	1.47	0.66



θ	=	33.39°
c	=	0.02 kg/cm ²

ANEXO No 6: Reporte de Cálculos

Perfil 1-1

JHOAH	ESTABILIDAD DE TALUDES
-------	------------------------

Analysis using finite element method

Topology


Project

Task : ESTABILIDAD DE TALUDES
 Author : JHOAH
 Date : AGOSTO 2023
 Project ID : EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO


Global settings

Task geometry : Plane strain
 Analysis type : Stress
 Tunnels : yes
 Allow to input water as the result of steady state water flow analysis : no
 Allow the dynamic analysis of earthquake : no
 Concrete structures : EN 1992-1-1 (EC2)
 Calculation of geostatic stress (1st stage) : Geostatic stress
 Advanced mesh generating parameters : no
 Advanced soil parameters : no
 Advanced soil models : no
 Temperature load : no
 Detailed results : no

Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	1.58	3.12	3.00	9.81	8.13
		15.70	12.66	18.72	14.88	26.80	20.84
		34.18	26.58	38.52	29.97	46.39	30.01
		56.28	38.21	62.94	37.65	71.67	46.44
		87.78	51.59	106.66	62.05	131.66	67.38
		143.58	73.53	155.59	87.09	161.79	97.44
		166.27	98.00	200.00	101.37		

Soil parameters - basic data

No.	Name	Sample	γ [kN/m ³]	E [MPa]	ν [-]
1	S-1		12.50	300.00	0.30

Soil parameters - data according to model

No.	Material model	c_{ef} [kPa]	φ_{ef} [°]	ψ [°]
1	Mohr - Coulomb	0.98	30.52	0.00

JHOAH	ESTABILIDAD DE TALUDES
-------	------------------------

Soil parameters - uplift

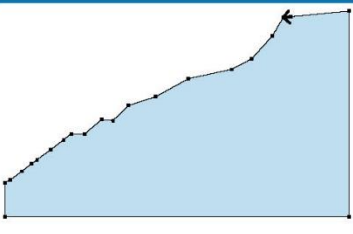

No.	Name	Sample	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	S-1		12.50		

Soil parameters

S-1

Material model : Mohr - Coulomb
 Unit weight : $\gamma = 12.50$ kN/m³
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Elastic modulus : $E = 300.00$ MPa
 Modulus unloading / reloading : $E_{ur} = 300.00$ MPa
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 30.52^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 0.98$ kPa
 Dilatation angle : $\psi = 0.00^\circ$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 12.50$ kN/m³

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		166.27	98.00	161.79	97.44	S-1 
		155.59	87.09	143.58	73.53	
		131.66	67.38	106.66	62.05	
		87.78	51.59	71.67	46.44	
		62.94	37.65	56.28	38.21	
		46.39	30.01	38.52	29.97	
		34.18	26.58	26.80	20.84	
		18.72	14.88	15.70	12.66	
		9.81	8.13	3.12	3.00	
		0.00	1.58	0.00	-18.42	
		200.00	-18.42	200.00	101.37	

Mesh generation

Mesh generation parameters

Element edge length : 5.00 [m]
 Mesh smoothing : yes
 Generate multinode elements : yes

Mesh generation result

Finite element mesh was successfully generated.

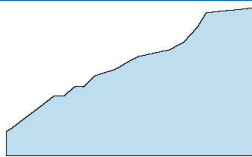

Number of nodes 3082

Number of elements 1691 (region 1231, beam 115, interface 345)

JHOAH	ESTABILIDAD DE TALUDES
-------	------------------------

Input data (Stage of construction 1)

Assignment and activation

No.	Region	Active / inactive	Assigned soil
1		Active	S-1 

Line supports

No.	Location	Support	
		Direction X	Direction Z
A1	Mesh line No. 19	fixed	free
A2	Mesh line No. 21	fixed	free
A3	Mesh line No. 20	fixed	fixed

A1 up to A3 - automatically generated line supports along model edges

Water

Water type : No water

Analysis settings

Stress

Method : Newton - Raphson
 Stiffness matrix change : after each iteration
 Max. number of iterations for one calc. step : 100
 Initial calculation step : 0.25
 Displacement error : 0.0100
 Imbalanced forces error : 0.0100
 Energy error : 0.0100
 Respect material interfaces : no

Plasticity

Return mapping error : 0.00100
 Max. number of iterations for one plast. step : 20

Newton - Raphson

Relaxation factor of calculation step : 2
 Maximum number of relaxations of calculation step : 2
 Min. number of iterations for one calc. step : 1

Line search

Solution method : iterate no
 Line search limit - minimum : 0.100
 Line search limit - maximum : 1.000

Results (Stage of construction 1)

Stress analysis ended before reaching the total loading

Analysis settings : **standard**

[W071] Analysis failed to converge. Maximum number of relaxations of one calculation step exceeded.
 Attained loading = 6.25 %

Extremes

Stress (extremes)

JHOAH	ESTABILIDAD DE TALUDES					
-------	------------------------	--	--	--	--	--

	Location		Min	Location		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Total stress $\sigma_{z, tot}$ [kPa]	56.28	38.21	-0.54	200.00	-18.42	81.37
Effective stress $\sigma_{z, eff}$ [kPa]	56.28	38.21	-0.54	200.00	-18.42	81.37
Total stress $\sigma_{x, tot}$ [kPa]	158.49	91.92	0.99	200.00	-18.42	34.87
Effective stress $\sigma_{x, eff}$ [kPa]	158.49	91.92	0.99	200.00	-18.42	34.87
Shear stress τ_{xz} [kPa]	200.00	14.70	-0.09	85.00	-18.42	9.57

Strain (extremes)

	Location		Min	Location		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Equivalent deviatoric strain E_d [%]	161.79	97.44	0.00	200.00	9.38	0.02
Plastic equivalent deviatoric strain $E_{d, pl}$ [%]	200.00	91.51	0.00	147.14	77.54	0.02

Mobilization degree (extremes)

	Location		Min	Location		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Mobilized strength [%]	166.27	98.00	30.52	0.00	1.58	100.00
Mobilized strength [%]	166.27	98.00	30.52	0.00	1.58	100.00

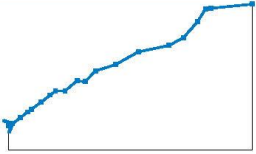
Pore pressures (extremes)

	Location		Max
	x [m]	z [m]	
Total pore pressure u_{tot} [kPa]	200.00	101.37	0.00

Stability of slopes**Analysis using finite element method****Topology****Project****Global settings**


Task geometry :	Plane strain
Analysis type :	Slope stability
Allow to input water as the result of steady state water flow analysis :	no
Concrete structures :	EN 1992-1-1 (EC2)
Advanced mesh generating parameters :	no
Advanced soil parameters :	no
Advanced soil models :	no
Detailed results :	no

Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	1.58	3.12	3.00	9.81	8.13
		15.70	12.66	18.72	14.88	26.80	20.84
		34.18	26.58	38.52	29.97	46.39	30.01
		56.28	38.21	62.94	37.65	71.67	46.44
		87.78	51.59	106.66	62.05	131.66	67.38
		143.58	73.53	155.59	87.09	161.79	97.44
		166.27	98.00	200.00	101.37		

JHOAH	ESTABILIDAD DE TALUDES
-------	------------------------

Soil parameters - basic data

No.	Name	Sample	γ [kN/m ³]	E [MPa]	ν [-]
1	S-1		12.50	300.00	0.30

Soil parameters - data according to model

No.	Material model	c_{ef} [kPa]	ϕ_{ef} [°]	ψ [°]
1	Mohr - Coulomb	0.98	30.52	0.00

Soil parameters - uplift

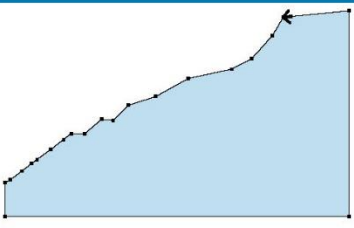

No.	Name	Sample	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	S-1		12.50		

Soil parameters

S-1

Material model : Mohr - Coulomb
 Unit weight : $\gamma = 12.50$ kN/m³
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Elastic modulus : E = 300.00 MPa
 Modulus unloading / reloading : $E_{ur} = 300.00$ MPa
 Angle of internal friction : $\phi_{ef} = 30.52^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 0.98$ kPa
 Dilation angle : $\psi = 0.00^\circ$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 12.50$ kN/m³

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		166.27	98.00	161.79	97.44	S-1 
		155.59	87.09	143.58	73.53	
		131.66	67.38	106.66	62.05	
		87.78	51.59	71.67	46.44	
		62.94	37.65	56.28	38.21	
		46.39	30.01	38.52	29.97	
		34.18	26.58	26.80	20.84	
		18.72	14.88	15.70	12.66	
		9.81	8.13	3.12	3.00	
		0.00	1.58	0.00	-18.42	
		200.00	-18.42	200.00	101.37	

Mesh generation

Mesh generation parameters

Element edge length : 5.00 [m]
 Mesh smoothing : yes

JHOAH

ESTABILIDAD DE TALUDES

Generate multinode elements : yes

Mesh generation result

Finite element mesh was successfully generated.

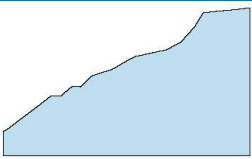

Number of nodes 3082

Number of elements 1691 (region 1231, beam 115, interface 345)

JHOAH	ESTABILIDAD DE TALUDES
-------	------------------------

Input data (Stage of construction 1)

Assignment and activation

No.	Region	Active / inactive	Assigned soil
1		Active	S-1 

Line supports

No.	Location	Support	
		Direction X	Direction Z
1	Mesh line No. 19	fixed	free
2	Mesh line No. 21	fixed	free
3	Mesh line No. 20	fixed	fixed

Water

Water type : No water

Earthquake

Earthquake not included.

Analysis settings

Slope Stability

Method : Newton - Raphson
 Stiffness matrix change : after each iteration
 Max. number of iterations for one calc. step : 100
 Initial calculation step : 0.25
 Reduction of soil parameters : reduce c, phi
 Initial reduction step : 0.90
 Displacement error : 0.0100
 Imbalanced forces error : 0.0100
 Energy error : 0.0100
 Respect material interfaces : yes

Plasticity

Return mapping error : 0.00100
 Max. number of iterations for one plast. step : 20

Newton - Raphson

Relaxation factor of calculation step : 2
 Maximum number of relaxations of calculation step : 2
 Relaxation factor of reduction step : 2
 Maximum number of relaxations of reduction step : 3
 Minimal reduction step : 0.99

Line search

Solution method : iterate no
 Line search limit - minimum : 0.100
 Line search limit - maximum : 1.000

Results (Stage of construction 1)

Slope stability analysis ended improperly.

Analysis settings : **standard**

Factor of safety FS = 0.59

JHOAH	ESTABILIDAD DE TALUDES
-------	------------------------

Soil parameters in the last finished iteration		
Region number	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]
1	51.69	1.66

[W108] The analysis failed to converge in the 1st step. The structure is unstable.

Extremes

Stress (extremes)

	Location		Min	Location		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
No values were calculated						

Strain (extremes)

	Location		Min	Location		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Plastic equivalent deviatoric strain $E_{d,pl}$ [%]	200.00	91.51	0.00	147.14	77.54	0.24

Pore pressures (extremes)

	Location		Max
	x [m]	z [m]	
No values were calculated			

Perfil 2-2

JHOAH	ESTABILIDAD DE TALUDES
-------	------------------------

Analysis using finite element method

Topology


Project

Task : ESTABILIDAD DE TALUDES
 Author : JHOAH
 Date : AGOSTO 2023
 Project ID : EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO


Global settings

Task geometry :	Plane strain
Analysis type :	Stress
Tunnels :	yes
Allow to input water as the result of steady state water flow analysis :	no
Allow the dynamic analysis of earthquake :	no
Concrete structures :	EN 1992-1-1 (EC2)
Calculation of geostatic stress (1st stage) :	Geostatic stress
Advanced mesh generating parameters :	no
Advanced soil parameters :	no
Advanced soil models :	no
Temperature load :	no
Detailed results :	no

Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	6.92	5.25	13.09	9.89
		18.39	13.82	24.22	18.14	29.48	21.08
		36.16	24.81	37.82	24.91	39.51	24.78
		41.72	24.87	44.10	24.85	46.83	25.43
		50.53	27.13	64.62	25.97	66.82	26.04
		69.24	26.01	91.48	50.48	99.05	60.12
		140.81	83.34	145.58	86.58	147.86	88.51
		150.48	89.80	155.26	93.22	155.68	94.04
		157.00	95.00	180.00	100.75		

Soil parameters - basic data

No.	Name	Sample	γ [kN/m ³]	E [MPa]	ν [-]
1	S-1		12.50	300.00	0.30

Soil parameters - data according to model

No.	Material model	c_{ef} [kPa]	ϕ_{ef} [°]	ψ [°]
1	Mohr - Coulomb	1.96	33.39	0.00

JHOAH	ESTABILIDAD DE TALUDES
-------	------------------------

Soil parameters - uplift

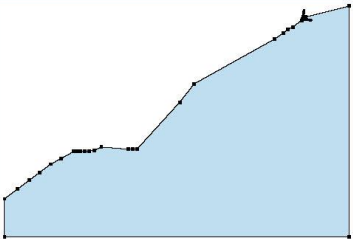

No.	Name	Sample	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	S-1		12.50		

Soil parameters

S-1

Material model : Mohr - Coulomb
 Unit weight : $\gamma = 12.50$ kN/m³
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Elastic modulus : $E = 300.00$ MPa
 Modulus unloading / reloading : $E_{ur} = 300.00$ MPa
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 33.39^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 1.96$ kPa
 Dilatation angle : $\psi = 0.00^\circ$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 12.50$ kN/m³

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		157.00	95.00	155.68	94.04	S-1 
		155.26	93.22	150.48	89.80	
		147.86	88.51	145.58	86.58	
		140.81	83.34	99.05	60.12	
		91.48	50.48	69.24	26.01	
		66.82	26.04	64.62	25.97	
		50.53	27.13	46.83	25.43	
		44.10	24.85	41.72	24.87	
		39.51	24.78	37.82	24.91	
		36.16	24.81	29.48	21.08	
		24.22	18.14	18.39	13.82	
		13.09	9.89	6.92	5.25	
		0.00	0.00	0.00	-20.00	
		180.00	-20.00	180.00	100.75	

Mesh generation

Mesh generation parameters

Element edge length : 5.00 [m]
 Mesh smoothing : yes
 Generate multinode elements : yes

Mesh generation result

Finite element mesh was successfully generated.

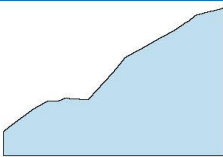

Number of nodes 2775

Number of elements 1530 (region 1074, beam 114, interface 342)

JHOAH	ESTABILIDAD DE TALUDES
-------	------------------------

Input data (Stage of construction 1)

Assignment and activation

No.	Region	Active / inactive	Assigned soil
1		Active	S-1 

Line supports

No.	Location	Support	
		Direction X	Direction Z
A1	Mesh line No. 25	fixed	free
A2	Mesh line No. 27	fixed	free
A3	Mesh line No. 26	fixed	fixed

A1 up to A3 - automatically generated line supports along model edges

Water

Water type : No water

Analysis settings

Stress

Method : Newton - Raphson
 Stiffness matrix change : after each iteration
 Max. number of iterations for one calc. step : 100
 Initial calculation step : 0.25
 Displacement error : 0.0100
 Imbalanced forces error : 0.0100
 Energy error : 0.0100
 Respect material interfaces : no

Plasticity

Return mapping error : 0.00100
 Max. number of iterations for one plast. step : 20

Newton - Raphson

Relaxation factor of calculation step : 2
 Maximum number of relaxations of calculation step : 2
 Min. number of iterations for one calc. step : 1

Line search

Solution method : iterate no
 Line search limit - minimum : 0.100
 Line search limit - maximum : 1.000

Results (Stage of construction 1)

Stress analysis ended before reaching the total loading

Analysis settings : **standard**

[W071] Analysis failed to converge. Maximum number of relaxations of one calculation step exceeded.
 Attained loading = 6.25 %

Extremes

Stress (extremes)

JHOAH	ESTABILIDAD DE TALUDES					
-------	------------------------	--	--	--	--	--

	Location		Min	Location		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Total stress $\sigma_{z, tot}$ [kPa]	180.00	100.75	-0.30	180.00	-20.00	79.45
Effective stress $\sigma_{z, eff}$ [kPa]	180.00	100.75	-0.30	180.00	-20.00	79.45
Total stress $\sigma_{x, tot}$ [kPa]	50.53	27.13	1.89	180.00	-20.00	34.03
Effective stress $\sigma_{x, eff}$ [kPa]	50.53	27.13	1.89	180.00	-20.00	34.03
Shear stress τ_{xz} [kPa]	60.33	26.32	-0.32	85.00	-20.00	10.45

Strain (extremes)

	Location		Min	Location		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Equivalent deviatoric strain E_d [%]	50.53	27.13	0.00	180.00	-20.00	0.02
Plastic equivalent deviatoric strain $E_{d, pl}$ [%]	180.00	100.75	0.00	73.38	30.56	0.01

Mobilization degree (extremes)

	Location		Min	Location		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Mobilized strength [%]	180.00	91.46	38.94	171.38	98.60	100.00
Mobilized strength [%]	180.00	91.46	38.94	171.38	98.60	100.00

Pore pressures (extremes)


	Location		Max
	x [m]	z [m]	
Total pore pressure u_{tot} [kPa]	180.00	100.75	0.00

Stability of slopes**Analysis using finite element method****Topology****Project****Global settings**


Task geometry :	Plane strain
Analysis type :	Slope stability
Allow to input water as the result of steady state water flow analysis :	no
Concrete structures :	EN 1992-1-1 (EC2)
Advanced mesh generating parameters :	no
Advanced soil parameters :	no
Advanced soil models :	no
Detailed results :	no

JHOAH	ESTABILIDAD DE TALUDES
-------	------------------------

Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	6.92	5.25	13.09	9.89
		18.39	13.82	24.22	18.14	29.48	21.08
		36.16	24.81	37.82	24.91	39.51	24.78
		41.72	24.87	44.10	24.85	46.83	25.43
		50.53	27.13	64.62	25.97	66.82	26.04
		69.24	26.01	91.48	50.48	99.05	60.12
		140.81	83.34	145.58	86.58	147.86	88.51
		150.48	89.80	155.26	93.22	155.68	94.04
		157.00	95.00	180.00	100.75		


Soil parameters - basic data

No.	Name	Sample	γ [kN/m ³]	E [MPa]	ν [-]
1	S-1		12.50	300.00	0.30

Soil parameters - data according to model

No.	Material model	c_{ef} [kPa]	φ_{ef} [°]	ψ [°]
1	Mohr - Coulomb	1.96	33.39	0.00

Soil parameters - uplift

No.	Name	Sample	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	S-1		12.50		

Soil parameters

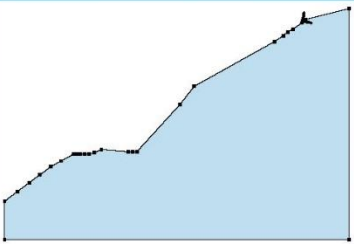

S-1

Material model :	Mohr - Coulomb
Unit weight :	$\gamma = 12.50$ kN/m ³
Poisson's ratio :	$\nu = 0.30$
Elastic modulus :	E = 300.00 MPa
Modulus unloading / reloading :	$E_{ur} = 300.00$ MPa
Angle of internal friction :	$\varphi_{ef} = 33.39^\circ$
Cohesion of soil :	$c_{ef} = 1.96$ kPa
Dilation angle :	$\psi = 0.00^\circ$
Saturated unit weight :	$\gamma_{sat} = 12.50$ kN/m ³

JHOAH

ESTABILIDAD DE TALUDES

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		157.00	95.00	155.68	94.04	S-1 
		155.26	93.22	150.48	89.80	
		147.86	88.51	145.58	86.58	
		140.81	83.34	99.05	60.12	
		91.48	50.48	69.24	26.01	
		66.82	26.04	64.62	25.97	
		50.53	27.13	46.83	25.43	
		44.10	24.85	41.72	24.87	
		39.51	24.78	37.82	24.91	
		36.16	24.81	29.48	21.08	
		24.22	18.14	18.39	13.82	
		13.09	9.89	6.92	5.25	
		0.00	0.00	0.00	-20.00	
		180.00	-20.00	180.00	100.75	

Mesh generation

Mesh generation parameters

Element edge length : 5.00 [m]

Mesh smoothing : yes

Generate multinode elements : yes

Mesh generation result

Finite element mesh was successfully generated.

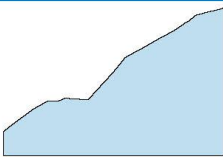

Number of nodes 2775

Number of elements 1530 (region 1074, beam 114, interface 342)

JHOAH

ESTABILIDAD DE TALUDES

Input data (Stage of construction 1)**Assignment and activation**

No.	Region	Active / inactive	Assigned soil
1		Active	S-1 

Line supports

No.	Location	Support	
		Direction X	Direction Z
1	Mesh line No. 25	fixed	free
2	Mesh line No. 27	fixed	free
3	Mesh line No. 26	fixed	fixed

Water

Water type : No water

Earthquake

Earthquake not included.

Analysis settings**Slope Stability**

Method : Newton - Raphson
 after each iteration
 Stiffness matrix change : 100
 Max. number of iterations for one calc. step : 100
 Initial calculation step : 0.25
 Reduction of soil parameters : reduce c, phi
 Initial reduction step : 0.90
 Displacement error : 0.0100
 Imbalanced forces error : 0.0100
 Energy error : 0.0100
 Respect material interfaces : yes

Plasticity

Return mapping error : 0.00100
 Max. number of iterations for one plast. step : 20

Newton - Raphson

Relaxation factor of calculation step : 2
 Maximum number of relaxations of calculation step : 2
 Relaxation factor of reduction step : 2
 Maximum number of relaxations of reduction step : 3
 Minimal reduction step : 0.99

Line search

Solution method : iterate no
 Line search limit - minimum : 0.100
 Line search limit - maximum : 1.000

Results (Stage of construction 1)**Slope stability analysis ended improperly.**Analysis settings : **standard****Factor of safety FS = 0.66**

7

JHOAH	ESTABILIDAD DE TALUDES
-------	------------------------

Soil parameters in the last finished iteration		
Region number	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]
1	50.89	2.99

[W108] The analysis failed to converge in the 1st step. The structure is unstable.

Extremes

Stress (extremes)

	Location		Min	Location		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
No values were calculated						

Strain (extremes)

	Location		Min	Location		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Plastic equivalent deviatoric strain $E_{d,pl}$ [%]	180.00	91.46	0.00	73.38	30.56	0.26

Pore pressures (extremes)

	Location		Max
	x [m]	z [m]	
No values were calculated			

ANEXO No 7: Metrados y Presupuesto de las Alternativas de Solución

HOJA DE METRADOS													
Proyecto : EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO Propietario : JHONATAN DAVID RUIZ HUETE Hecho por : JHOAH Fecha : AGOSTO - 2023 Especialidad : MURO DE REFUERZO Revisado por : Modulo : MURO DE REFUERZO													
ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
01	MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOSINTÉTICO												
01.01	TRABAJO PRELIMINARES												
01.01.01	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL DE TTERNO	m2						1531.40					1531.40
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2						1531.40					1531.40
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS												
01.02.01	EXCAVACION MANUAL PISOORTE DE MURO DE SUELO REFORZADO	m3		56.74				0.96	54.19				54.19
01.02.02	RELLENO Y COMPACTACION DE MURO DE SUELO REFORZADO CON MAQUINARIA	m3		56.74				484.05	27464.77				27464.77
01.03	SUMINISTRO E INTALCION DE GEOTEXTIL TEGIDO TR1000												
01.03.01	SUMINITRO E INSTALACION DE GETEXTIL TEGIDO TR10000	m2	62	56.74	15.00			52768.20					52768.20
01.04	ZANJA DE CORONACION												
01.04.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3		45.28				1.05	47.54				47.54
01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZANJA DE CORONACION	m2		45.28				2.40	108.67				108.67
01.04.03	CONCRETO FC' = 175 kg/cm2 PIZANJA DE CORONACION	m3		45.28				0.41	18.56				18.56
01.05	ESTRUCUTURA DE CONTENCION												
01.05.01	GAVIONES DE PROTECCION H=2.00M	m3		56.74				3.00	170.22				170.22
02	SISTEMA DE MUROS TERRAMESH												
02.01	TRABAJO PRELIMINARES												
02.01.01	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL DE TTERNO	m2						1531.40					1531.40
02.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2						1531.40					1531.40
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS												
02.02.01	EXCAVACION MANUAL PISOORTE DE MURO TERRAMESH	m3		56.74				1.40	79.44				79.44
02.02.02	RELLENO Y COMPACTACION DE MURO DE SUELO REFORZADO CON MAQUINARIA	m3		56.74				565.45	32083.63				32083.63
02.03	SISTEMA DE MUROS TERRAMES												
02.03.01	MURO DE GAVIONES 1.00MX1.00M	m3											1248.28
	MURO DE SOPORTE	m3		56.74	2.00	1.00	1		113.48				
	GAVIONES	m3	20	56.74	1.00	1.00			1134.80				
02.03.02	MALLA DE REFUERZO TERRAMESH	m2	19	56.74	15.00			16170.90					16170.90
02.03.03	GETEXTIL TEGIDO TR1700	m2	19	56.74	3.00			3234.18					3234.18
02.04	ZANJA DE CORONACION												
02.04.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3		45.28				1.05	47.54				47.54
02.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZANJA DE CORONACION	m2		45.28				2.40	108.67				108.67
02.04.03	CONCRETO FC' = 175 kg/cm2 PIZANJA DE CORONACION	m3		45.28				0.41	18.56				18.56

S10 Página 1

Presupuesto

Presupuesto **1101009** **EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO**

Subpresupuesto **001** **MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOSINTETICO**

Cliente **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PACHITEA** Costo al **07/08/2023**

Lugar **HUANUCO - PACHITEA - PANAO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOSINTETICO				2,710,538.54
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				23,935.78
01.01.01	DESBRUCE Y LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m2	1,531.40	1.36	2,082.70
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	1,531.40	14.27	21,853.08
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,458,863.52
01.02.01	EXCAVACION MANUAL PASOPORTE DE MURO DE SUELO REFORZADO	m3	54.19	54.55	2,956.06
01.02.02	RELLENO Y COMPACTACION DE MURO DE SUELO REFORZADO CON MAQUINARIA	m3	27,464.77	53.01	1,455,907.46
01.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL TEGIDO TR1000				1,173,037.09
01.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL TEGIDO TR1000	m2	52,768.20	22.23	1,173,037.09
01.04	ZANJA DE CORONACION				14,840.41
01.04.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	47.54	54.55	2,593.31
01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZANJA DE CORONACION	m2	108.67	51.16	5,559.56
01.04.03	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2 PIZANJA DE CORONACION	m3	18.56	360.32	6,687.54
01.05	ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN				39,861.74
01.05.01	GAVIONES DE PROTECCION H=2.00M	m3	222.49	179.17	39,861.74
	COSTO DIRECTO				2,710,538.54

SON : DOS MILLONES SETECIENTOS DIEZ MIL QUINIENTOS TRENTIOCHO Y 54/100 NUEVOS SOLES

S10 Página 1

Presupuesto

Presupuesto **1101009** **EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO**

Subpresupuesto **002** **SISTEMA DE MUROS TERRAMESH**

Cliente **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PACHITEA** Costo al **07/08/2023**

Lugar **HUANUCO - PACHITEA - PANAO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
02	SISTEMA DE MUROS TERRAMESH				3,701,254.58
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				23,935.78
02.01.01	DESBRUCE Y LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m2	1,531.40	1.36	2,082.70
02.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	1,531.40	14.27	21,853.08
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				2,888,330.95
02.02.01	EXCAVACION MANUAL PASOPORTE DE MURO DE SUELO REFORZADO	m3	79.44	54.55	4,333.45
02.02.02	RELLENO Y COMPACTACION DE TALUD CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	32,083.63	89.89	2,883,997.50
02.03	SISTEMA DE MUROS TERRAMESH				774,148.98
02.03.01	MURO DE GAVIONES 1.00Mx1.00M	m3	1,248.28	189.73	241,609.26
02.03.02	MALLA DE REFUERZO TERRAMESH	m2	16,170.00	29.25	472,972.50
02.03.03	GEOTEXTIL TEGIDO TR1700	m2	3,234.18	18.36	59,347.20
02.04	ZANJA DE CORONACION				14,838.87
02.04.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	47.54	54.55	2,593.31
02.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZANJA DE CORONACION	m2	108.64	51.16	5,559.02
02.04.03	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2 PIZANJA DE CORONACION	m3	18.56	360.32	6,687.54
	COSTO DIRECTO				3,701,254.58

SON : TRES MILLONES SETECIENTOS UNO MIL DOSCIENTOS CINCUENTICUATRO Y 58/100 NUEVOS SOLES

S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101009 EVALUACION DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO METODOS NUMERICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUANUCO							
Subpresupuesto	001 MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOSINTETICO						Fecha presupuesto	07/08/2023
Partida	01.01.01 DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2			1.36	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
0101010005	PEON Mano de Obra	hh	1.0000	0.0667	19.86	1.32	1.32	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES Equipos	%mo		3.0000	1.32	0.04	0.04	
Partida	01.01.02 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			14.27	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
0101010005	PEON Mano de Obra	hh	3.0000	0.0240	19.86	0.48	0.48	
0204120002	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	kg		0.0100	4.90	0.05		
0215050025	YESO (BOLSA 20 KG)	und		0.0600	11.00	0.66		
0231040001	ESTACA DE MADERA (H=0.6m)	und		0.1500	2.00	0.30		
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0010	52.00	0.05		
0240080012	THINNER	gal		0.0010	58.90	0.06		
0292010001	CORDEL	ovl		0.5000	24.90	12.45	13.57	
0301000021	NIVEL TOPOGRAFICO INCLUYE MIRAS Y TRIPODE Equipos	hm	1.0000	0.0080	6.50	0.05		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.48	0.01		
03012900030005	ESTACION TOTAL INC. PRISMAS	hm	1.0000	0.0080	20.00	0.16	0.22	
Partida	01.02.01 EXCAVACION MANUAL PISOPORTE DE MURO DE SUELO REFORZADO							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : m3			54.55	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
0101010005	PEON Mano de Obra	hh	1.0000	2.6667	19.86	52.96	52.96	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES Equipos	%mo		3.0000	52.96	1.59	1.59	
Partida	01.02.02 RELLENO Y COMPACTACION DE MURO DE SUELO REFORZADO CON MAQUINARIA							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,100.0000	EQ. 1,100.0000	Costo unitario directo por : m3			53.01	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
0101010003	OPERARIO Mano de Obra	hh	1.0000	0.0073	27.92	0.20		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0073	19.86	0.14	0.34	
0201000714	MATERIAL DE PRESTAMO PARA MURO DE SUELO REFORZADO	m3		1.0500	50.00	52.50		
0290130021	AGUA	m3		0.1000	1.20	0.12	52.62	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES Equipos	%mo		3.0000	0.34	0.01		
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	0.0080	0.0001	135.00	0.01		
03012900030015	RETROEXCAVADORA S/O 75-110 HP.,50-1.3Y3	hm	0.0120	0.0001	200.00	0.02		
03012900030016	VOLQUETE DE 15 M3	hm	0.0120	0.0001	135.00	0.01	0.05	

S10

Página : 2

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101009 EVALUACION DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO METODOS NUMERICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUANUCO							
Subpresupuesto	001 MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOSINTETICO						Fecha presupuesto	07/08/2023
Partida	01.03.01 SUMINITRO E INSTALACION DE GETEXTIL TEGIDO TR10000							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 700.0000	EQ. 700.0000	Costo unitario directo por : m2			22.23	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0114	27.92	0.32		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0114	19.86	0.23		
	Materiales							
0201000713	GEOTEXTIL TEJIDO TR10000	m2		1.0500	20.65	21.68		
						21.68		
Partida	01.04.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : m3			54.55	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.6667	19.86	52.96		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	52.96	1.59		
						1.59		
Partida	01.04.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZANJA DE CORONACION							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2			51.16	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	27.92	14.89		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	21.96	11.71		
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2667	19.86	5.30		
	Materiales							
0201000020	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.0300	4.90	0.15		
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N°8	kg		0.2000	7.50	1.50		
0231130001	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO	p2		3.7000	4.50	16.65		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	31.90	0.96		
						0.96		
Partida	01.04.03 CONCRETO F c=175 Kg/cm2 PIZANJA DE CORONACION							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m3			360.32	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	27.92	13.96		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	21.96	10.98		
0101010005	PEON	hh	4.0000	2.0000	19.86	39.72		
	Materiales							
0207030001	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.8440	120.00	101.28		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		6.8910	25.50	175.72		
0290130021	AGUA	m3		0.1840	1.20	0.22		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	64.66	1.94		
03012900030007	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	hm	1.0000	0.5000	25.00	12.50		
03012900030009	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.5000	8.00	4.00		
						18.44		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1101009** EVALUACION DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO METODOS NUMERICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO

Subpresupuesto **001** MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOSINTETICO Fecha presupuesto **07/08/2023**

Partida **01.05.01** GAVIONES DE PROTECCION H=2.00M

Rendimiento **m3/DIA** MO. **100.0000** EQ. **100.0000** Costo unitario directo por : m3 **179.17**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	5.0000	0.4000	27.92	11.17
0101010005	PEON	hh	10.0000	0.8000	19.86	15.89
						27.06
	Materiales					
0201000043	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3		1.0500	120.00	126.00
02043000010001	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 x 1 x 0.5 m (2.7 mm)	und		0.0800	325.00	26.00
0290130021	AGUA	m3		0.0900	1.20	0.11
						152.11

ANEXO No 8: Fichas Técnicas de las Alternativas de Solución

Especificaciones Técnicas

PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	UNIDAD	T1400	T1700	T2100	T2400	TR3000	TR4000	TR5000	TR6000	TR10000
Método Grab											
Resistencia a la Tensión	ASTM D4632	N (lb)	790 (178)	800 (180)	1140 (257)	1410 (317)	1870 (421)	2400 (540)	2600 (585)	2900 (653)	3920 (882)
Elongación		%	13	16	15	15	19	16	19	22	19
Método Tira Ancha											
Sentido Longitudinal	ASTM D4595	kN/ m (lb/ft)	20 (1370)	21 (1439)	34 (2329)	40 (2740)	52 (3563)	67 (4591)	80 (5480)	110 (7537)	200 (13703)
Elongación		%	10	10	11	11	11	12	12	11	11
Sentido Transversal	ASTM D4595	kN/ m (lb/ft)	20 (1370)	21 (1439)	34 (2329)	40 (2740)	52 (3563)	60 (4111)	75 (5137)	110 (7537)	200 (13703)
Elongación		%	10	9	9	10	10	10	10	10	10
Método CBR											
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D6241	kN (lb)	3.0 (676)	3.2 (721)	4.8 (1079)	5.3 (1191)	7.5 (1686)	8.4 (1888)	9.4 (2113)	11.0 (2473)	12.1 (2724)
Resistencia al Raegado Trapezoidal	ASTM D4533	N (lb)	280 (63)	300 (68)	400 (90)	500 (113)	610 (137)	690 (155)	800 (180)	1700 (382)	2082 (468)
PROPIEDADES HIDRÁULICAS	NORMA	UNIDAD	T1400	T1700	T2100	T2400	TR3000	TR4000	TR5000	TR6000	TR10000
Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D4751	mm(Tamiz)	0.425 (40)	0.600 (30)	0.425 (40)	0.425 (40)	0.425 (40)	0.425 (40)	0.600 (30)	0.180 (80)	0.180 (80)
Permeabilidad	ASTM D4491	cm/s	0.7 x 10 ⁻²	1.5 x 10 ⁻²	4.6 x 10 ⁻²	4.8 x 10 ⁻²	4.2 x 10 ⁻²	3.7 x 10 ⁻²	2.5 x 10 ⁻²	1.4 x 10 ⁻²	0.7 x 10 ⁻²
Permitividad	ASTM D4491	s ⁻¹	0.15	0.26	0.57	0.50	0.39	0.34	0.19	0.29	0.12
Tasa de flujo	ASTM D4491	l/min/m ²	430	600	1665	1343	1050	981	350	430	260
PROPIEDADES FÍSICAS	NORMA	UNIDAD	T1400	T1700	T2100	T2400	TR3000	TR4000	TR5000	TR6000	TR10000
Espesor	ASTM D5199	mm	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.1	1.3	0.5	1.0
Resistencia UV @ 500 hr	ASTM D4355	%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
Rollo Ancho	Medido	m	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.75	3.75
Rollo Largo	Medido	m	160	160	140	120	100	100	80	100	100
Rollo Área	Calculado	m ²	616	616	539	462	385	385	308	308	375
FUNCIÓN DEL GEOTEXTIL			T1400	T1700	T2100	T2400	TR3000	TR4000	TR5000	TR6000	TR10000
Refuerzo			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Separación					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Estabilización						✓	✓	✓	✓	✓	✓

Nota:

1. Valores MARV, mínimo promedio por rollo, corresponden al promedio menos dos veces la desviación estándar, con base en la estadística de laboratorio del sistema de producción.

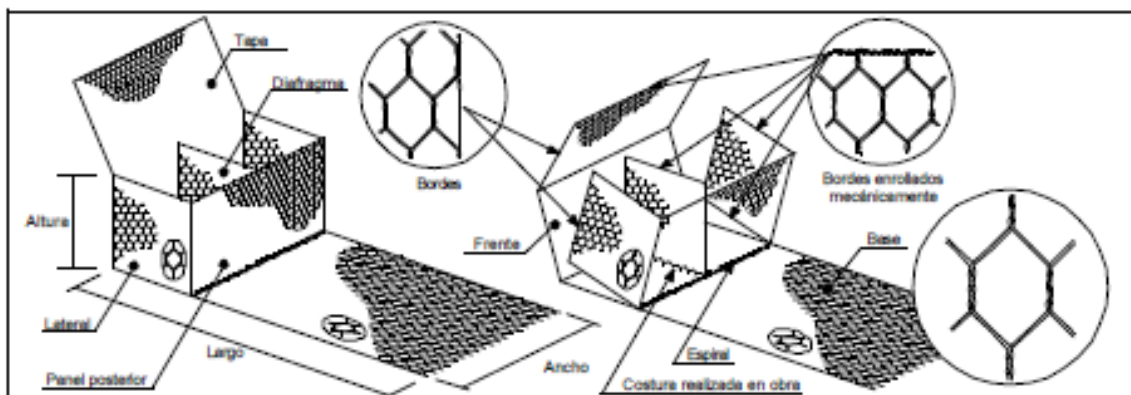
CONVENCIONES:

ASTM: American Society for Testing and Materials. • N. A.: No aplica.

Terramesh® System

Especificaciones Técnicas

en malla hexagonal de doble torsión tipo 8X10 Ø 2,7 mm plastificado



1) ALAMBRE

Todo el alambre utilizado en la fabricación del Terramesh® System y en las operaciones de amarrado y atirantamiento durante su construcción, debe ser de acero dulce recocido de acuerdo con las especificaciones NBR 8964, ASTM A641M-98 y NB 709-00, esto es, el alambre deberá tener una tensión de ruptura media de 38 a 48 kg/mm².

REVESTIMIENTO DEL ALAMBRE

Todo el alambre utilizado en la fabricación del Terramesh® System y en las operaciones de amarrado y atirantamiento durante su construcción, debe ser revestido con aleación zinc-5% aluminio (Zn 5 Al MM) de acuerdo con las especificaciones de la ASTM A656M-98, clase 80, esto es: la cantidad mínima de revestimiento Galvan⁷ en la superficie de los alambres es de 244g/m².

El revestimiento de zinc debe adherir al alambre de tal forma que, después del alambre haber sido enrollado 15 veces por minuto alrededor de un mandril, cuyo diámetro sea igual a 3 veces el del alambre, no pueda ser escamado o quebrado o removido con el pasar del dedo, de acuerdo con la especificación de la ASTM A641M-98.

Los ensayos deben ser hechos antes de la fabricación de la red.

ELONGACIÓN DEL ALAMBRE

La elongación no deberá ser menor que 12%, de acuerdo con las especificaciones de la NBR 8964 y de la ASTM A641M-98.

Los ensayos deben ser hechos antes de la fabricación de la red, sobre una muestra de alambre de 30 cm de largo.

2) RED

La red debe ser en malla hexagonal de doble torsión, obtenida entrelazando los alambres por tres veces media vuelta, de acuerdo con las especificaciones de la NBR 10514, NB 710-00 y NP 17 055 00.

Las dimensiones de la malla serán del tipo 8X10.

El diámetro del alambre utilizado en la fabricación de la malla debe ser de 2,7 mm y de 3,4 mm para los bordes.

BORDES ENROLLADOS MECÁNICAMENTE

Los bordes libres de la tapa, del lado superior del diafragma y de las extremidades inferior y superior del panel posterior y de las laterales, deben ser enrollados mecánicamente en vuelta de un alambre de diámetro mayor, en este caso 3,4 mm, para que las mallas no se deshagan y adquieran mayor resistencia.

La conexión entre el alambre del borde enrollado mecánicamente y la malla debe tener una resistencia mínima de 17,5 kNm de acuerdo con las especificaciones de la ASTM 975.

3) CARACTERÍSTICAS DEL TERRAMESH®

Base, frente y tapa del Terramesh® System son formados por un único paño de red.

Panel posterior y laterales también son formados por un único paño de red.

La caja paramento frontal del Terramesh® System debe ser dividida en dos celdas por un diafragma que deberá ser amarrado durante la construcción en la obra.

El lado inferior del panel posterior debe ser cosido al paño de base, durante la fabricación, con un espiral de alambre de diámetro de 2,0 mm.

Dimensiones estándar:

Largo 4,00 m 6,00 m
Ancho 2,00 m
Altura 0,50 m 1,00 m

4) AMARRE Y ATIRANTAMIENTO

Con los Terramesh® System debe ser provista una cantidad suficiente de alambre para amarrado y atirantamiento.

Este alambre debe tener diámetro 2,2 mm y su cantidad, en relación al peso de los Terramesh® System provistos, es de 5%.

5) TOLERANCIAS

Se admite una tolerancia en el diámetro del alambre zincado de $\pm 2,5\%$.

Se admite una tolerancia en el largo del Terramesh® System de $\pm 3\%$ y, en la altura y ancho, de $\pm 5\%$.

6) RECUBRIMIENTO PLÁSTICO

El alambre zincado deberá ser recubierto con una camada de compuesto termoplástico a base de PVC, con características iniciales de acuerdo con las especificaciones de la NBR 10514 y de la ASTM 975, esto es:

Espesor mínimo: 0,40 mm;
Masa específica: 1,30 a 1,35 kg/dm³;
Dureza: 50 a 60 Shore D;
Resistencia a tracción: mayor que 210 kg/cm²;
Elongación de ruptura: mayor que 250%;
Temp. de fragilidad: menor que -9°C.

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS



RUIZ HUETE JHONATAN DAVID

Nació el 24 de abril de 1993, en el distrito de Baños, provincia de Lauricocha, Departamento de Huánuco. Culmino sus estudios primarios en Instrucción Educativa N° 32256 del distrito de Baños en el año 2004, cursó sus estudios secundarios en la Institución Educativa “Tres de Mayo” del Distrito de Baños, realizando dichos estudios hasta el 3° grado de secundaria y culminó sus estudios secundarios en la Gan Unidad Escolar “Leoncio Prado” en el año 2009.

Realizó sus estudios superiores en la Universidad “Hermilio Valdizan”, Huánuco en la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Obteniendo el grado de bachiller en el año 2022.

Trabajó como asistente en la elaboración de expedientes técnicos para el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) en la empresa Consultora y Contratistas Generales San Martín S.A.C. Actualmente preside la empresa HJV INGENIEROS SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA, del cual es socio.



ABADIAS ORNETA RETIS

Nacido en localidad de Solano Ucro el 19 de diciembre de 1989, que pertenece al centro poblado de Cochapampa del distrito de Molino, provincia de Pachitea, Región Huánuco, en un hogar formado por 10 hermanos.

Desde niño tenía sueños de querer ser profesional y su inclinación por las matemáticas lo llevó a representar a su Institución en las olimpiadas matemáticas ganando en dichos concursos en varias oportunidades.

Sus estudios primarios lo hizo en la “INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA DE MOLINO”, y la secundaria hasta cuarto año en “COLEGIO NACIONAL AGROPECUARIO DE MOLINO” y quinto año de secundaria cursó en “INSTITUCIÓN EDUCATIVA TUPAC AMARU II PANAO”.

Sus estudios superiores lo realizó en la “UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO (UNHEVAL)” en la facultad de INGENIERÍA CIVIL y ARQUITECTURA, la carrera de INGENIERÍA CIVIL graduándose en el año 2022 como Bachiller en Ingeniero Civil, y a la fecha dio como finalizado con la sustentación de la tesis.

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

N°053-2023- DI/FICyA

El director de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco

HACE CONSTAR que:

La Tesis **EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO** de los Bachilleres RUIZ HUETE, JHONATAN DAVID y ORNETA RETIS, ABADIAS de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Cuenta con un índice de similitud del **31 %** verificable en el Reporte de Originalidad del software anti-plagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 26 de agosto 2023



Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA
 Director de Investigación
 Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DUIVQ 2023

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO*

EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DE LT

AUTOR

RUIZ HUETE, JHONATAN DAVID ORNET A RETIS, ABADIAS

RECUENTO DE PALABRAS

15389 Words

RECUENTO DE CARACTERES

85738 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

154 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

17.6MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 26, 2023 1:15 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 26, 2023 1:17 AM GMT-5

● **31% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 30% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 11% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado



Dr. Ing. Jose Luis Villalobos Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE DE LA FICA



DECANATO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 14 días del mes de setiembre de 2023, siendo las 18.30, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N° 699-2023-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N° 727-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 12.SET.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N° 3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público presencial de la tesis titulada: **EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO**, para optar el Título de Ingeniero Civil de los Bachilleres **JHONATAN DAVID RUIZ HUETE y ABADÍAS ORNETA RETIS**, reuniéndose en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los Docentes: Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas PRESIDENTE – Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, SECRETARIO – Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, VOCAL y los bachilleres mencionados, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **Título Profesional de Ingeniero Civil** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Concluido el acto de defensa los miembros del jurado, procedieron a la evaluación de los aspirantes al Título Profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:

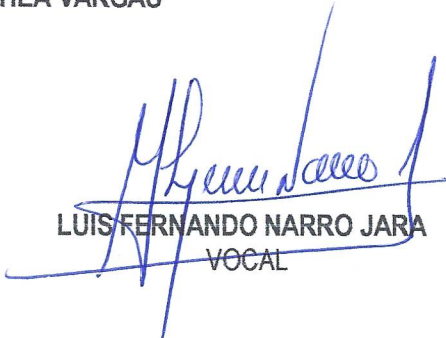
APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
RUIZ HUETE JHONATAN DAVID	APROBADO	14	BUENO
ORNETA RETIS ABADÍAS	APROBADO	14	BUENO

Calificación que se realizó de acuerdo a la Resolución Consejo Universitario N° 3412-2022-UNHEVAL - Título VII- Capítulo VI Art.78 Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Dándose por finalizado dicho acto a las... 20:33 PM del mismo día 14/09/2023 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.


VÍCTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS
 PRESIDENTE


RISSEL MACHUCA GUARDIA
 SECRETARIO


LUIS FERNANDO NARRO JARA
 VOCAL



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	
----------	---	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------	--

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERIA CIVIL
Carrera Profesional	INGENIERIA CIVIL
Grado que otorga	-
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	-
Nombre del programa	-
Título que Otorga	-

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Nombre del Programa de estudio	-
Grado que otorga	-

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Apellidos y Nombres:	Ruíz Huete, Jhonatan David							
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:	932632202
Nro. de Documento:	61743687					Correo Electrónico:	jhoah2404@gmail.com	

Apellidos y Nombres:	Orneta Retis, Abadías							
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:	925868130
Nro. de Documento:	47283551					Correo Electrónico:	ornetaretis7@gmail.com	

Apellidos y Nombres:	-							
Tipo de Documento:	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:	-
Nro. de Documento:	-					Correo Electrónico:	-	

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos** según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO					
Apellidos y Nombres:	Zevallos Huaranga, Jorge			ORCID ID:	https://orcid.org/0000-0003-1944-7198			
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de documento:	19836982

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres** completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

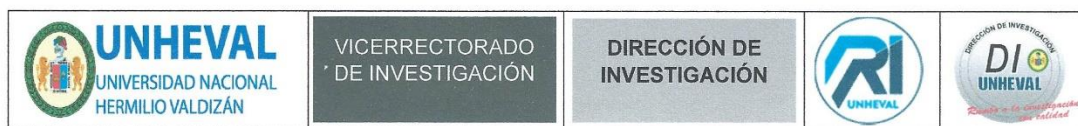
Presidente:	Dr. GOICOCHEA VARGAS, VICTOR MANUEL
Secretario:	Mg. NARRO JARA, LUIS FERNANDO
Vocal:	Mg. MACHUCA GUARDIA, RISSEL
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	Mg. ALCEDO DIAZ, CHARLES JIAMMY


5. Declaración Jurada: *(Ingrese todos los datos requeridos completos)*

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: <i>(Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)</i>	
“EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD UBICADO EN EL TRAMO RANCHO-PANAO KM 42, DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA, HUÁNUCO”	
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: <i>(tal y como está registrado en SUNEDU)</i>	
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL	
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.	
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.	
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.	
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.	
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.	
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.	







6. Datos del Documento Digital a Publicar: *(Ingrese todos los datos requeridos completos)*

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: <i>(Verifique la información en el Acta de Sustentación)</i>		2023	
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: <i>(Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)</i>	Tesis <input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo <input type="checkbox"/>	Tesis Formato Patente de Invención <input type="checkbox"/>
	Trabajo de Investigación <input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional <input type="checkbox"/>	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos <input type="checkbox"/>
	Trabajo Académico <input type="checkbox"/>	Otros <i>(especifique modalidad)</i> <input type="checkbox"/>	
Palabras Clave: <i>(solo se requieren 3 palabras)</i>	TALUD	ESTABILIDAD DE TALUD	FACTOR DE SEGURIDAD
Tipo de Acceso: <i>(Marque con X según corresponda)</i>	Acceso Abierto <input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*) <input type="checkbox"/>	
	Con Periodo de Embargo (*) <input type="checkbox"/>	Fecha de Fin de Embargo:	
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? <i>(ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):</i>			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> X
Información de la Agencia Patrocinadora:			
El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.			



7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

		
Firma:		
Apellidos y Nombres:	RUIZ HUETE, JHONATAN DAVID	Huella Digital
DNI:	61743687	
		
Firma:		
Apellidos y Nombres:	ORNETA RETIS, ABADIAS	Huella Digital
DNI:	47283551	
		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 28 de setiembre del 2023		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, tamaño de fuente **09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.