

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Estabilización de talud con el sistema de geosintético trm
ubicado en el cerro Toyocoto - km 0+550 Tomaykichwa –
Huánuco – 2023”**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Mateo Verastegui, Starsky Estiben

ASESORA: Garcia Echevarría, Ericka Selene

HUÁNUCO - PERÚ

2024

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Geotecnia
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Geotecnia

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 76397701

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 23164212

Grado/Título: Maestro en diseño y construcción de obras viales

Código ORCID: 0000-0002-6375-6855

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Narro Jara, Luis Fernando	Maestro en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	18206328	0000-0003-4008-7633
2	Aguilar Alcántara, Leonel Marlo	Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción	43415813	0000-0002-0877-5922
3	Jara Trujillo, Aberto Carlos	Maestro en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A)
CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 10:15 horas del día **martes 30 de julio de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- ❖ MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA - PRESIDENTE
- ❖ MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA - SECRETARIO
- ❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO - VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1662-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ESTABILIZACION DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO – KM 0+550 TOMAYKICHWA – HUÁNUCO – 2023", presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Starsky Estiben MATEO VERASTEGUI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado* por *Unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *15* y cualitativo de *Bueno* (Art. 47).

Siendo las *11:30* horas del día **30 del mes de julio** del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA
DNI: 18206328
ORCID: 0000-0003-4008-7633
PRESIDENTE



MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA
DNI: 43415813
ORCID: 0000-0002-0877-5922
SECRETARIO (A)



MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: STARKY ESTIBEN MATEO VERASTEGUI, de la investigación titulada “ESTABILIZACION DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOY OCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA – HUÁNUCO – 2023”, con asesora ERICKA SELENE GARCIA ECHEVARRIA, designada mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1899-2022-D-FI-UDH del P.A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 14 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 08 de julio de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

53. MATEO VERASTEGUI STARSKY ESTIBEN.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	14%	2%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	www.mecanicasuelosabcchile.com Fuente de Internet	1%
4	core.ac.uk Fuente de Internet	1%
5	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO,
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

A Dios por guiarme, permitirme seguir con mi carrera profesional y las bendiciones que derrama sobre mí. A mi amada madre Aida Verastegui, por su gran amor y su constante apoyo, por centrarme en mi vida privada y mi carrera profesional. A mis hermanas, por sus sabias palabras de inspiración que me brindan para finalizar apropiadamente mi etapa universitaria.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por concederme la oportunidad de cumplir mi mayor anhelo en esta etapa tan crucial de mi vida profesional. A mí amada madre Aida Verastegui, por brindarme su respaldo moral y emocional para terminar esta etapa universitaria.

A mi asesora, por el tiempo y el respaldo que me brindó durante la etapa de preparación de mi investigación científica que me ayudó a completar esta investigación satisfactoriamente.

De igual manera, agradezco a mi familia, amigos e ingenieros que estuvieron presentes para motivarme, apoyarme e inspirarme para seguir adelante y completar esta investigación. Gracias a nuestros maestros que nos han guiado y ayudado con sus conocimientos.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCION.....	XIII
CAPITULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	16
1.3. OBJETIVO GENERAL	16
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.5.1. JUSTIFICACIÓN PRACTICA.....	16
1.5.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	17
1.5.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	17
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	21
2.1.3 ANTECEDENTES REGIONALES	24
2.2 BASES TEÓRICAS	25
2.2.1 TALUD.....	25
2.2.2 TIPO DE MOVIMIENTOS	28
2.2.3 GEOSINTÉTICO	34

2.2.4.	MÉTODOS DE CÁLCULO DE ESTABILIDAD DE TALUDES ..	35
2.2.5.	GEO5	41
2.2.6.	EL SOFTWARE AUTOCAD CIVIL 3D	43
2.2.7.	ESTABILIZACIÓN	43
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES:	43
2.4	HIPÓTESIS.....	46
2.4.1	HIPÓTESIS GENERAL	46
2.4.2	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	46
2.5	VARIABLES.....	46
2.5.1	VARIABLE DEPENDIENTE	46
2.5.2	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	46
2.6	OPERACIÓN DE VARIABLES	47
CAPITULO III.....		48
METODOLOGIA		48
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	48
3.1.1	ENFOQUE	48
3.1.2	ALCANCE O NIVEL	48
3.1.3	DISEÑO	48
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	49
3.2.1.	POBLACIÓN	49
3.2.2.	MUESTRA	49
3.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	49
3.3.1	TÉCNICAS	49
3.3.2	INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE VALORES.....	50
3.4.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	50
3.4.1	ANÁLISIS DE DATOS.....	50
3.4.2	VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO.....	50
CAPITULO IV.....		54
RESULTADOS.....		54
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS	54
4.1.1.	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	54
4.1.2.	HIDROLOGÍA.....	56
4.1.3.	ASPECTO SÍSMICO.....	59

4.1.4. TOPOGRAFÍA.....	60
4.1.5. GEOLOGÍA	65
4.1.6. GEOSINTÉTICO TRM	66
4.1.7. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO	67
4.1.8. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	68
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS..	93
4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL	93
4.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA:.....	94
CAPÍTULO V.....	96
DISCUSION DE RESULTADOS.....	96
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
ANEXOS.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operación de variable	47
Tabla 2 Nivel de profundidad de investigación	54
Tabla 3 Resultados obtenidos de los ensayos realizados	55
Tabla 4 Tiempos y distancias de Huánuco a Cerro Toyocoto.....	62
Tabla 5 Coordenadas Huánuco.	62
Tabla 6 Coordenadas Tomaykichwa.....	62
Tabla 7 Localización del talud cerro Toyocoto.	63
Tabla 8 Clasificación orográfica.	64
Tabla 9 Perfil Estratigráfico.....	65
Tabla 10 Geosintético TRM 500.	66
Tabla 11 Secciones críticas	67
Tabla 12 Resultados de análisis sin el sistema de geosintético TRM.....	80
Tabla 13 De los análisis realizados se tuvo los siguientes factores de seguridad con el Sistema de Geosintético TRM.	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes de un talud natural.....	27
Figura 2 Partes del talud artificial.....	27
Figura 3 Deslizamientos en suelos	31
Figura 4 Deslizamiento de rotación de un talud.....	31
Figura 5 Deslizamiento de rotación de un talud.....	32
Figura 6 Nomenclatura de las diferentes partes de una falla por deslizamiento.....	33
Figura 7 Esquema del análisis de estabilidad de taludes.	36
Figura 8 El método de Fellenius calcula las fuerzas de la dovela ψ	37
Figura 9 Análisis de Estabilidad de Taludes por el Método de Bishop.....	39
Figura 10 Análisis Diagrama del factor f_0 utilizado en el método de Janbú. 41	
Figura 11 Datos de precipitación pluvial acumulada del año 2023.	57
Figura 12 Clima según la estación Cayna	58
Figura 13 Clima según la estación Cayna	59
Figura 14 Zonificación sísmica del territorio nacional.	60
Figura 15 Micro localización.....	61
Figura 16 Análisis estático sin sistema de geosintético – Sección 0+550 ...	69
Figura 17 Cuadro de resultado – Sección 0+550.....	69
Figura 18 Resultado detallado – Sección 0+550	70
Figura 19 Análisis estático sin sistema de geosintético TRM– Sección 0+660	70
Figura 20 Cuadro de resultado – Sección 0+660.....	71
Figura 21 Resultado detallado – Sección 0+660	71
Figura 22 Análisis estático sin sistema de geosintético TRM – Sección 0+760	72
Figura 23 Resultado detallado – Sección 0+760	72
Figura 24 Cuadro de resultado – Sección 0+760.....	73
Figura 25 Análisis estático sin sistema de geosintético TRM – Sección 0+820	74
Figura 26 Resultado detallado – Sección 0+820	74
Figura 27 Cuadro de resultado – Sección 0+820.....	75

Figura 28 Análisis en comportamiento pseudoestático sin el sistema de geosintético TRM – Sección 0+550	76
Figura 29 Resultado detallado – Sección 0+550	77
Figura 30 Análisis en comportamiento pseudoestático sin el sistema de geosintético TRM – Sección 0+660	77
Figura 31 Resultado detallado – Sección 0+660	78
Figura 32 Análisis en comportamiento pseudoestático sin el sistema de geosintético TRM – Sección 0+760	78
Figura 33 Resultado detallado – Sección 0+760	79
Figura 34 Análisis en comportamiento pseudoestático sin el sistema de geosintético TRM– Sección 0+820	79
Figura 35 Resultado detallado – Sección 0+820	80
Figura 36 Análisis estático con el sistema de geosintético TRM – Sección 0+550.....	81
Figura 37 Resultado detallado – Sección 0+550 con el sistema de geosintético TRM.....	81
Figura 38 Análisis estático con el sistema de geosintético TRM– Sección 0+660.....	82
Figura 39 Resultado detallado – Sección 0+660 con el sistema de geosintético TRM.....	82
Figura 40 Análisis estático con el sistema de geosintético TRM – Sección 0+760.....	83
Figura 41 Resultado detallado – Sección 0+760 con el sistema de geosintético TRM.....	83
Figura 42 Análisis estático con el sistema de geosintético TRM – Sección 0+820.....	84
Figura 43 Resultado detallado – Sección 0+820 con el sistema de geosintético TRM.....	84
Figura 44 Análisis Pseudoestático con el sistema de geosintético TRM – Sección 0+550	85
Figura 45 Resultado detallado – Sección 0+550 con el sistema de geosintético TRM.....	86
Figura 46 Cuadro de resultado – Sección 0+550 con el sistema de geosintético TRM.....	86

Figura 47 Análisis Pseudoestático con el sistema de geosintético TRM – Sección 0+660	87
Figura 48 Resultado detallado – Sección 0+660 con el sistema de geosintético TRM.....	87
Figura 49 Cuadro de resultado – Sección 0+660 con el sistema de geosintético TRM.....	88
Figura 50 Análisis Pseudoestático con el sistema de geosintético TRM – Sección 0+760	89
Figura 51 Resultado detallado – Sección 0+760 con el sistema de geosintético TRM.....	89
Figura 52 Cuadro de resultado – Sección 0+760 con el sistema de geosintético TRM.....	90
Figura 53 Análisis Pseudoestático con el sistema de geosintético TRM – Sección 0+820	91
Figura 54 Resultado detallado – Sección 0+820 con el sistema de geosintético TRM.....	91
Figura 55 Cuadro de resultado – Sección 0+820 con el sistema de geosintético TRM.....	92

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló la sugerencia para instaurar un sistema de geosintético TRM, esto evaluando el impacto de la utilización de geosintéticos en la observación del análisis de estabilidad del talud en el Cerro Toyocoto -KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco, se determina 4 puntos críticos de estos se realizaron el análisis de estabilidad del talud usando el software Geo5, los resultados del factor de seguridad sin el uso del sistema planteado no cumple con los estándares de estabilidad del talud como indican las NTP, ahora adjuntando el análisis con la sugerencia de diseño de geosintético TRM aumenta favorablemente cumpliendo con los estándares mínimos que indica las NTP.

Se hicieron para los análisis de estabilidad del talud las exploraciones de los atributos mecánicas y físicos del suelo, topografía, hidrología, sismicidad y geología, consiguiendo todos estos productos de los estudios, se usa el método Bishop para llevar a cabo una evaluación de la estabilidad del talud utilizando el programa Geo5.

Los hallazgos de un análisis estático realizado durante una época de estiaje y máxima venida mostraron un $FS=0.83$, $FS=1.08$, $FS=0.96$ y $FS=1.25$, se obtuvieron resultados de un análisis pseudoestático durante una época de estiaje y máxima venida de $FS=0.65$, $FS=0.92$, $FS=0.90$ y $FS=1.06$, estos análisis corresponden sin el uso del sistema de geosintético TRM.

Los resultados de los análisis realizados utilizando el sistema de geosintético TRM en un análisis estático con $FS=1.72$, $FS=1.71$, $FS=1.74$ y $FS=1.69$, en un análisis pseudoestático con $FS=1.43$, $FS=1.61$, $FS=1.44$ y $FS=1.43$, estos en una época de estiaje y máxima venida, se observa que se alcanzaron factores positivos en términos de estabilidad del talud.

Palabra clave: Estabilidad, talud, factor de seguridad, sistema de geosintético TRM, topografía, hidrología y geología.

ABSTRACT

The present investigation developed the suggestion to establish a TRM geosynthetic system, this evaluating the impact of the use of geosynthetics in the observation of the stability analysis of the slope in Cerro Toyocoto -KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco, 4 points are determined critical of these, the slope stability analysis was carried out using the Geo5 software, the results of the safety factor without the use of the proposed system do not comply with the slope stability standards as indicated by the NTP, now attaching the analysis with the suggestion of TRM geosynthetic design increases favorably by complying with the minimum standards indicated by the NTP.

For the slope stability analysis, explorations of the mechanical and physical attributes of the soil, topography, hydrology, seismicity and geology were made, obtaining all these products from the studies, the Bishop method is used to carry out an evaluation of the stability of the slope using the Geo5 program.

The findings of a static analysis carried out during a dry season and maximum arrival showed a FS=0.83, FS=1.08, FS=0.96 and FS=1.25, results were obtained from a pseudostatic analysis during a dry season and maximum arrival of FS =0.65, FS=0.92, FS=0.90 and FS=1.06, these analyzes correspond without the use of the TRM geosynthetic system.

The results of the analyzes carried out using the TRM geosynthetic system in a static analysis with FS=1.72, FS=1.71, FS=1.74 and FS=1.69, in a pseudostatic analysis with FS=1.43, FS=1.61, FS=1.44 and FS=1.43, these in a time of dryness and maximum arrival, it is observed that positive factors were achieved in terms of slope stability.

Keyword: Stability, slope, safety factor, TRM geosynthetic system, topography, hydrology and geology.

INTRODUCCION

De la investigación intitulado “Estabilización de talud con el Sistema de Geosintético TRM ubicado en el cerro Toyocoto – km 0+550 Tomaykichwa – Huánuco – 2023” , se hizo un análisis de estabilidad del talud en áreas críticas observadas a través de la exploración de campo, para indicar la estabilidad del talud por medio de factores de seguridad sin el uso de un sistema de geosintético TRM y respectivamente con el uso del sistema de geosintético TRM el cual indicara si es el adecuado para poder estabilizar el talud en el cerro Toyocoto.

La presente exploración se dará para poder brindar una posible solución a la posición actual en el tramo del cerro Toyocoto el cual nos ayudará a conocer la estabilidad del talud por medio de la propuesta de un sistema de geosintético TRM, el factor de seguridad se determinará a partir del análisis de los puntos cruciales identificados para beneficio de las personas y los vehículos que transitan por esta ruta.

Se hizo lo siguiente:

Capítulo I, el problema que da origen a esta investigación se plantea mediante la formulación de preguntas y la descripción de los objetivos de la investigación.

Capítulo II, de los antecedentes se realizan las descripciones, las variables y las hipótesis que se desarrollaron.

Capítulo III, nos indica la metodología de la investigación, para desarrollar de una manera adecuada la presente investigación.

Capítulo IV, damos inicio al desarrollo de la investigación, obtienen el producto que se esperaba de la investigación actual.

Capítulo V, se discuten los hallazgos de los estudios con los de otros autores.

Finalizamos dando conclusiones, sugerencias, bibliografías y anexos en relación de la investigación actual.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las obras de ingeniería civil necesitan intervención en un área de terreno en su estado natural, para luego cambiar esas circunstancias con el fin de ubicar la obra en sí, en ese sentido, particularmente en obras de larga duración como canales, carreteras, caminos de herradura y otros, se interviene el área natural para edificar la plataforma de dichas obras, esta participación lleva a partir el equilibrio natural del terreno, en áreas graves es necesario mejorar el talud para evitar el desplazamiento y conceder que la obra esté en funcionamiento, en este sentido es oportuno la utilización de estructuras de contención para estabilizar el talud. Por otro lado, dentro de la ciencia de materiales los geosintéticos empiezan a utilizarse con mayor frecuencia ya que es un material con muchos usos en la ingeniería civil cuyas particularidades tales como su capacidad de filtración, refuerzo, separación, drenaje y control de erosión, en particular, en el ámbito de la geotecnia, las obras viales e hidráulicas, lo elaboran de manera muy relevante.

Cepeda y García (2009) hace mención de los problemas de los taludes consiguen notar una variación de problemas, incluidos escurrimientos, meteorización, erosión, y hundimiento. El problema más grave de todos es el escurrimiento.

Considerando que las estructuras de contención planteadas técnicamente no se muestra demasiados problemas de desplazamiento, por tener una intervención aproximado de los factores que actúan en la estabilidad, en el talud natural existen mayores problemas, las fallas más concurrentes son: fallas de suelo, varios de geología, la desviación de la pendiente natural, el clima local, etc.

Si consideramos las vidas humanas y las cuantiosas pérdidas económicas, el escurrimiento del talud es una falla muy costosa que se debe utilizar en un estudio vial. Cuando las fuerzas de volteo superan la resistencia de la estructura de contención, los taludes se vuelven inestables, esto puede ser causado por fuerzas gravitatorias, eventos sísmicos y suelos saturados.

La vegetación colindante, los factores climáticos, el desarrollo hidrológico de la quebrada y otros factores pueden alterar la estabilidad de un talud.

Uno de los países de América Latina es el Perú cuyo relieve es muy accidentado, teniendo en cuenta que la Cordillera de los Andes cubre todo el país, desde el sur hasta el norte, y divide al país en 3 regiones básicas: costa, sierra y selva, en ese contexto tenemos un sistema vial (carreteras y vías férreas) que involucra las 3 regiones, en el cual constantemente se presentan deslizamientos en épocas de lluvias especialmente en la sierra, el cual provoca deterioro en la construcción vial, motivo por el hay interrupciones constantes en el tránsito, generándose a su vez pérdidas cuantiosas en el rubro de transporte de productos perecibles, entre otros, en ese sentido todo esfuerzo por mitigar y controlar dichos deslizamientos será importante, el objetivo por lo tanto es brindar soluciones para mejorar la estabilidad del talud el cual implica evitar la separación de una masa de suelo ya sea por saturación de agua, una falla en la fundación o erosión, fuerzas sísmicas o descomposición de la roca.

Como sitio de estudio, Distrito de Tomaykichwa, Provincia de Ambo, Región de Huánuco, en el Cerro Toyocoto -KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco, se tiene un tramo crítico que viene a ser el talud el cual presenta fallas geológicas como son las grietas, deslizamientos de material, por lo general estos materiales se encuentran en un estado de saturación por lo que se generan estas fallas geológicas las cuales se producen debido a la baja oposición al esfuerzo cortante del subsuelo.

Por lo tanto, es una problemática ya que en épocas de máxima venida se generan empujes hidrostáticos en gran medida por lo que se tiene que plantear una solución de estabilización del talud ya que viene afectando en gran medida esta zona con los deslizamientos y desprendimientos de masas. La zona afectada por los deslizamientos acapara aproximadamente 300.0 m la cual se encuentra al costado de la vía, es necesario estabilizar el talud.

En ese sentido se propone una solución de estabilidad de talud, para mejorar y optimizar la conducta del talud cuando se utiliza del sistema de geosintético TRM permanente ubicado en el Cerro Toyocoto -KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Se estabilizará el talud con el planteamiento de un Sistema de geosintético TRM en el Cerro Toyocoto -KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles serán las características mecánicas y físicas del suelo del talud ubicado en el Cerro Toyocoto -KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco?
- ¿Cuáles serán los fenómenos que intervienen en el estudio del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco?
- ¿Cuál será el factor de seguridad adecuado para la estabilización del talud ubicado en el Cerro Toyocoto -KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Plantear un sistema de geosintético TRM para la estabilización del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características mecánicas y físicas del suelo del talud ubicado en el Cerro Toyocoto -KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco.
- Determinar los fenómenos que intervienen en el estudio del talud ubicado en el Cerro Toyocoto -KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco.
- Determine el factor de seguridad adecuado para la estabilización del talud en épocas de estiaje y máxima venida ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. JUSTIFICACIÓN PRACTICA

La razón detrás de la justificación se da en el gran interés que se espera despertar, hallando el comportamiento del talud, que son provocados por factores externos que por consiguiente genera

inestabilidad por lo cual se plantea poner un sistema de geosintético TRM para evitar deslizamientos significativos que podrían afectar el área de exploración.

1.5.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Los resultados de la presente investigación son de mucho interés especialmente cuando las obras viales entran en operación, pues con el correr del tiempo y cambios de estación se presentan problemas de inestabilidad de taludes tales como deslizamientos, vuelcos, desprendimientos y flujos los cuales en el peor de los casos interrumpen la transitabilidad de la carretera, en ese sentido es necesario intervenir con soluciones, especialmente en puntos críticos donde frecuentemente se presenta el problema y que aseguren la viabilidad de la carretera en forma permanente.

1.5.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

En ese sentido se propone el uso del sistema de geosintético TRM para optimizar la estabilización del talud, de tal manera que mejore su estabilidad, sabiendo que los resultados del mismo serán muy útiles para la ingeniería de carreteras, en este caso en particular el uso del geosintético TRM que por sus propiedades se cree que influirá positivamente en la estabilidad del talud y aportará como antecedente para futuras investigaciones, el presente estudio está ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- No se cuenta con especialistas en la especialidad de estabilidad de taludes con el sistema de geosintético TRM.
- No se cuenta con especialistas en el manejo e interpretación de los resultados del software de simulación GEO5.
- No se cuenta con la preparación en el diseño de taludes con geosintéticos, ya que corresponde al campo de la geotecnia, se buscará el asesoramiento respectivo.

- Los trabajos de campo a realizar se limitarán solo a los estudios de suelos y topografía de la zona de deslizamiento.
- Por la dimensión de la problemática solo se abordará a nivel de MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN MEDIANTE SOFTWARE RESPECTIVO.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

- Es factible desde una perspectiva operativa, pues actualmente estoy laborando en la ejecución de carreteras, el cual me permite conocer de cerca la problemática.
- Cuento con el asesoramiento tanto técnico como metodológico en el diseño de taludes con el sistema de geosintético TRM, así como en el manejo del software GEO5.
- Tengo los recursos financieros para cubrir los requisitos de la investigación actual.
- Tengo la disponibilidad de tiempo para dedicarme completamente a la investigación actual.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Palate (2018), en Ecuador, Ambato, en la Universidad Técnica, realizó la investigación denominada: “Estudio del comportamiento de los taludes con mallas metálicas en condiciones ecológicas Santa Rosa km 3+500 de Tungurahua, Cantón Ambato”, el objetivo principal de este estudio fue investigar cómo estabilizar los taludes con malla de metal en suelos arenolimosos con pendientes de 60 a 90 grados, y analizó las características del suelo como ángulo de fricción, densidad, y cohesión cumpliendo con los objetivos específicos, así como el método de Fellenius para calcular el factor de seguridad del talud, usando el software GeoStudio 2012, además de implementar el método de estabilización para determinar el nuevo factor de seguridad propuesto y finalmente analizar los beneficios de usar la malla metálica para estabilizar los taludes y las áreas en las que podría usarse, se encontró un factor de seguridad de 1.219 dentro de las conclusiones utilizando el método de cálculo (Fellenius u Ordinario) y el software (GeoSlope 2012) con las características del talud actuales, lo que indica que el talud objeto de estudio es muy inestable porque no llega con el valor mínimo de 1.25 de la NEC de 2014, después, un nuevo factor de seguridad de 1.946 fue producido por el sistema de estabilización con mallas metálicas de triple torsión, con un aumento de 60% del dato inicial, al ser el indicador más importante de estabilidad, indica que el sistema en estudio desempeña un papel importante en la estabilidad del talud, la estabilización de taludes con mallas metálicas de triple torsión no solo mejora su estabilidad, sino que también actúa como un sistema de contención en caso de desprendimiento. Debido a su rigidez y al galvanizado, el costo de mantenimiento será comparativamente bajo.

Una ventaja significativa es la adquisición debido a la falta de estabilidad en la demanda, se comercializa esencialmente para el uso en cerramientos, por lo que será sencillo acceder al mismo, además, debe

tenerse en cuenta que el módulo de rigidez (2 kg-f/mm^2) fue el parámetro que tuvo el mayor impacto del sistema de mallas de metal que se analizó, tiene intervención directa al crecimiento del factor de seguridad, sin dejar de examinar aspectos de manera que la fuerza de anclajes y las características de los taludes geomecánicos y geométricos.

Alberto (2020), en Colombia, en la Universidad Católica de Colombia, realizó la investigación denominada: “Aplicación de geosintéticos en vías terciarias: caso de estudio en el municipio de Carurú, perteneciente al departamento del Vaupés” el objetivo general de la referida investigación fue evaluar la mejor manera de optimizar la capacidad portante de la subrasante mediante la utilización de refuerzos geosintéticos en la ruta que conecta la escuela secundaria pluriétnica de Carurú se encuentra en el centro urbano del municipio de Carurú en Vaupés, y dentro de los objetivos específicos consideró primero identificando el comportamiento general de los componentes geosintéticos (geomallas, geoceldas y geotextiles), cuando se trata de reforzar subrasantes que no son muy fuertes de baja capacidad portante, por otro lado identificar las ventajas que se pueden obtener del uso inteligente de geosintéticos, teniendo en cuenta que solo son herramientas para mejorar una vía, finalmente determinando el costo de las mejoras propuestas mediante el uso de geosintéticos en la carretera que conduce al internado del municipio de Carurú, dentro de las conclusiones de interés para la investigación tenemos que la implementación de geotextiles, principalmente responsable de la tarea de separación, permitiendo el paso del agua e impidiendo que el material fino ingrese a la superficie. Sin embargo, las características mecánicas y físicas del geotextil impiden que realice la función de refuerzo (de acuerdo a la especificación de la propuesta), los esfuerzos realizados sobrepasan el aporte estructural a la subrasante, también refleja un aumento significativo en el espesor requerido de la subbase granular tipo C (0.50), impactando los costos de ejecución. Para aumentar la capacidad portante de la subrasante, se planteó un material confinado extendido de 0.28m en una geocelda con resistencia a la tensión del 2% de 11 kN/m, una capa superior de subbase granular de tipo C de 0.30m con la misma característica del

material y una geomalla biaxial de resistencia de 19 kN/m en la interfaz de estas dos capas. Además, un tendido de geotextil que separa la subrasante y material confinado para evitar la salida de finos de una capa a otra y permitir que el agua fluya. La opción brinda una mayor contribución estructural a la subrasante.

Albarracín (2021), en Ecuador, en la Universidad Católica de Loja, realizó la investigación denominada: “Análisis de estabilidad de talud reforzado con geosintéticos por medio estadísticos y equilibrio límite”, el caso de estudio es el talud del coliseo multiuso Gad de Sinincay. el objetivo general de la presente investigación es estudiar la estabilidad del talud la Parroquia de Sinincay tiene un coliseo multiuso de Gad reforzado con geosintéticos, en donde como objetivos específicos determina fluctuaciones en los parámetros geomecánicos del suelo porque al considerar criterios de un solo valor, la estabilidad se ve afectada, deslindar si la estabilidad se fundamenta más en la probabilidad que en la determinación, la cohesión (c) es el parámetro geomecánico utilizado, el ángulo de fricción interna, el peso específico y la generación de variables aleatorias se obtienen mediante la simulación de Montecarlo utilizando una subrutina de MATLAB. Después, se realizó una evaluación probabilística del talud en condiciones actuales para evaluar el grado de inestabilidad. Se obtuvo un índice de validez de 0.47 y la probabilidad de que algo salga mal de 0.68, se planteó una medida de mitigación mediante el refuerzo del talud con geosintéticos con estos valores, las geomallas UX-75, UX-100 y UX-135 se consideraron para lograr este objetivo, obteniendo que los factores de seguridad medios, el índice de confiabilidad y la probabilidad de falla para las mallas UX-100 y UX-135 representan una estabilidad aceptable.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Alberca y Rondo (2020), en Trujillo, Perú, en la Universidad Cesar Vallejo, realizó la investigación “Estabilización de taludes utilizando geomalla coextruída mono-orientada en el departamento de la Libertad, del tramo de la vía Samne-Casmiche”, el objetivo de la investigación fue estabilizar los taludes en la vía Samne-Casmiche en el departamento de la

Libertad mediante el uso de geomallas coextrudida mono-orientada, dentro de los objetivos específicos en primer lugar en la vía Samne-Casmiche debe ser objeto de un estudio topográfico, además de estudiar la mecánica del suelo para conocer las propiedades de los taludes e identificar los puntos críticos de taludes del área de exploración, por otro lado, se realiza la evaluación de estabilidad del talud utilizando el software GEO5-2019 y, finalmente, se propuso un diseño de estabilización del talud utilizando geomalla en el segmento de la vía Samne Casmiche, se determinó el presupuesto y el costo del diseño de estabilización de taludes mono orientados con geomalla coextruída, Nuestro primer talud presenta una pendiente de 66.67° y el segundo una pendiente de 29.33° en la parte final del estudio topográfico realizado en nuestra zona de investigación, lo que nos permite inferir que ambos exhiben variaciones en sus estructuras, por lo que al aumentar la altura y la pendiente, el riesgo de deslizamientos aumentará, particularmente teniendo en cuenta las estructuras ubicadas al borde de la vía que presentan un alto nivel de riesgo sísmico, así como en caso de ocurrir movimientos que produzcan deslizamientos que podrían causar daños a las personas que transitan y habitan en la zona, además, se descubrió a través del análisis del suelo que nuestro primer talud tiene el ángulo de fricción de 25° y cohesión de 0.005, mientras que nuestro segundo talud tiene el ángulo de fricción 26° y cohesión de 0.008, de acuerdo con los hallazgos del laboratorio, el material de los taludes analizados es inestable, aunque parecen piedras con grandes diámetros, se deslizan fácilmente. Con el tiempo y los cambios climáticos constantes, el material se desgasta y se derrumbe en gran medida, por otro lado, también se llegó a la conclusión de un trabajo de campo realizado con nuestras fichas de observación y estudios de laboratorio para identificar nuestros taludes. Se encontraron dos taludes clasificados como inestables y se analizaron en el presente proyecto, Finalmente se ha propuesto un diseño para la estabilidad del talud que utiliza geomallas coextrudidas mono-orientada, con refuerzos de gaviones y anclaje para estabilizar taludes inestables del proyecto, después analizar con el software Geo5 con el diseño sugerido, el primer talud tiene un factor de seguridad de 1.62 y

mientras que el segundo 2.06, superando el factor de 1.5, indicando que el talud está estable.

Calero y Cantoral (2020), en Lima, Perú. En la Universidad Cesar Vallejo, realizaron la investigación “Estudio de la variación al agregar fibra de pet reciclada a suelos cohesivos no friccionantes relacionados con la estabilidad del talud”, objetivo principal de la investigación es determinar las variaciones en la estabilidad de los taludes cuando se aplica fibra pet reciclado en suelos cohesivos que no friccionan, dentro de los objetivos específicos, primero se analiza la variación del ángulo de fricción al aplicar fibra de PET reciclado en suelos cohesivos que no friccionan para determinar la estabilidad de los taludes, luego, la fibra de pet reciclada se coloca en suelos cohesivos que no friccionan para determinar las variaciones en la resistencia al corte relacionadas con la estabilidad de los taludes, finalmente, analice el cambio de cohesión al agregar fibra de pet reciclada al suelo no friccionado para determinar los efectos sobre la estabilidad de los taludes, la investigación tuvo resultados relevantes y consideran dentro de sus conclusiones con el incremento de 1.2% de fibra pet recicladas, el ángulo de fricción del suelo arcilloso aumentó y llegó a su punto máximo, con incremento al 72.48% en semejanza al suelo arcilloso natural. El ángulo de fricción disminuye con la adición al 0.3% de fibra y una menora considerable de 32.21% con relación al suelo natural. Por otro lado, el aumento de fibra pet recicladas aumenta el esfuerzo al corte de suelo. Los datos que mejoran oscilan entre el 50 % y el 88 %. El porcentaje de aumento de 0.6% y la mejora en el rendimiento en la prueba de corte directo. Además, se encontró que con el incremento del 0.6% de fibra PET, la cohesión del suelo arcilloso con plasticidad reducida se eleva gradualmente hasta alcanzar su punto máximo, un incremento del 114.24%, a comparación con la forma del suelo arcilloso en el medio ambiente, finalmente, según la evaluación teórica de la estabilidad de los taludes del terraplén realizada mediante el método Bishop, encontraron que los porcentajes de agregación de fibras de pet aumentaron el factor de seguridad en relación con el suelo arcilloso natural, con variaciones de mejora del 46.29% al 95.58%.

Arauzo y Tumialán (2022), en Lima, Perú, en la Universidad Cesar Vallejo, “Estabilización de taludes en una carretera a nivel de afirmado utilizando coberturas mixtas basadas en geomalla y vegetación Pasco 2022”, el objetivo de la investigación fue mejorar la estabilidad del talud de una carretera a nivel de afirmado mediante el uso de coberturas mixtas basadas en vegetación y geomallas, se llevó a cabo un estudio topográfico en el tramo de una carretera a nivel de afirmado dentro de los objetivos específicos, además se estudió la mecánica del suelo para comprender sus características, se identificó diferentes puntos inestables de taludes en el área de estudio, así como se evaluó con el software geo5-2020, y finalmente se propuso la estabilización del talud mediante la geomalla en un segmento de la vía que es afirmada, dentro de las conclusiones de la investigación topográfica llevada a cabo en la región de esta investigación, se descubrió que nuestro talud presenta variaciones en su estructura y que la presencia de lluvias aumenta el riesgo de fallas de deslizamiento, sobre todo considerando que se encuentra en un nivel declarado, lo que lo hace peligroso para las personas que caminan por ese área, además, se llegó a la conclusión de que nuestro talud era inestable al ser identificado y examinado en el presente proyecto, el estudio de percolación también confirmó que no había un canal de coronación, dado que es efectivo para los taludes expuestos a la lluvia, elegimos diseñarlo y aplicarlo en el tramo, otorgando estabilidad y soporte adicionales a nuestro talud, finalmente se llegó a la conclusión de que se debía incorporar al diseño original del talud el uso de geomallas biaxiales y vegetación (*stipa ichu*), que juntos tenían como objetivo estabilizar el talud inestable y fortalecer el suelo de la presente investigación. Después de modificar el software utilizando el diseño sugerido, se ha descubierto que nuestro talud tiene un factor de seguridad superior al 1.5, indicando la estabilidad del talud.

2.1.3 ANTECEDENTES REGIONALES

Cipriano y Ponce (2022), en Huánuco, Perú, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, realizó la investigación “Estabilización de talud con muros de suelo reforzado con geomalla biaxial aplicada al proyecto mejoramiento de la carretera Ninacaca Huachon – Pasco – 2021”, como

objetivo de la investigación fue evaluar cómo la propuesta de geomallas biaxiales afecta la estabilidad mecánica de los suelos mejorados en los muros del proyecto y para la estabilidad del talud aplicada al estudio, los objetivos específicos fueron primero conocer cómo la propuesta de geomallas biaxiales afecta el refuerzo en la superficie granulares de estabilidad mecánica de los suelos mejorados en los muros de resistencia, segundo, analice cómo la propuesta de la geomalla biaxial afecta la seguridad de verificación del proyecto y finalmente, analice cómo la propuesta de geomalla biaxial afecta la estabilidad externa en la estabilización mecánica de los suelos mejorados en los muros de sostenimiento para la estabilidad del talud aplicada al estudio, dentro de las conclusiones pertinentes, se encontró que el uso de geomallas biaxiales tiene un impacto en el mejoramiento de las capas granulares de estabilidad mecánica de los suelos mejorados en los muros de resistentes, lo que logra la estabilidad del talud aplicada al estudio; como se demostró prueba de hipótesis, en segundo lugar, la aplicación de geomalla biaxial tiene un impacto en la seguridad de comprobación del proyecto; como se ha demostrado en la prueba de la hipótesis, en tercer lugar, la aplicación de geomalla biaxial interviene en la estabilidad externa de la estabilidad mecánica del suelo reforzado en los muros resistentes para lograr la estabilidad del talud aplicada al proyecto; demostrado en la prueba de la hipótesis, y finalmente, la aplicación de geomallas biaxiales tiene un impacto en el esfuerzo de las capas granulares de estabilidad mecánica del suelo reforzado en los muros de sostenimiento. Esto se hace para llegar al objetivo de la estabilidad del talud del estudio.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 TALUD

Se refiere a cualquier superficie que tenga una inclinación horizontal que tenga estructuras de suelo permanente. No hay duda de que el talud es un sistema complejo para analizar, ya que en su exploración coinciden los factores de mecánica de rocas y mecánica de suelos, además de la importancia crucial que tiene la geología aplicada para establecer cualquier criterio aceptable. (Suarez, 2009)

El talud natural, también conocido como ladera natural o simplemente ladera, se forma naturalmente sin la intervención humana. Los taludes artificiales o cortes son tipos de taludes creados por humanos, dependiendo de cómo se originan. El corte consiste en excavar en una formación térrea natural, mientras que el talud artificial en los lados está considerado terraplén. Algunos trabajos de la ingeniería civil, el suelo en forma de talud se utiliza como porción de la obra. En situaciones como terraplenes en carreteras, presas de tierra, canales, entre otras, es necesario realizar investigaciones sobre la estabilidad del talud. En situaciones específicas, como en presas de tierra, donde un mal cálculo puede hacer que la obra fracase, la estabilidad es esencial para la obra y la hace posible.

Una porción de tierra con cambios significativos de altura. Que han estado estables durante muchos años, se podrían volver inestables debido a la variación en la topografía o a sismos repentinos, así como a los flujos de agua subterránea. Entre los elementos que componen a los taludes se pueden mencionar los siguientes:

- **Altura:** La distancia entre el pie y la cabeza en posición vertical.
- **Pie:** Un cambio repentino en la pendiente de base
- **Cabeza o escarpe:** Cambio repentino en la pendiente superior.
- **Pendiente:** Es la inclinación media del talud.

TIPOS DE TALUDES

Se clasifican en dos categorías:

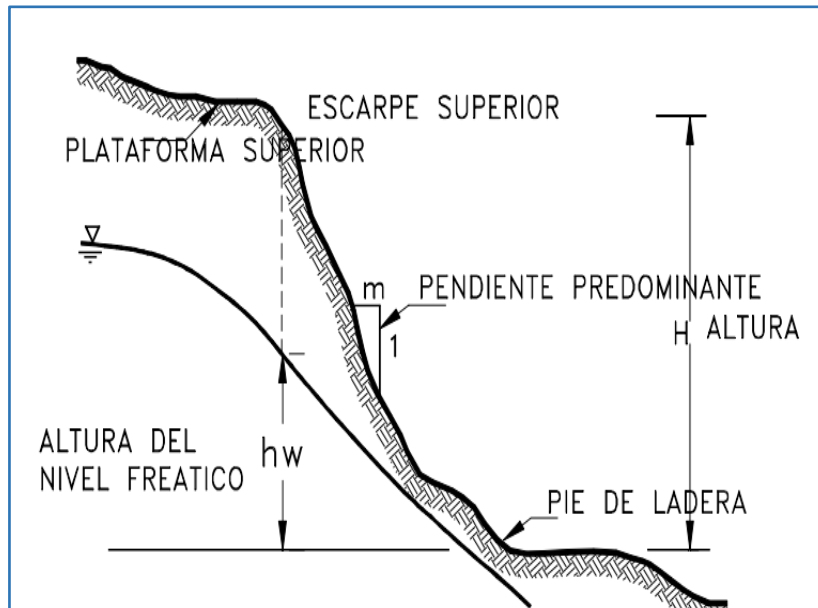
TALUDES NATURALES

Son taludes que la naturaleza ha creado a lo largo de la historia geológica. Se pueden establecer como resultado de procesos erosivos y no requieren de la ayuda humana para crearse. Los acantilados se forman como resultado de esto.

Debido a lo irregulares que son, el cálculo de la altura resulta un poco complicado. Se forman como resultado de esto. Debido a lo irregulares que son, el cálculo de la altura resulta un poco complicado.

Figura 1

Partes de un talud natural



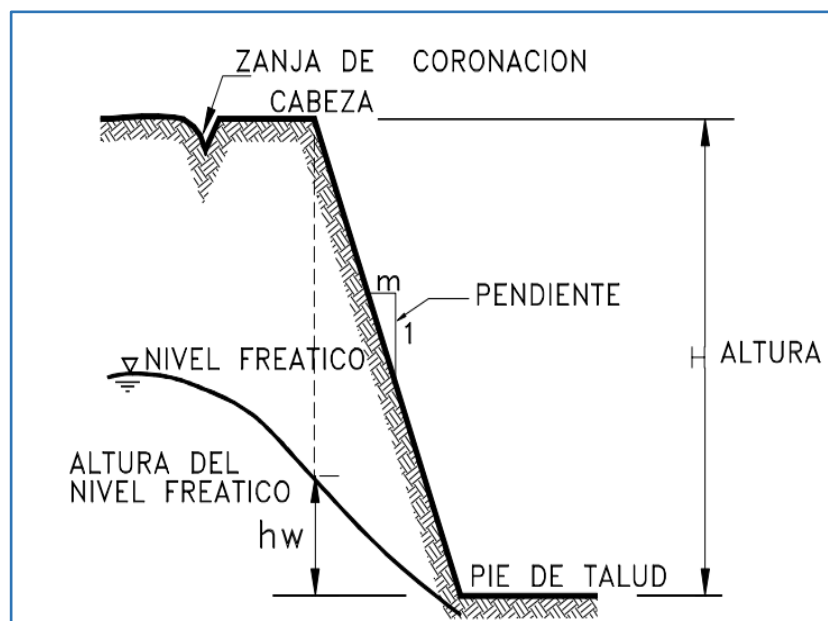
Nota: Suarez 2009

TALUDES ARTIFICIALES

Este tipo de taludes requiere la intervención humana, dependiendo del aumento de las obras de ingeniería, cuando es necesario una topografía plana en un área inclinada. Es común en proyectos de infraestructura o presas. Los terraplenes y los cortes son dos categorías de taludes artificiales. Su altura se puede calcular fácilmente si está bien definido.

Figura 2

Partes del talud artificial



Nota: Suarez 2009

TIPO DE SUELO EN TALUDES

- No cohesivos.
- Cohesivos.

Suelo de arena pura no cohesivo con $C=0$

La superficie de la falla es plana si se trata de suelo granular o arena pura. El ángulo de fricción interno de la arena es mayor que el ángulo de inclinación del talud, o si el ángulo de fricción natural de la arena es plástico, los taludes construidos sobre áreas macizas no cohesivos no tendrán problemas de estabilidad.

Suelos cohesivos $C \neq 0$

La superficie de la falla es circular o curva.

Taludes extremadamente inclinados con suelo cohesivo

Suelos cohesivos: Los suelos cohesivos tienen el ángulo de inclinación de ellos es mayor que el ángulo de fricción interno, $\beta > f$. La profundidad de la superficie de ruptura es infinita.

Si se planean construcciones en la parte superior, se debe optar con un estudio exhaustivo de la estabilidad de los taludes, cuando el suelo es cohesivo y los taludes están inclinados donde la falla se da en superficies circulares que están restringidas a un área superficial de espesor Z_1 .

Los planos de ruptura rectos de la superficie del talud, en el estudio práctico, las superficies de ruptura circulares o espirales logarítmicas sustituyen a estas.

- La fractura ocurre a lo largo de superficies circulares limitadas por un área superficial Z_1 , donde $\beta > \phi$.
- Los planos de estructuras rectas pueden estar presentes en la superficie del talud.
- Todos los análisis de estabilidad deben usar factores de resistencia al esfuerzo cortante.

2.2.1 TIPO DE MOVIMIENTOS

La inconsistencia de los taludes provoca una variedad de desplazamiento, clasificados según varios principios. Los tipos de desplazamientos más comunes difieren en función de los mecanismos que ocurren en diferentes materiales y los períodos de tiempo en los que

ocurren. Teniendo términos más sencillos se pueden combinar para su definición completa cuando los desplazamientos producidos son complicados y estas pueden ser una combinación de varios tipos. La etapa de identificación y distribución del tipo de desplazamiento es crucial porque puede afectar las conclusiones del análisis y la estabilización del tipo de movimiento.

DESPRENDIMIENTOS

El desprendimiento de un volumen dispersa de un talud a través de la superficie de corte, generalmente minúsculo, cuyo camino se da en gran parte por el aire se conoce como desmonte.

En ocasiones, estas perturbaciones tienen un impacto en bloques aislados y también en grandes extensiones de roca, lo que provoca deslizamientos de tierra catastróficos. La mayoría de las veces, estos eventos ocurren en áreas caracterizadas geológicamente por la alternancia de capas sedimentarias que son fuertes y frágiles. La extrusión o meteorización de capas blandas, la aglomeración de presiones en el borde y la rotura por flexotracción son mecanismos que pueden causar inestabilidad, que generalmente son sucesivos y complementarios.

La posibilidad de que se pronuncien la inestabilidad por descalce está determinada por diversos factores, incluyendo la fractura, de la estratigráfica, inclinación y disposición del terreno en relación al buzamiento, la fortaleza comparativa del estrato más rígido, la fuerza referente de los estratos resistentes en comparación con los estratos menos competentes, entre otros factores.

VUELCO

Estos deslizamientos involucran que las unidades en bloques o columnas se muevan en base, con la influencia de gravedad y la fortaleza hecha por áreas cercanas o debido a la participación del agua en la irregularidad. Según la distribución de las discontinuidades en el material, el movimiento puede resultar en otras formas, como deslizamientos, desprendimientos, etc. Los vuelcos son exclusivos de los medios rocosos debido a la orden estructural del estrato hacia el interior del talud y un

sistema bien desarrollado de discontinuidades. Estos movimientos tienen diferentes formas:

DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos son los movimientos de grandes cantidades de roca, desechos o suelo inferior de un talud. El término deslizamiento abarca los sucesos de erosión.

La definición no especifica la naturaleza precisa del proceso, pero también incluye procesos causados por fuerzas gravitacionales, hidráulicas, etc. Considerado poco universal, el término Fenómeno de remoción en masa.

Los deslizamientos en largo de la superficie de falla suelen ocurrir debido a la caída libre, los movimientos en masa, la erosión o los flujos. Algunas partes del talud pueden moverse hacia abajo mientras que otras partes pueden moverse hacia arriba. Los fenómenos de inestabilidad generalmente comprenden una combinación de procesos de denudación y erosionales que están interconectados y se mezclan con frecuencia. De ejemplo, los movimientos en masa son causados por la erosión de los ríos, ambos fenómenos actúan juntos para que se dé la inestabilidad. Los procesos de denudación pueden ser causados por la erosión y viceversa.

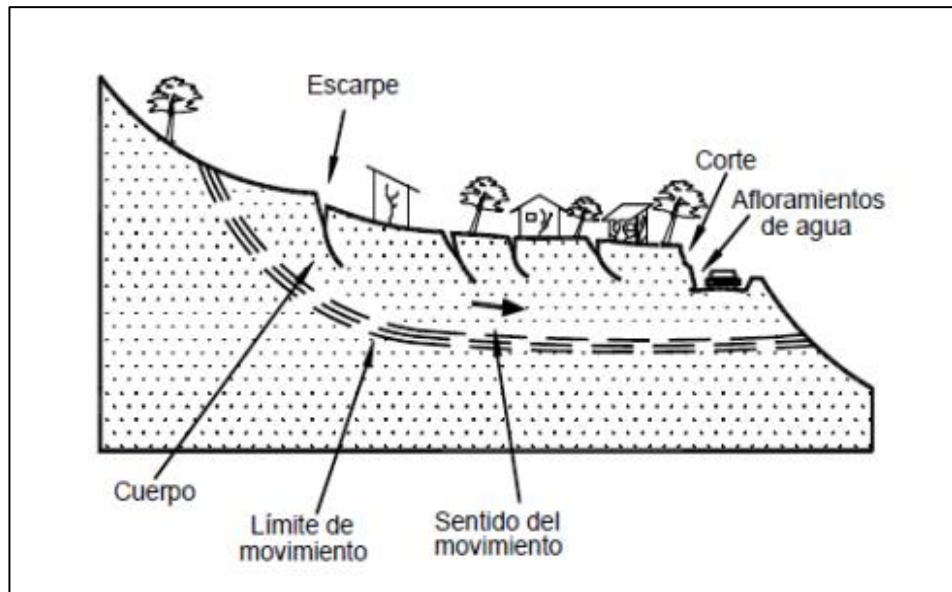
Las capas más subsuperficiales del perfil suelen ser afectadas por los mecanismos de erosión, el perfil se ve profundamente afectado por los procesos de denudación o de remoción en masa.

TIPOS DE DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos en masa consisten en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies fáciles de reconocer o dentro de un área relativamente delgada. Una sola masa coherente que se mueve puede componer un deslizamiento en masa, serían masas semiindependientes o varias unidades.

Figura 3

Deslizamientos en suelos



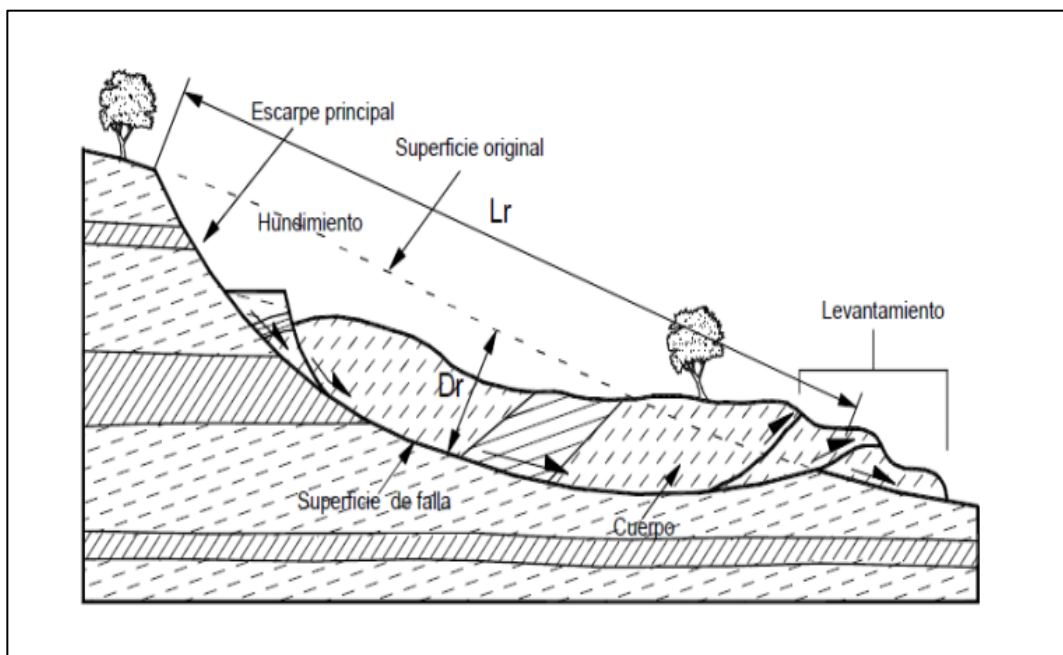
Nota: Suarez 2009

EL DESLIZAMIENTO ROTACIONAL

La superficie de la falla es cóncava hacia arriba durante un desplazamiento rotacional y el movimiento es tanto transversal al deslizamiento como rotacional con respecto al eje paralelo a la superficie.

Figura 4

Deslizamiento de rotación de un talud



Nota: Suarez 2009

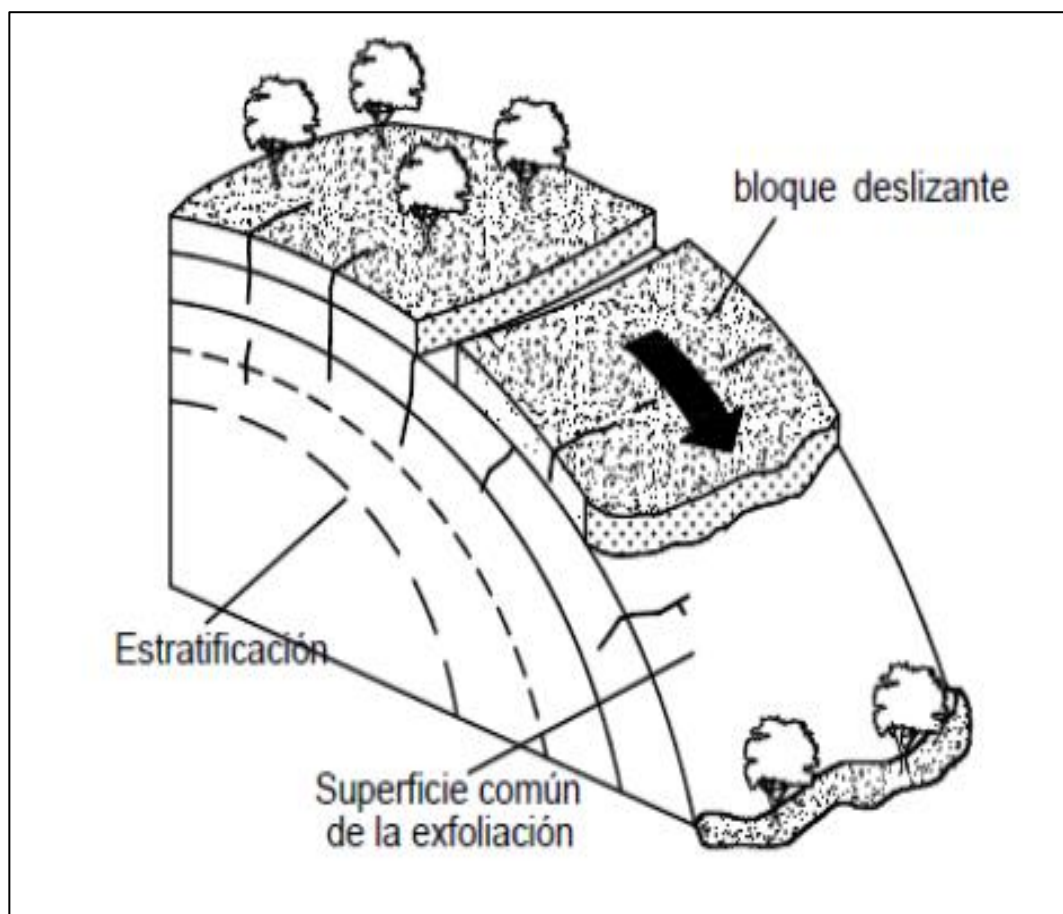
DESLIZAMIENTO DE TRASLACIÓN

La masa se desliza hacia afuera o hacia abajo como resultado de este tipo de deslizamiento de translación, hasta llegar al punto más plano de una superficie como este tipo de deslizamiento tiene muy poco o nada de movimiento rotación o volteo. La masa se deforma, se rompe y puede fluir en muchos desplazamientos de translación, especialmente en áreas con pendientes pronunciadas. El impacto de la estructura en los arrastres de translación.

Las superficies débiles tales como fallas, juntas, fracturas, planos de estratificación y foliación controlan los movimientos de translación, entre la fricción de la roca y coluviones o suelos blandos. Cuando se producen movimientos sobre discontinuidades sencillas en la roca, los deslizamientos de bloque forman unidades coherentes o grupos de unidades coherentes.

Figura 5

Deslizamiento de rotación de un talud

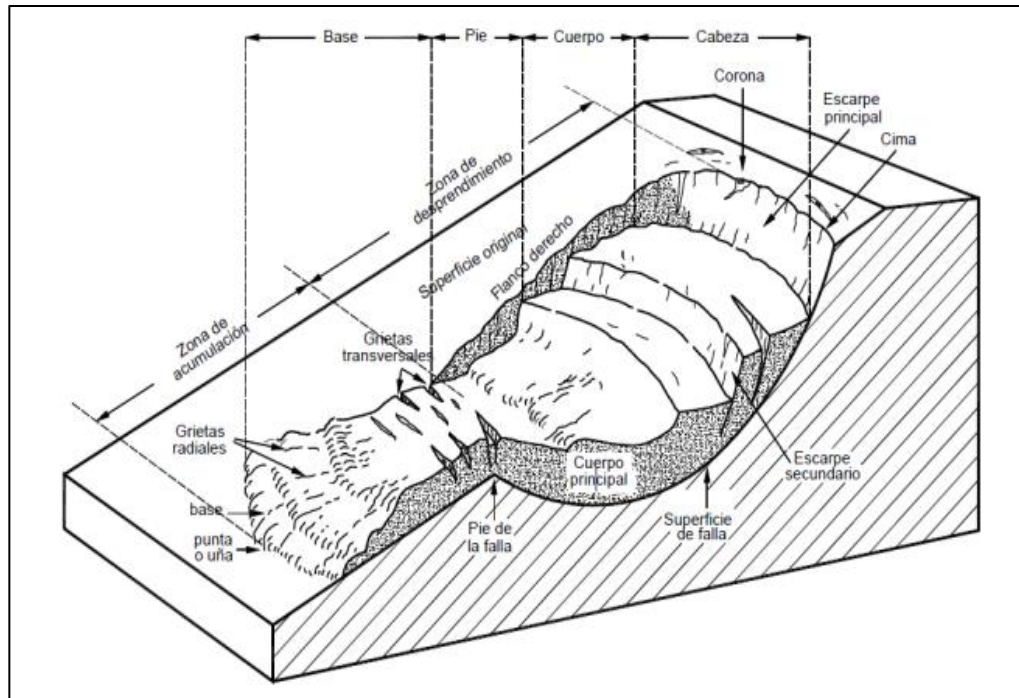


Nota: Suarez 2009

PARTES DE UN DESLIZAMIENTO

Figura 6

Nomenclatura de las diferentes partes de una falla por deslizamiento



Nota: Suarez 2009

- Cabeza. La parte superior del objeto en movimiento. La cabeza del talud y la cabeza del deslizamiento no coinciden siempre. La corona está sobre la cabeza.
- Cima. Es el punto donde el material perturbado se une al escarpe principal.
- Corona. Adyacente a la superficie más alta del escarpe principal, por encima de la cabeza, se encuentra el material del sitio, que prácticamente no ha cambiado.
- Escarpe principal. Superficie extremadamente inclinada en la parte posterior del área en movimiento debido al desplazamiento del material. La superficie de la falla está formada debido a que la superficie del escarpe se prolonga dentro del material.
- Escarpe secundario. El deslizamiento diferencial dentro de la mezcla que se desplaza esta produce una superficie muy inclinada. Se pueden formar múltiples escarpes secundarios en un deslizamiento.
- Superficie de falla. Área que delimita el volumen del material desplazado y está por debajo del movimiento. El suelo debajo de la falla permanece

inmóvil, mientras que el de encima se mueve. En algunos movimientos, la superficie de falla no existe.

- Pie de espacio de falla. La recta que une la superficie original del terreno con la parte inferior de la superficie de rotura.
- Base. Área abajo del pie de la superficie de falla que está cubierta por el material perturbado.
- Punta o uña. El punto a más alejado de la cumbre.
- Cuerpo principal de deslizamiento. La mezcla desplazada sobre la superficie de la falla. Varios cuerpos pueden estar en desplazamiento.
- Superficie original del terreno. Se refiere a la topografía antes que suceda el deslizamiento.
- Flanco. Refiere al lado en desplazamiento. Es necesario distinguir entre los flancos derecho e izquierdo.

2.2.2 GEOSINTÉTICO

Los componentes sintéticos absorbente al agua, igual que el polipropileno y polímero, se utilizan en la fabricación de geosintéticos. Las esteras también se pueden hacer con una combinación de estos. Los mantos del geosintético se encuentran conectados mediante ciencia térmica que aumenta la vida útil y la durabilidad al contacto con la intemperie.

Se conoce las fibras de polipropileno estabilizadas, que son resistentes a los rayos ultravioletas, componen la matriz del geosintético. El manto tiene un espesor uniforme. Es resistente a los químicos que normalmente están presentes en el suelo. Estos mantos se utilizan en lugares donde la vegetación natural no puede resistir las condiciones de flujo ni brindar la protección adecuada contra la erosión a largo plazo.

Desde la era industrial, la erosión es un problema común. La dispersión irregular de agua es uno de los efectos secundarios de la erosión, las finas capas del suelo, la mala revegetación y la navegación interrumpida. Puede dañar las tierras agrícolas y causar una vegetación deficiente. Los geosintéticos se introdujeron inicialmente en tierras erosionadas para aumentar la revegetación y disminuir la erosión.

Posteriormente, se descubrió que los geosintéticos pueden usarse para una amplia gama de propósitos. Por lo tanto, no solo se realizan en suelos agrícolas, también se usan para propósitos más significativos para el bienestar de la sociedad.

El tamaño, la pendiente y la calidad de la tierra determinan el diseño y el gradiente de los geosintéticos. Estos son químicamente y microbiológicamente inertes. Debido a su fácil instalación y manejo, los geosintéticos son una opción singular para controlar la erosión del suelo y las capas de tierra.

2.2.4. MÉTODOS DE CÁLCULO DE ESTABILIDAD DE TALUDES

MÉTODO DE LAS DOVELAS

Según Sanhueza y Rodríguez (2013). El problema de estabilidad de los taludes no se encuentra estáticamente definido, y la determinación requiere la consideración de múltiples hipótesis de inicio según los métodos. Bajo esas condiciones, se establecen las ecuaciones de equilibrio entre las fuerzas que inducen el deslizamiento y las fuerzas resistentes. El valor del talud FS para la superficie analizada, que se refiere al equilibrio o división estricta de la fortaleza que actúa, se proporciona a través de los análisis.

Después de evaluar el FS del área supuesta, se deben analizar superficies de rotura cinemáticamente factibles, hasta elegir la que tenga el FS más bajo, que se considera el SPF y FS conveniente al talud en cuestión.

Este tipo de método considera las teorías siguientes:

- El FS relacionado con un talud específico, es uniforme en toda el área de falla.
- El principio de Mohr-Coulomb se cumple con la resistencia al corte del suelo estudiado.
- La fuerza de corte del suelo aumenta con una magnitud constante en toda el área de rotura en el momento de la falla.

Los métodos de Dovelas se utilizan en situaciones en las que el área de rotura del suelo es circular. Dividiendo una sección transversal de un

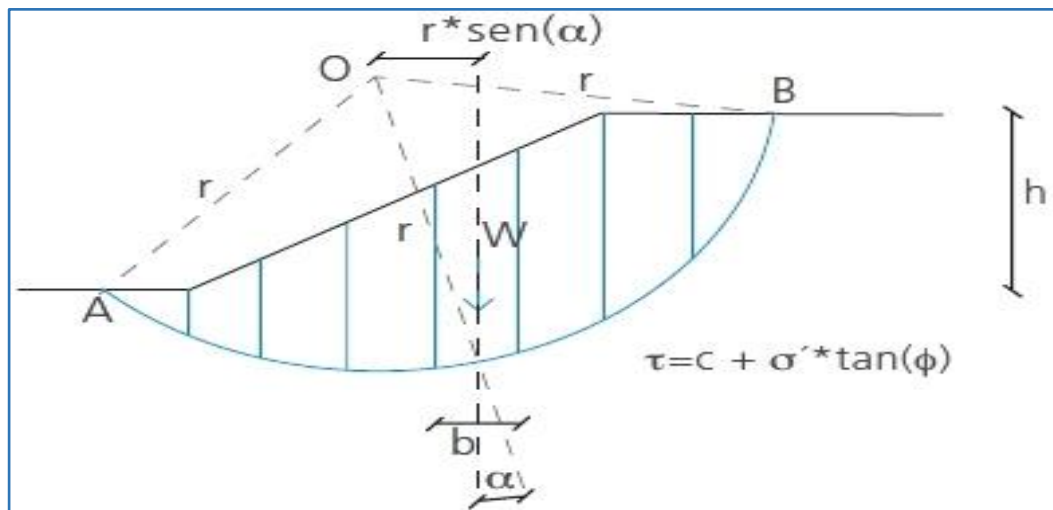
talud en franjas del mismo tamaño, se estudia el problema en dos dimensiones. De lo que se realiza una evaluación de la estabilidad de cada dovela, lo que permite llegar a una conclusión sobre la seguridad del talud a nivel mundial.

MÉTODO ORDINARIO O DE FELLENIUS

Según Sanhueza y Rodríguez (2013). El talud con el área potencial de falla identificada con el arco AB. La mezcla del suelo encontrada en la superficie de rotura se divide en diversas dovelas. Cada metro lineal debe examinar una sección transversal que represente el talud real que se tomará en consideración.

Figura 7

Esquema del análisis de estabilidad de taludes



Nota: Sanhueza y Rodríguez (2013)

Las fortalezas que afectan al talud pueden verse en la Figura 7, donde η^{ma} dovela como ejemplo:

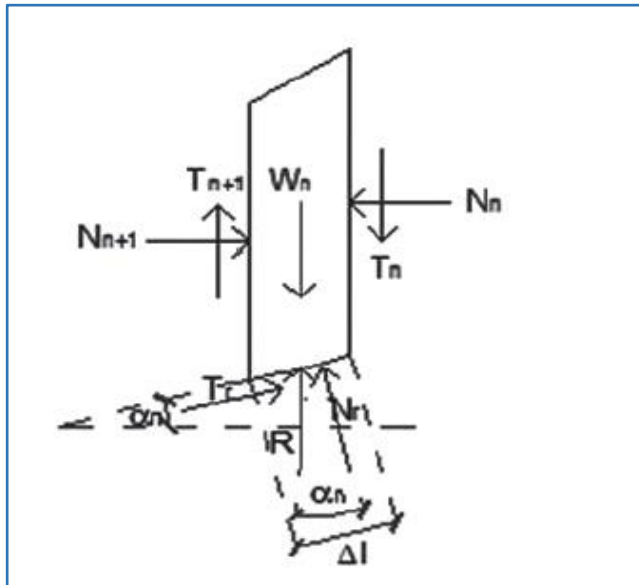
Donde:

- W : El peso final de la dovela.
- R : Fuerza que se adapta al peso de la dovela
- N_n y $N_{(n-1)}$: Las fuerzas normales de ambas partes de la dovela

T_n y $T_{(n+1)}$:	La fuerza tangencial de los lados de la dovela
N_r	:	Componentes típicos de la reacción
T_r	:	Elementos tangenciales de la reacción

Figura 8

El método de Fellenius calcula las fuerzas de la dovela



Nota: Sannhueza y Rodríguez (2013)

A diferencia de los esfuerzos N_n , $N_{(n+1)}$, T_n y $T_{(n+1)}$ son difíciles de determinar, pero es admisible considerar que los resultados de N_n T_n son comparables en medida a los resultados $N_{(n+1)}$ y $T_{(n+1)}$, y que sus objetivos coincidan.

Por lo tanto, después de considerar el equilibrio (ec.1):

$$N_r = W_n * \cos(\alpha_n)$$

También se escribe la resistencia al corte del suelo como (ec.2):

$$T_r = r * (\Delta l) = \frac{r * (\Delta l)}{FS} = \frac{1}{FS} * (C + \sigma * \tan(\phi)) * \Delta l$$

En este caso el esfuerzo normal, σ' , que se considera en la ec. anterior, es similar a (ec.3):

$$\frac{Nr}{\Delta l} = \frac{Wn * \cos(\alpha n)}{\Delta l}$$

$$\sum_{n=1}^{n=p} Wn * \sin(\alpha n) = \sum_{n=1}^{n=p} \frac{1}{FS} * (C + \frac{Wn * \sin(\alpha n)}{\Delta l} * \tan(\phi)) * \Delta l * r$$

Entre los elementos del método de Fellenius, esto se debe al hecho de que mantiene el equilibrio de momentos, al considerar esta situación, se puede concluir que el tiempo que las fuerzas deslizadas obtienen sobre el centro O del círculo de falla es idéntico al tiempo que las fuerzas resistentes obtienen sobre O.

De la (ec.4):

$$\sum_{n=1}^{n=p} Wn * \sin(\alpha n) = \sum_{n=1}^{n=p} \frac{1}{FS} * (C + \frac{Wn * \sin(\alpha n)}{\Delta l} * \tan(\phi)) * \Delta l * r$$

De la ecuación final (ec.5):

$$FS = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (C * \Delta l + Wn * \cos(\alpha n) * \tan(\phi))}{\sum_{n=1}^{n=p} Wn * \sin(\alpha n)}$$

Se deben llevar a cabo muchos propósitos de reubicar el centro del círculo de falla para obtener el FS de la circunferencia de falla crítico, por lo tanto, el FS mínimo del talud.

MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO

Según Sannhueza y Rodríguez (2013). Se sugiere el método Bishop en 1955 considera el impacto de las fuerzas entre dovelas para evaluar la estabilidad de un talud con SPF del tipo circular. El método de Dovelas divide la mezcla de suelo en movimiento en η fajas verticales (figura a),

como una forma de analizar la fuerza (figura b) y tiempo que transcurre en cada rebanada específica y obteniendo el FS relacionado con el caso.

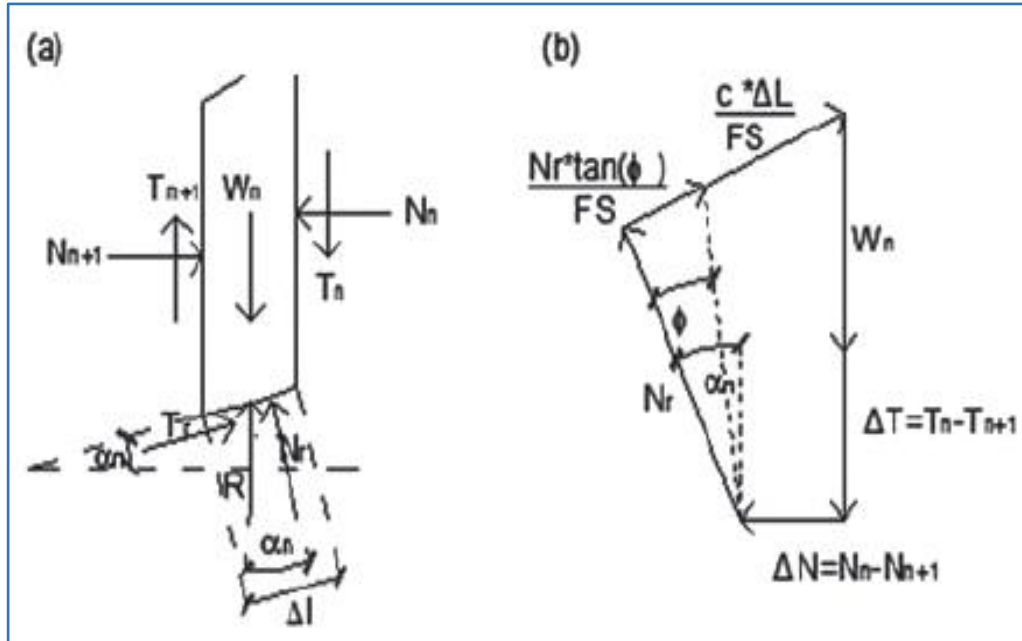
Donde:

(a) Diagrama de las fuerzas involucradas en la dovela.

(b) La n^{ma} dovela tiene un diagrama de fuerzas en equilibrio.

Figura 9

Análisis de Estabilidad de Taludes por el Método de Bishop



Nota: Sanhueza y Rodríguez (2013)

Las siguientes ecuaciones se pueden obtener de las figuras a y b. (ec.1, ec.2):

$$T_r = N_r * \tan(\phi) + c * \Delta l = N_r * \left(\frac{\tan(\phi)}{FS} \right) + \frac{c * \Delta l}{FS} \quad \text{1}$$

$$N_r = \frac{W_n + \Delta l - \left(\frac{c * \Delta l}{FS} \right) * \sin(\alpha_n)}{\cos(\alpha_n) + \frac{\tan(\phi) * \sin(\alpha_n)}{FS}} \quad \text{2}$$

Una vez que se obtuvieron los DCL para cada dovela, las ecuaciones que serían de equilibrio de fuerzas y momentos se pueden crear y obtener el término que ayuda a calcular el FS de cada SPF analizado. De la (ec.3):

$$\sum_{n=1}^{n=p} W_n * r * \sin(\alpha_n) = \sum_{n=1}^{n=p} T_r * r$$

De la (ec.4):

$$Tr = \frac{1}{FS} * (c + \sigma * \tan(\phi)) * \Delta l = \frac{1}{FS} * (c * \Delta l + Nr * \tan(\phi))$$

El valor de las fuerzas N El equilibrio de las fuerzas verticales de cada dovela puede determinarlo. Después de reemplazar en la ecuación 9, resulta lo siguiente (ec.5):

$$FS = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (c * b + Wn * \tan(\phi) + \Delta l * \tan(\phi)) * \frac{1}{m_{\alpha n}}}{\sum_{n=1}^{n=p} Wn * \sin(\alpha n)}$$

Donde (ec.6):

$$m_{\alpha n} = \cos(\alpha n) + \frac{\tan(\phi) * \sin(\alpha n)}{FS}$$

Este método tiene en cuenta las fuerzas de contacto entre dos dovelas dentro de sus hipótesis fundamentales, son significativas ya que están en equilibrio. Estas acciones se consideran iguales a 0 en términos de cálculo, que permite la simplificación de la ecuación 3.10(ec.7):

$$FS = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (c * b + Wn * \tan(\phi)) * \frac{1}{m_{\alpha n}}}{\sum_{n=1}^{n=p} Wn * \sin(\alpha n)}$$

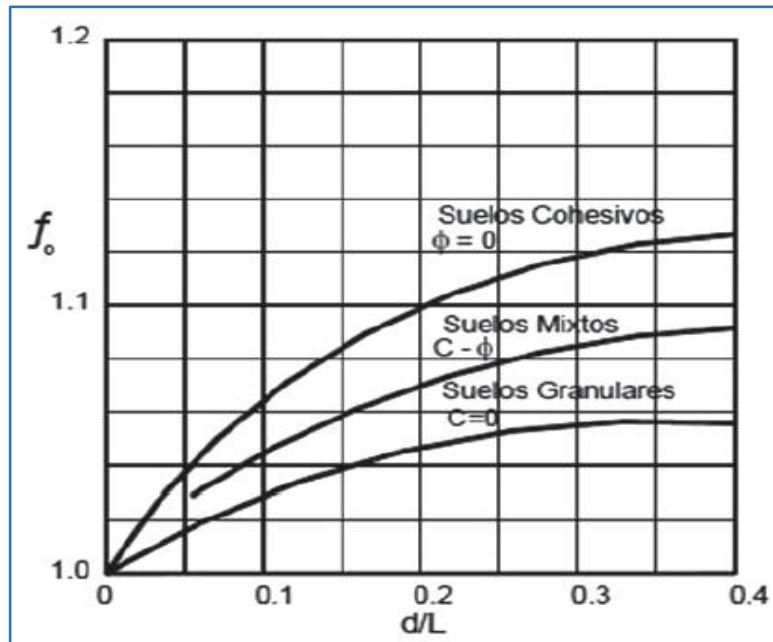
Es posible observar que el FS no se muestra explícitamente, ya que se observa en ambos lados de la ecuación, es necesario un proceso iterativo para encontrarlo.

MÉTODO DE JANBÚ

Según Sanhueza y Rodríguez (2013). La fortaleza entre dovelas es exclusivamente horizontal, que es la principal característica de este enfoque, no considerando los esfuerzos cortantes. En este caso, a variación de los anteriores métodos, la SPF no debe tener forma circular. La obtención de un factor de modificación f0 demuestra esto, que está directamente relacionado con el nivel de curva del área de rotura.

Figura 10

Análisis Diagrama del factor f_0 utilizado en el método de Janbú



Nota: Suarez (2011)

Janbú toma en cuenta la obtención de un FS, que proporciona un equilibrio de fuerzas, para obtener la estabilidad del talud. (ec.13):

$$FS = \frac{f_0 * \sum \left(c * b + Wn * \tan(\phi) * \frac{1}{\cos(\alpha) * m_\alpha} \right)}{\sum W * \tan(\alpha)}$$

2.2.5. GEO5

Geo5perú(s.f.) nos afirma que es un grupo de arreglo de software de gran extensión para la solución de problemas de geotecnia que combinan tanto el análisis tradicional como el método de elementos finitos (MEF). De diferentes programas confirman estructuras típicas, lo que los hace fáciles de entender y usar.

GEO5 está diseñado para abordar una amplia gama de inconvenientes geotécnicos, desde el más simple (verificación de cimentaciones, estabilidad de talud, muros), llegando a los más únicos (análisis de túneles, estabilidad de la roca, daños causados por la construcción de túneles). El software GEO5 soluciona un modelo de estructura específico.

Geo 5 (Fiesoftware) El software se utiliza para evaluar la estabilidad de taludes, muros de suelo reforzado, cortes de tierra, como terraplenes, estructuras de contención ancladas entre otros. Todos los métodos generales examinan el área de movimiento, que se da en forma circular o poligonal.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Métodos de análisis: ITFM (Estándares Chinos), bishop, Morgenstern-Price, Fellenius, Spencer, Sarma, Janbu, Shahunyanc.
- Modelos de materiales basados en Mohr-Culombio y Hoek-Brown.
- Se puede realizar la verificación mediante el sistema de exploración de estabilidad tradicional. (Variable de Seguridad, Etapa Limitada)
- En el año 1997, se tuvo la decisión de seleccionar elementos parciales en función de los anexos nacionales.
- En el año 1997, se tuvo la decisión de identificar los elementos de diseño, teniendo en cuenta las circunstancias de diseño.
- Simple entrada sobre el suelo y geometría de las capas.
- Contiene un archivo de base de datos basada en rocas y suelos.
- Optimización del área de movimiento poligonales y circulares rápida y confiable.
- Cualquier tipo de sobrecarga (franja, trapezoidal, concentrada) es aceptado.
- Alguna porción de anclajes y geo-refuerzos están permitidos.
- Para simular la presencia de agua, use isolíneas de presión de poros o napa freática.
- Un análisis que reduce rápidamente las fisuras de empuje.
- Uso continuo de taludes a lo largo de una etapa de investigación.
- Un modelo básico de objeto rígido.
- Impacto de sismo Mononobe-Okabe)
- Facilita la definición de límites para la obtención del área de movimiento.
- Cualquier cantidad de anclajes y reforzamientos están permitidos.
- Análisis de los parámetros de suelo real y general.
- Concede la realización de alguna parte del análisis durante una etapa de fabricación.

- Facilita la definición de límites para la optimización de la superficie de deslizamiento.
- Análisis de factor de seguridad y estados límite.
- Importar y exportar carpetas DWG y DXF.
- La exportación de BIM es compatible con la interfaz IFC.

2.2.6. EL SOFTWARE AUTOCAD CIVIL 3D

Este programa se aplica para la presentación de planos, se da uso en el planteamiento, creación y ejecución de diseños de desarrollo de terrenos, agua y transporte, el cual también se encarga de conocer la superficie de un terreno, el cual nos facilita para la ejecución de diseños de taludes.

- Crea superficies (variación de niveles)
- Perfiles longitudinales.
- Secciones transversales

2.2.7. ESTABILIZACIÓN

Los siguientes factores son necesarios para estabilizar un talud:

- Manteniendo en cuenta la situación del talud explorado para poder estabilizarlo, determinamos el sistema de estabilización o combinación más adecuado.
- Diseñar un sistema detallado para usar, planos y donde se dará a conocer la propuesta adecuada.
- Control e instrumentación tanto durante como posterior de la estabilidad. Ten en cuenta que los taludes jamás tendrán planteamientos rigurosos que no se pueden cambiar y que los analices que se realizan a lo largo del desarrollo de la fabricación suelen cambiar el planteamiento inicial. Esto sin afectar el beneficio de la propuesta que se hizo.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Análisis de estabilidad de taludes.** – Es el desarrollo en el que se calculan los efectos de las fuerzas desestabilizantes o resistentes sobre un talud y las fuerzas estabilizantes o movilizantes. (Norma E.020).

- **Análisis de estático.** – No se tienen en cuenta los efectos dinámicos de las fuerzas horizontales cuando se consideran los esfuerzos externos potenciales del talud sobrecarga, la presión efectiva, la presión intersticial, el agua subterránea, la napa freática y el peso del material específico del talud en un sistema estático. (Bustillos, 2019).
- **Calicata.** – Son excavaciones que permiten el análisis edafológico y pueden tener una profundidad de entre 1 y 4 metros. (Hoyos, 2001, p.28).
- **Curvas de nivel.** – Es la forma gráfica del relieve del área del terreno, permitiendo trazar perfiles, obtener pendientes, nos da la forma del terreno, determinar la cota o elevación de cualquier punto de terreno, etc. (DG-2018).
- **Denudación.** – La denudación en geología comprende los procesos que degradan la superficie terrestre como resultado del movimiento del agua, el hielo, el viento y las olas, lo que reduce la elevación y el relieve de las formas terrestres. (Suarez, 1998).
- **Deslizamientos.** – Son movimientos lentos de masas de suelos, rocas, desechos o tierra hacia abajo de un talud, lo cual se debe a la gravedad. (Suarez, 1998).
- **Estabilidad.** – Indica la suficiencia de los componentes de la organización para mantener el acto sin cambiar de dirección. El aspecto del sistema, la base y la designación de los pesos determinarán la estabilidad. (Torres, 2014).
- **Factor de seguridad.** – Se utiliza para determinar el coeficiente de factor de riesgo de un talud que presenta fallas en comparación con las peores condiciones de comportamiento, y se ha diseñado para estabilizar el talud. (Suarez, 1998).
- **Geosintéticos.** – Es un grupo de materiales creados mediante la transformación industrial de polímeros, un tipo de sustancia química conocida genéricamente como plásticos. Los polímeros se transforman en láminas, fibras, perfiles, películas, tejidos, mallas, etc. (Rodríguez, 2015).
- **Granulometría.** – En situaciones como los terremotos, esta medida permite identificar rectamente las aceleraciones que resistan el área del suelo. (Norma E.030).

- **Hidrología y clima.** – Estos elementos identifican el tratamiento de meteorización química, cambios físicos en las rocas y minerales que suceden sobre el área, el clima y la temperatura son cruciales para la estabilización de taludes. (Suarez, 1998).
- **Inestabilidad de taludes.** – Se define como el movimiento de volumen de las rocas o la tierra debido a la pendiente como resultado natural de la gravedad. Esta inestabilidad se produce porque las fuerzas de gravedad, erosión y precipitación superan el esfuerzo del suelo que compone los taludes. (Suarez, 1998).
- **Nivel freático.** – La superficie que se encuentra en lugares donde la presión del agua y la presión atmosférica son iguales se conoce como tabla de agua, capa freática, manto freático, napa freática y napa freática. (RNE,2018)
- **Reptación.** – Son los deslizamientos del suelo subsuperficial desde muy pausados a extremadamente pausados sin un área clara de falla se conocen como reptación. El movimiento puede tener una profundidad de centímetros que puede llegar a varios metros. El deslizamiento de lado afecta generalmente grandes extensiones de tierra y es de unos pocos centímetros al año. (Suarez, 1998).
- **Talud.** – El talud es una formación antrópica o natural que se encuentra en una superficie o plano inclinado. Suelen ser estructuras hechas del mismo material que el suelo, como roca, concreto armado u otro material que pueda resistir la presión del suelo. (Suarez, 2017).
- **Terramanto (TRM).** – Es un geosintético hecho de filamento naturales o sintéticos el cual controla la erosión. El cual sirven para evaluar si aseguran firmemente el terreno desde que lo dan el uso, controlan la erosión del suelo y evitan que el material sea arrastrado, todo esto dependerá del lugar de estudio. (Rodríguez, 2015).
- **Topografía.** – Es la característica de una superficie que permite una descripción y análisis detallados de la superficie de tierra. (Mendoza Dueñas, 2009).

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

El sistema de geosintético TRM, propiciara la estabilización del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa-Huánuco.

2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Serán necesarias las propiedades mecánicas y físicas del suelo para hallar la estabilidad del talud para poder plantear el sistema de geosintético TRM.
- Los agentes externos como la topografía, la hidrología, geología y el sismo serán aspectos fundamentales para poder ver el comportamiento del sistema de geosintéticos TRM planteado, se encuentra ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco.
- El factor de seguridad está dado en situación de épocas de estiaje y situación de épocas de máxima venida, garantizando así la estabilidad de un sistema de geosintético TRM en estas épocas el talud se encuentra ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco.

2.5 VARIABLES

2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Estabilización del talud.

2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Sistema de geosintético TRM.

2.6 OPERACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operación de variable

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO
Dependiente: Estabilización del talud	Análisis Estático	Coefficiente de seguridad	•Software Geo5.
	Geología	Estratigrafía	• Ficha de informe del ensayo sobre la clasificación de los suelos. • La Cartografía Geológica Nacional
	Hidrología	Precipitaciones	• Ficha de Reporte Pluviométrico (SENAMHI) • Ficha de Ensayo Análisis Granulométrico
		Análisis Granulométrico	• Ficha de Ensayo de Corte Directo
	Propiedades del Subsuelo	Cohesión	
		El ángulo de fricción	
		Índice de plasticidad, límite líquido y límite plástico	• Ficha de LL, LP y IP
Topografía	Contenido de humedad	• Ficha de Ensayo de Contenido de humedad. • Ficha de Ensayo de Peso específico del suelo. • Equipos y herramientas Topográficas	
	Peso específico del suelo	• Data de Puntos Topográficos de la superficie.	
	Forma geométrica del talud	• La zonación sísmica según la Norma E-030	
Actividad sísmica	Aceleración sísmica		
Independiente: Diseño del sistema con geosintéticos	Diseño del sistema	Forma geométrica del talud	•Software AutoCAD Civil 3D

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 ENFOQUE

De la presente investigación será diseñada bajo el marco metodológico de enfoque cuantitativo, como este método es el más adecuado para las necesidades y características de nuestra investigación.

El enfoque cuantitativo recopila y analiza información para probar hipótesis y responder preguntas de investigación, utiliza la evaluación, la estadística y el conteo con frecuencia para identificar patrones de comportamiento en una población, de lo cual mide la realidad a investigar determina y comprende, la recopilación de datos se realiza mediante guías de observación y encuestas. El estudio tiene como objetivo hacer un análisis del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco, mediante la obtención de valores utilizando medidas numéricas. (Hernández y Baptista, 2014).

3.1.2 ALCANCE O NIVEL

Esta investigación tiene un alcance explicativo ya que se interés está centrada en explicar las causas de un fenómeno o problema en las cuales se explica el comportamiento de un talud inestable ante agentes externos el cual genera la inestabilidad, la cual nos permite analizar y juntar las variables para poder anunciar escenarios más inestables del talud en cual se encuentra ubicado en el Cerro Toyocoto Km 0+550 Tomaykichwa - Huánuco. (Hernández y Baptista, 2014)

3.1.3 DISEÑO

El proyecto es No experimental porque se fundamenta en la recolección de información sin alterar intencionalmente las variables y para analizarlos solo se observa los fenómenos y problemas en su estado natural.

El fenómeno analizado es de carácter transversal, por lo que la recopilación de datos se llevó a cabo en un momento determinado, también en un momento determinado, que se llevará a cabo en el talud ubicado en el Cerro Toyocoto Km 0+550 Tomaykichwa – Huánuco seguidamente se procederá a conocer y definir el factor de seguridad. (Hernández y Baptista, 2014).

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Es la superficie del suelo del talud constituye la población del estudio ubicado en el Cerro Toyocoto Km 0+550 Tomaykichwa - Huánuco.

3.2.2. MUESTRA

Nuestra investigación se enfoca en un muestreo no probabilístico, por lo que, según el criterio del investigador, no se tienen referencias precisas de la población de la que se recopilaron las metas del estudio. (Borja, 2012)

La recolección de la toma de muestra se efectuará mediante el estudio del suelo en 4 puntos del talud debido por las características y accesibilidad al fenómeno. La zona de estudio se encuentra en el Cerro Toyocoto Km 0+550 Tomaykichwa - Huánuco.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 TÉCNICA

TÉCNICA DE OBSERVACIÓN

- Se usará la técnica de observación, cuyo principal objetivo es observar de cerca el objeto de estudio, verificando que la zona de estudio contemple con las características necesarias, para recopilar y registrar la mayor cantidad de información posible para aplicar el análisis. Usaremos pruebas estandarizadas para recolectar datos del suelo del área de estudio para llevar al laboratorio de suelos, para comprender sus características físicas y mecánicas. El levantamiento topográfico se utilizará para determinar las características físicas y geográficas del área de estudio, así como la superficie del área de investigación.

3.3.2 INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE VALORES

- Ficha de Ensayo Análisis Granulométrico.
- Ficha de Ensayo Contenido de Humedad.
- Ficha de Ensayo Peso Específico del Suelo.
- Ficha de Ensayo LL Y LP.
- Ficha de estratigrafía geológica.
- Ficha de Ensayo de Corte Directo.
- Zonificación sísmica.
- Estratigrafía de la superficie.

Se tomarán cuatro muestras de suelo para caracterizar el suelo y luego se procesará en el laboratorio.

Usaremos el software GEO5 para identificar el factor de seguridad del talud en cuestión, con y sin el geosintético TRM.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Usaremos el software Excel para organizar y procesar la información, aprovecharemos además sus diferentes aplicaciones, tales como tablas de frecuencias, gráficos de barras, etc.

Para identificar la validez y credibilidad de los datos, utilizaremos el programa SPSS v. 25 Edition.

3.4.1 ANÁLISIS DE DATOS

- Se analizará los resultados del estudio topográfico, para poder conocer la orografía del terreno.
- Se analizará los resultados de los estudios de suelo, para la toma de decisiones.
- Se utilizará el software GEO5, para modelar con la información recopilada y determinar el factor de seguridad, viendo así en que aspecto de estabilidad se encuentra el talud.



3.4.2 VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Los equipos topográficos, los equipos de laboratorio de suelos y el software GEO5 se verificarán mediante el juicio de expertos.



Ficha N°01. Análisis de la granulometría del suelo mediante tamizado

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO				
		FICHA DE RECOLECCION DE DATOS				
		TESIS: "ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUD REFORZADO CON GEOSINTETICOS UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO -KM 0+550 TOMAYKICHWA – HUÁNUCO – 2023"				
N° DE FICHA	TESISTA:	BACH. MATEO VERASTEGUI STRASKY ESTIBEN				
	UBICACIÓN:	DISTRITO DE TOMAYKICHWA-AMBO-HUANUCO	FECHA:			
ANALISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO POR TAMIZADO					NTP 339.128	
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g.)	RETENIDO		% QUE PASA	CALICATA
			PARCIAL	ACUMULADO		
3"						CLASIFICACION
2"						SUCS:
1 1/2"						
1"						
3/4"						AASHTO:
1/2"						
3/8"						
1/4"						
N° 4						
N° 10						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
N° 20						
N° 40						
N° 60						
N° 140						
N° 200						
FONDO						
TOTAL						

Ficha N°02. Contenido de Humedad

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO				
		FICHA DE RECOLECCION DE DATOS				
		TESIS: "ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUD REFORZADO CON GEOSINTETICOS UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO -KM 0+550 TOMAYKICHWA – HUÁNUCO – 2023"				
N° DE FICHA	TESISTA:	BACH. MATEO VERASTEGUI STRASKY ESTIBEN				
	UBICACIÓN:	DISTRITO DE TOMAYKICHWA-AMBO-HUANUCO	FECHA:			
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO					NTP 339.127	
CALICATA	CALICATA C-01	CALICATA C-02	CALICATA C-03			
PROFUNDIDAD	1.0 m	1.0 m	1.0 m			
N° DE TARRO						
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO						
PESO DE TARRO + SUELO SECO						
PESO DEL AGUA						
PESO DEL TARRO						
PESO DEL SUELO SECO						
CONTENIDO DE HUMEDAD %						
TOTAL DE CONTENIDO DE HUMEDAD %		%	%	%		



Ficha N°03. Peso Especifico

	UNIVERSIDAD DE HUANUCO				
	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS				
	TESIS: "ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUD REFORZADO CON GEOSINTETICOS UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO -KM 0+550 TOMAYKICHWA – HUÁNUCO – 2023"				
N° DE FICHA	TESISTA: BACH. MATEO VERASTEGUI STRASKY ESTIBEN				
	UBICACIÓN: DISTRITO DE TOMAYKICHWA-AMBO-HUANUCO			FECHA:	
PESO ESPECIFICO DEL SUELO					NTP 339.131
CALICATA	UND	CALICATA C-01	CALICATA C-02	CALICATA C-03	
PROFUNDIDAD		1.0 m	1.0 m	1.0 m	
PESO DEL RECIPIENTE + PESO DEL SUELO NATURAL	g				
PESO DEL RECIPIENTE + P. SUELO SECO	g				
PESO RECIPIENTE	g				
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	g				
PESO ESPECIFICO DEL SUELO NATURAL (GR/CM3)	g				
PESO ESPECIFICO DEL SUELO SECO (GR/CM3)	g				
TOTAL DE CONTENIDO DE HUMEDAD %	%	%	%	%	



Ficha N°04. Limite Plástico

	UNIVERSIDAD DE HUANUCO				
	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS				
	TESIS: "ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUD REFORZADO CON GEOSINTETICOS UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO -KM 0+550 TOMAYKICHWA – HUÁNUCO – 2023"				
N° DE FICHA	TESISTA:	BACH. MATEO VERASTEGUI STRASKY ESTIBEN			
	UBICACIÓN:	DISTRITO DE TOMAYKICHWA-AMBO-HUANUCO			FECHA:
LIMITE PLASTICO					NTP 339.129
PROFUNDIDAD	1.0 m				
DESCRIPCION	UND	C-01	C-02	C-03	OCURRENCIAS
SUELO HUMEDO + BANDEJA	g				
SUELO SECO + BANDEJA	g				
PESO DE BANDEJA	g				
PESO DEL SUELO HUMEDO	g				
PESO DEL SUELO SECO	g				
CONTENIDO DE HUMEDAD %					

Ficha N°05. Limite Liquido

	UNIVERSIDAD DE HUANUCO					
	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS					
	TESIS: "ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUD REFORZADO CON GEOSINTETICOS UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO -KM 0+550 TOMAYKICHWA – HUÁNUCO – 2023"					
N° DE FICHA	TESISTA: BACH. MATEO VERASTEGUI STRASKY ESTIBEN					
	UBICACIÓN	DISTRITO DE TOMAYKICHWA-AMBO-HUANUCO			FECHA:	
LIMITE LIQUIDO					NTP 339.129	
PROFUNDIDAD	1.0 m					
DESCRIPCION	UND	C-01	C-02	C-03	LIMITE DE CONSISTENCIA	
N° DE TARRO	g				Limite liquido	LL=
N° DE GOLPES	g				Limite plastico	LP=
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	g				Indice de plasticidad	IP=
PESO DE TARRO + SUELO SECO	g				Contenido de humedad	%W=
PESO DEL AGUA	g					
PESO DEL TARRO	g					
PESO DEL SUELO SECO	g					
CONTENIDO DE HUMEDAD %						
LIMITE LIQUIDO						

Ficha N°06. Corte Directo

	UNIVERSIDAD DE HUANUCO					
	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS					
	TESIS: "ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUD REFORZADO CON GEOSINTETICOS UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO -KM 0+550 TOMAYKICHWA – HUÁNUCO – 2023"					
N° DE FICHA	TESISTA: BACH. MATEO VERASTEGUI STRASKY ESTIBEN					
	UBICACIÓN:	DISTRITO DE TOMAYKICHWA-AMBO-HUANUCO			FECHA:	
CORTE DIRECTO					NTP 339.171	
CALICATA	UND	CALICATA C-01	CALICATA C-02	CALICATA C-03		
PROFUNDIDAD		1.0 m	1.0 m	1.0 m		
Esfuerzo Normal	Kg/cm2					
Altura	cm					
Diámetro	cm					
Area de la muestra	cm2					
Volumen de la muestra	cm3					
Peso del tallador + Mh	g					
Peso del tallador	g					
Peso de la Mh	g					
Densidad Humeda	g/cm3					
N° Tara	g					
Peso del Tara + Mh	g					
Peso del Tara + Ms	g					
Peso del Tara	g					
Humedad	%					
Densidad Seca	g/cm3					
Cohesión	Kg/cm2					
Angulo de fricción interna	Ø					

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Se ejecuto trabajos en el área de investigación de la cual se realizará el estudio del suelo cual el cual nos dará a conocer los atributos mecánicos y físicos del suelo.

Obteniendo las propiedades física y mecánicas del talud se realizó 4 calicatas en puntos estratégicos del área de investigación con una profundidad de 3.00 m para obtener los resultados del estudio.

Tabla 2

Nivel de profundidad de investigación

Calicata	Profundidad de excavación
C-01	3.00 m
C-02	3.00 m
C-03	3.00 m
C-04	3.00 m

Nota: Calicatas

- La extracción del suelo de las (02) calicatas, las cuales son la C1 y C2, en las cuales se realizaron la excavación a 3.00 m de profundidad al terreno como se encontraba. las cuales se ubican en la base del talud.
- La extracción del suelo de las (02) calicatas, las cuales son la C3 y C4, en las cuales se realizaron la excavación a 3.00 m de profundidad al terreno como se encontraba. Las cuales se encuentra en la parte superior del talud.
- Durante la exploración de las (04) calicatas se observó los estratos de las calicatas en las cuales se observó el tipo de suelo que presenta el talud, según los hallazgos del ensayo.

ENSAYOS DE LABORATORIO

Realizado los trabajos de campo se llevó los ensayos al laboratorio en el cual nos ayudara para poder identificar las características mecánicas y físicas de cada calicata realizada. La cual también nos permitió conocer las propiedades geotecnicas de los suelos. Que nos permite mantener las características de los modelos de análisis actualizadas.

Los siguientes ensayos de laboratorio se llevaron a cabo.

- Cuatro (04) ensayos de granulometría y clasificación SUCS.
- Cuatro (04) ensayos de contenido de humedad.
- Cuatro (04) ensayos de LL, LP e IP.
- Cuatro (04) ensayos de Peso Específico.
- Cuatro (04) ensayos de Corte Directo.

Tabla 3

Resultados obtenidos de los ensayos realizados

	DESCRIPCION	CALICATA N°- 01	CALICATA N°- 02	CALICATA N°- 03	CALICAT A N°- 04
Muestra	Profundidad (m)	3.00	3.00	3.00	3.00
	% Grava	28.1	49.2	58.2	33.1
	% Arena	25.9	23.7	19.7	34.1
	% Fino	45.9	27.2	22.2	32.9
	% que pasa N° 4	71.86	50.85	41.82	66.92
	% que pasa N° 200	45.94	27.18	22.16	32.85
	Clasificación SUCS	GC	GC	GC	SM-SC
	Descripción del suelo	Grava arcillosa, mezcla grava-arena- arcilla.			Arena limo arcillosa.
	Contenido de Humedad	30.0%	24.4%	24.5%	9.5%
	Limite Liquido (%)	29.8%	26.9%	29.1%	25.0%
	Limite Plástico	20.6%	19.6%	20.0%	18.8%
	Índice de Plasticidad	9.3	7.3	9.0	6.3
	Peso específico (gr/cm3)	2.583	2.584	2.510	2.550
	Cohesión (KPa)	8.648	12.508	10.229	13.164
Angulo de Fricción	38.303	36.039	37.255	33.962	

Nota: Los datos obtenidos reportados son en relación de las muestras a las condiciones que se obtuvo de la labor de campo.

Los hallazgos de los ensayos estándares que se obtuvieron de la granulométrica, índice de plasticidad, límite líquido, límite plástico y contenido de humedad, de estos ensayos se muestra, la Calicata 1 presenta un mayor porcentaje de Finos de 45.9%, la Calicata 3 presenta una menor cantidad de porcentajes de Finos 22.2%. La Calicata 3 presenta un mayor porcentaje de grava 58.2% mientras que en la Calicata 1 se presenta un menor porcentaje de grava de 28.1%.

Los resultados de la extracción de muestras de la Calicata 1, 2 y 3, estas presentan de acuerdo con el Sistema de Clasificación de Suelos Unificado (SUCS), presentan una clasificación de GC se clasifica como grava arcillosa, una combinación de grava, arena y arcilla. Por lo que en la Calicata 4 en función de la clasificación SUCS se obtuvo los resultados de clasificación como SM-SC (arena limo arcillosa).

De los resultados obtenidos de las muestras en cuanto al contenido de humedad se obtuvo una variación de 30.0% a 9.5%, en la cual el mayor porcentaje se obtuvo en la Calicata 1 y la menor en la Calicata 4. Para el porcentaje de límite líquido varía entre 29.8% y 25.0%, en cuanto al límite plástico varía de 20.6% en la Calicata 1 y 18.8% en la Calicata 4 y el índice de plasticidad varía de 9.3% en la Calicata 1 y 6.3% en la Calicata 4.

Como se puede ver en la Tabla 3, los ensayos especiales nos indican el peso específico, la densidad, la cohesión y el ángulo de fricción de las calicatas tomadas en campo, de lo cual se observa que en la Calicata 1 se presenta un mayor ángulo de fricción y en la Calicata 4 se obtuvo una mayor cohesión. El ángulo de fricción varía entre 38.303° de la calicata 1 y 33.962° de la calicata 4. El peso específico varía entre 2.584 gr/cm³ de la Calicata 2 y 2.510 gr/cm³ de la Calicata 3.

4.1.2. HIDROLOGÍA

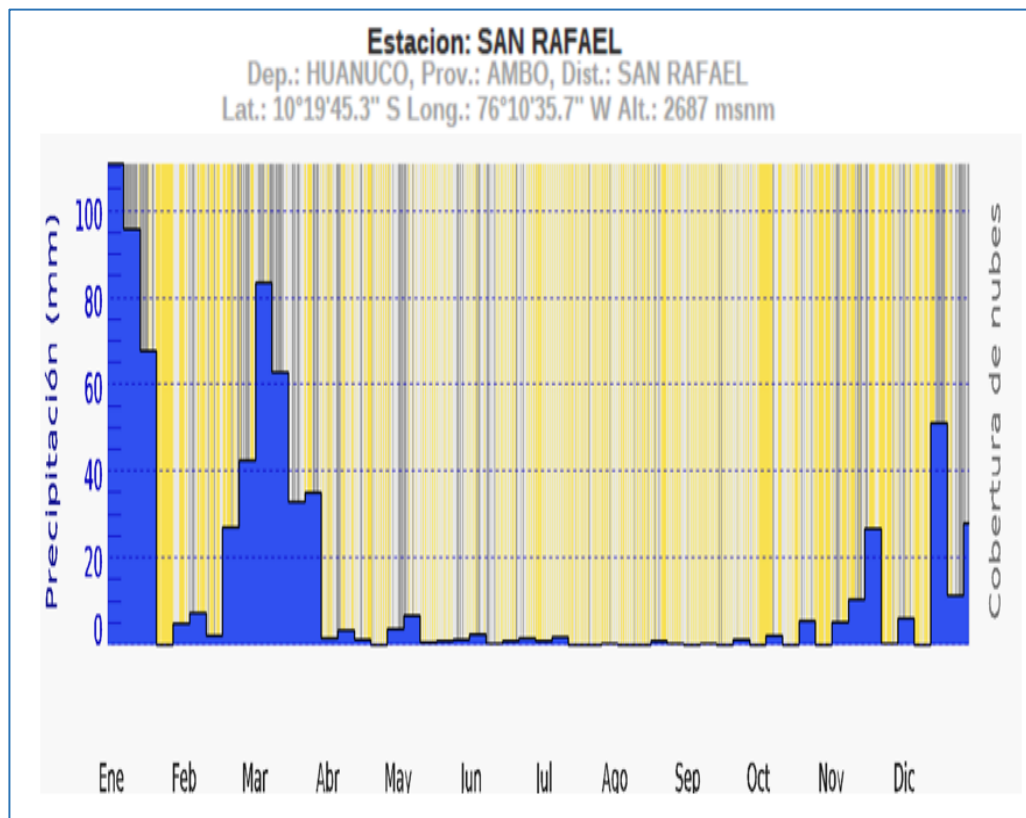
PRECIPITACIÓN

El estudio hidrológico tiene por finalidad identificar las precipitaciones máximas y mínimas, las cuales nos ayudaran de gran manera para poder conocer la hidrología del talud, lo que nos permitirá poder plantear las diferentes hipótesis de la investigación actual.

Para el análisis hidrológico se tomó en cuenta la estación meteorológica más cercana a la ubicación de la investigación, la estación se encuentra en San Rafael brindado por el SENAMHI, utilizándose para conocer los datos de las precipitaciones mensuales, temperatura y humedad del año 2023.

Figura 11

Datos de precipitación pluvial acumulada del año 2023



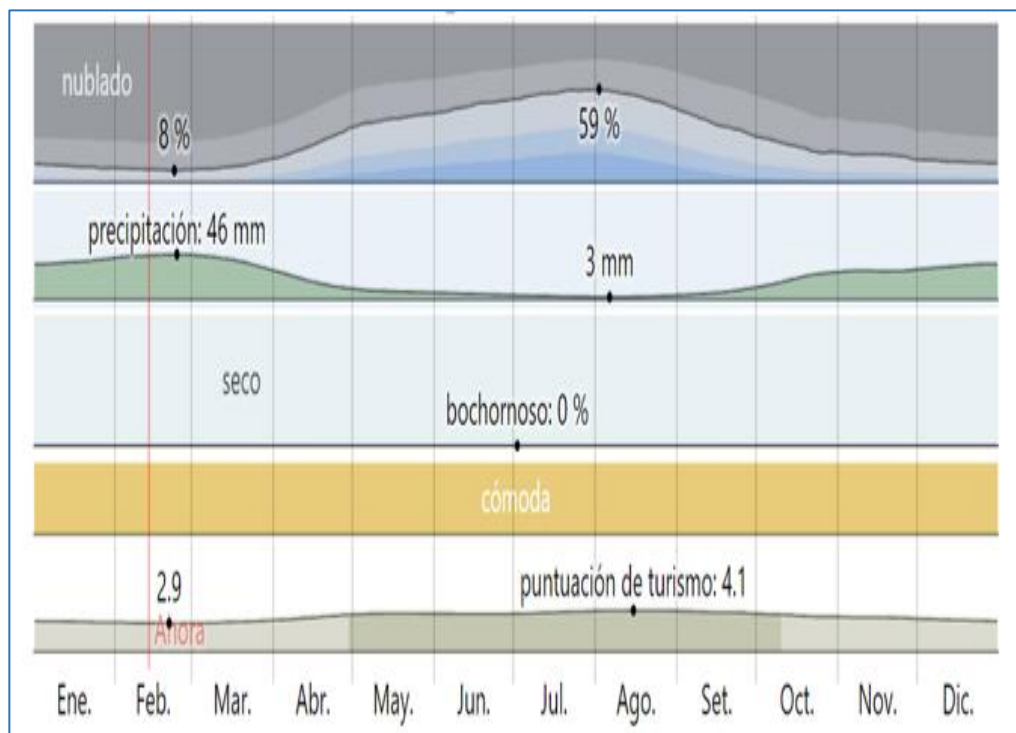
Nota: SENAMHI, 2023

Según los datos obtenidos se observa las barras azules nos indican que son las precipitaciones acumuladas durante el año 2023 se observa que llegó a más de 100 mm, indicando que se tiene una precipitación más alta en invierno que en verano. Las épocas más secas se presentan del mes de abril a mes Octubre, mientras que los meses de noviembre a marzo son los que tienen la mayor cantidad de precipitaciones.

VARIABLES CLIMATOLÓGICAS

Figura 12

Clima según la estación



Nota: WeatherSpark. 2023

Teniendo la estación meteorológica más cercana de SENAMHI que está ubicada en San Rafael, en el cual indica que los veranos son regular, calurosos, poco despejado y ventoso. La temperatura cambia a lo largo del año entre 13 °C a 20 °C y rara vez disminuye a 5 °C, normalmente se encuentra con un clima estable.

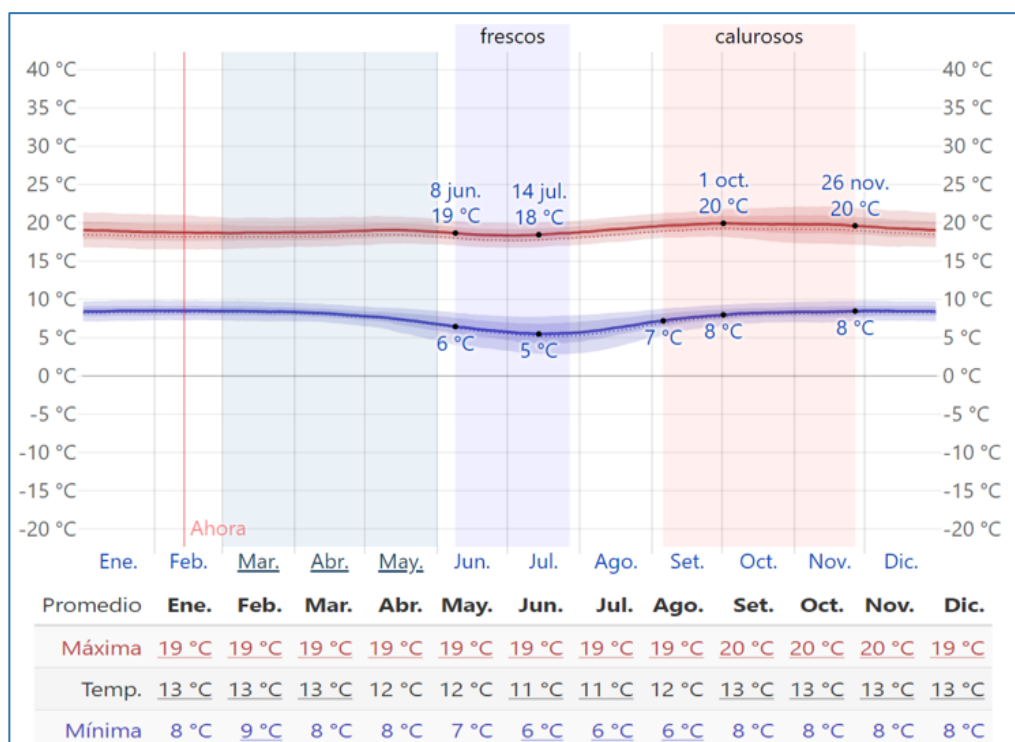
TEMPERATURA PROMEDIO

Las bandas de temperatura promedio diarias con la temperatura máxima (línea roja) y mínima (línea azul) las cuales indican el clima en °C. Las temperaturas promedio percibidas corresponden a las líneas delgadas punteadas.

Los meses donde se presenta mayor temperatura son de setiembre a noviembre llegando a tener 20 °C. Los meses de junio y julio tienen las temperaturas más bajas llegando a 5 °C c como se muestra en la (figura 13).

Figura 13

Clima según la estación



Nota: WeatherSpark. 2023

La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas las cuales indican el clima en °C. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

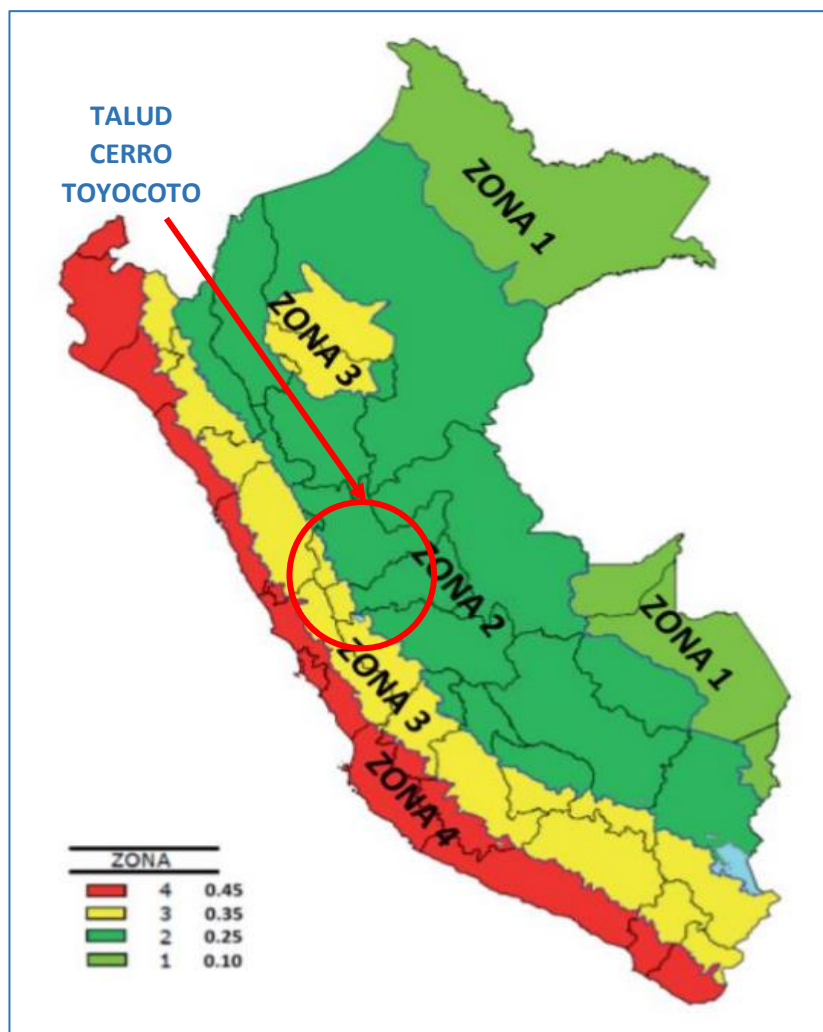
4.1.3. ASPECTO SÍSMICO

Según lo estipulado en la NTP Diseño Sismorresistente E-030, perteneciente al RNE, en el que se muestra la división sísmica del territorio nacional, por lo que el distrito de Tomaykichwa se encuentra ubicado en la zona 2 con el aumento de la gravedad (Z) - 0.25 g y una probabilidad del 10 % de aceleración horizontal máxima en suelo rígido en 50 años.

La norma CE.020 para la estabilización de los suelos y los taludes RNE, el ítem 7.1.1 establece un factor de seguridad mínimo de 1.5 para solicitudes estáticas y 1.25, para solicitudes sísmicas., este se debe respetar en el cual estaría cumpliendo con lo indicado en la presente norma del RNE.

Figura 14

Zonificación sísmica del territorio nacional



Nota: E 030

4.1.4. TOPOGRAFÍA

Se realiza como parte importante del presente estudio, en la cual se dará la intervención en el área de investigación que es el cerro Toyocoto en el km 0+550, con la finalidad de conocer la topografía en dicha zona la cual nos facilitara a conocer la orografía y las curvas de nivel mayores y menores.

UBICACIÓN

El lugar de estudio se encuentra en las coordenadas UTM, estos datos se basan en la Carta Nacional.

Región : Huánuco.

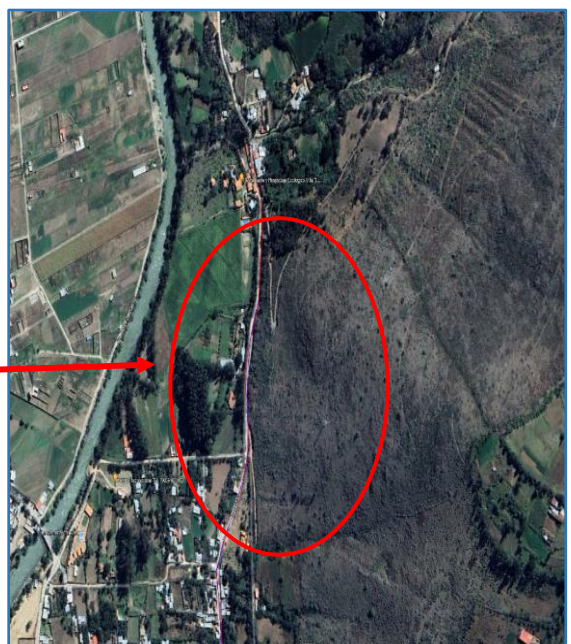
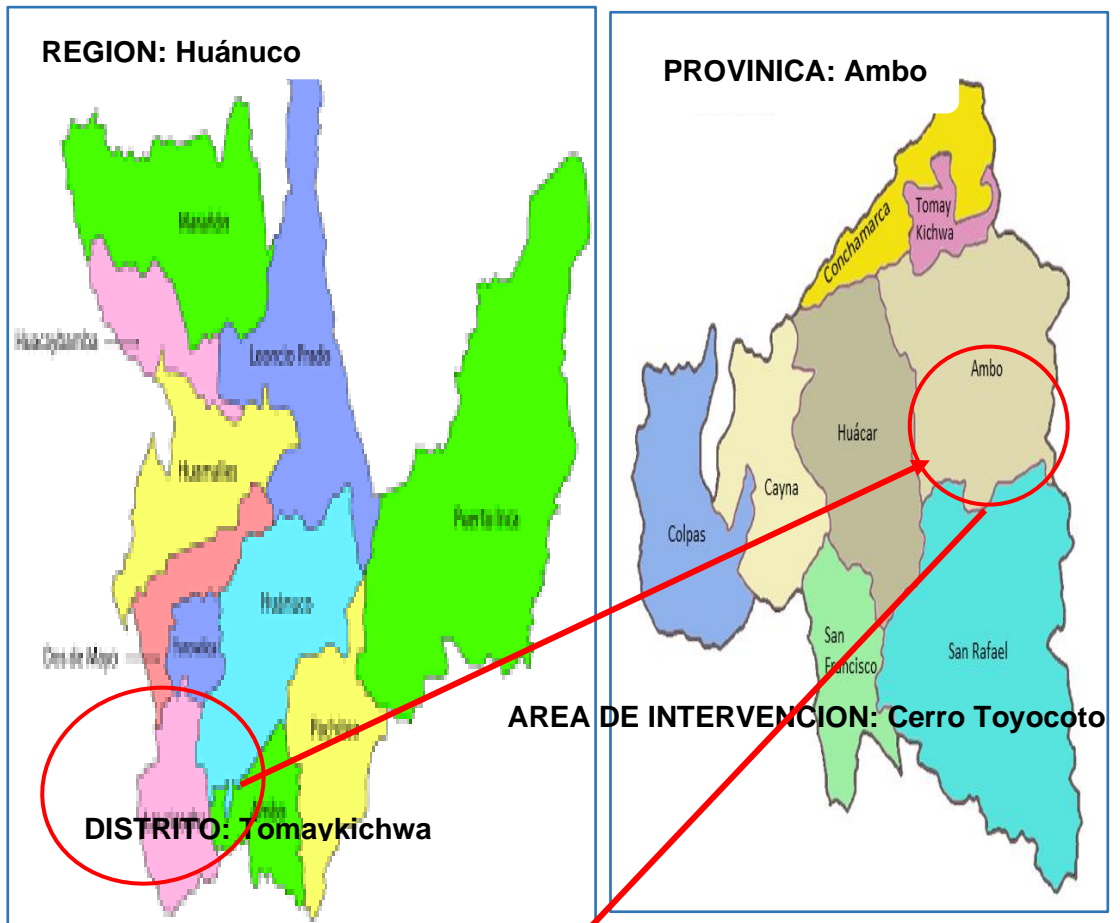
Provincia : Ambo.

Distrito : Tomaykichwa.

Lugar de intervención: Cerro Toyocoto

Figura 15

Micro localización



Nota: Ubicación del área de investigación.

ACCESO

El distrito de Tomaykichwa se encuentra geográficamente ubicado en las coordenadas Este 367088.55 m E y por el Norte 8885755.12 m S, en el Departamento de Huánuco, Provincia de Ambo.

Para el desarrollo de los trabajos relacionados con el presente estudio que se está realizando, es fundamental tener acceso a esta zona.

La ruta de acceso al lugar donde se está realizando la propuesta de esta presente investigación se encuentra a través de la carretera principal desde la ciudad de Huánuco con un tiempo de alrededor de 40 minutos y una distancia de 20 km hasta el lugar de estudio.

Tabla 4

Tiempos y distancias de Huánuco a Cerro Toyocoto

DE	A	CAMINO DE ACCESO	DISTANCIA	TIEMPO DE RECORRIDO	TIPO DE MEDIO DE COMUNICACIÓN
Huánuco	Tomaykichwa – Cerro Toyocoto	Carretera Central	20 km	40 min	Auto y/o camioneta

Nota: Tiempos y distancias.

COORDENADAS UTM

Tabla 5

Coordenadas Huánuco

HUÁNUCO						
Grados Decimales		Grados, Minutos y Segundos			UTM	
Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Zona	Este	Norte
-	-	-	-	-	-	-
9.928858°	76.239210°	9°55'43.89"S	76°14'21.16"O	18 L	364148.71 m E	8902199.81 m S

ALTURA: 1931.00 m. s. n. m.

Nota: Google Earth

Tabla 6

Coordenadas Tomaykichwa

TOMAYKICHWA						
Grados Decimales		Grados, Minutos y Segundos			UTM	
Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Zona	Este	Norte
-	-	10°	-	-	-	-
10.077658°	76.212949°	4'39.57"S	76°12'46.62"O	18 L	367088.55 m E	8885755.12 m S

ALTURA: 2028.00 m. s. n. m.

Nota: Google Earth

RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

El estudio actual abarca el cerro Toyocoto el cual se encuentra en el distrito de Tomaykichwa. La vía de acceso es pavimentada y trocha con un ancho de 3.00 a 4.00 m.

El área de investigación tiene una orografía variable entre ondulada y accidentada. Se reconoció el talud del cerro Toyocoto el cual está ubicado en la progresiva 0+550 km, de lo cual se observó los puntos más críticos, el talud inestable, riesgo de colapso y con presencia de deslizamientos.

Tabla 7

Localización del talud cerro Toyocoto

TALUD TOYOCOTO						
Grados Decimales		Grados, Minutos y Segundos			UTM	
Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Zona	Este	Norte
-	-	10°	76°12'41.45"O	18 L	367243.00	8886504.00
10.070892°	76.211514°	4'15.21"S			m E	m

ALTURA: 2028.00 m. s. n. m.

Nota: Google Earth

PROCEDIMIENTO

Los trabajos del levantamiento topográfico del talud Toyocoto el cual se intervendrá para la presente investigación en el cual se define la planimetría y altimetría del área de trabajo, se tomó en cuenta toda la área donde se produjo desprendimiento de material, lo que nos permitió identificar las áreas de deslizamientos, el levantamiento topográfico mostrará el relieve del terreno a través de curvas de nivel, lo que permitirá realizar el perfil longitudinal del talud y seguidamente las secciones transversales, permitiendo de esta manera poder evaluar la estabilidad del talud.

El trabajo de campo se consto de la inspección de la zona y accesibilidad del talud, de esta manera se pudo delimitar visualmente el área critica a delimitar para poder llevar a cabo un levantamiento topográfico detallado, tomando los puntos ya definidos mediante el cual nos permitirá conocer con mayor exactitud el terreno.

El método para conocer los datos del terreno se realizó mediante un vuelo con Dron mediante el método de radiación básica, también con el GPS para conocer la delimitación del área de investigación el cual se adjunta al software del dron para que este realice un trabajo preciso y con mayor exactitud. Los instrumentos usados fueron un Dron, GPS, wincha métrica de 5m y 50m.

Después de completar los trabajos de campo, se comenzó a trabajar en el gabinete.

Una vez terminado el trabajo de campo, la información topográfica se procesó en el gabinete utilizando AUTOCAD Civil 3D y AUTOCAD, plasmando en el plano topográfico, perfil longitudinal y sección transversal. Los cuales nos ayudaran a poder identificar como es la geometría del talud de Toyocoto, así conocer las alturas de las diferentes secciones que se elaboró en las cuales podremos identificar según los trabajos de campo donde se encuentra la sección más vulnerable.

OROGRAFÍA DEL TERRENO

El talud de Toyocoto se encuentra en una orografía ondulada y accidentada esta clasificación de realizo de acuerdo a la norma técnica DG-2018. De los trabajos de campo se observó una orografía que es variable con pendientes que van en el rango de 11% al 100% con estos datos se pudo obtener la clasificación del talud el cual nos permitió conocer los puntos críticos.

Tabla 8

Clasificación orográfica

Talud	Pendiente %	Orografía		
		Limites	Tipo	Descripción
Toyocoto	Variable	11% - 50%	3	Terreno ondulado
	Variable	51% - 100%	4	Terreno accidentado

Nota: Resultados topográficos.

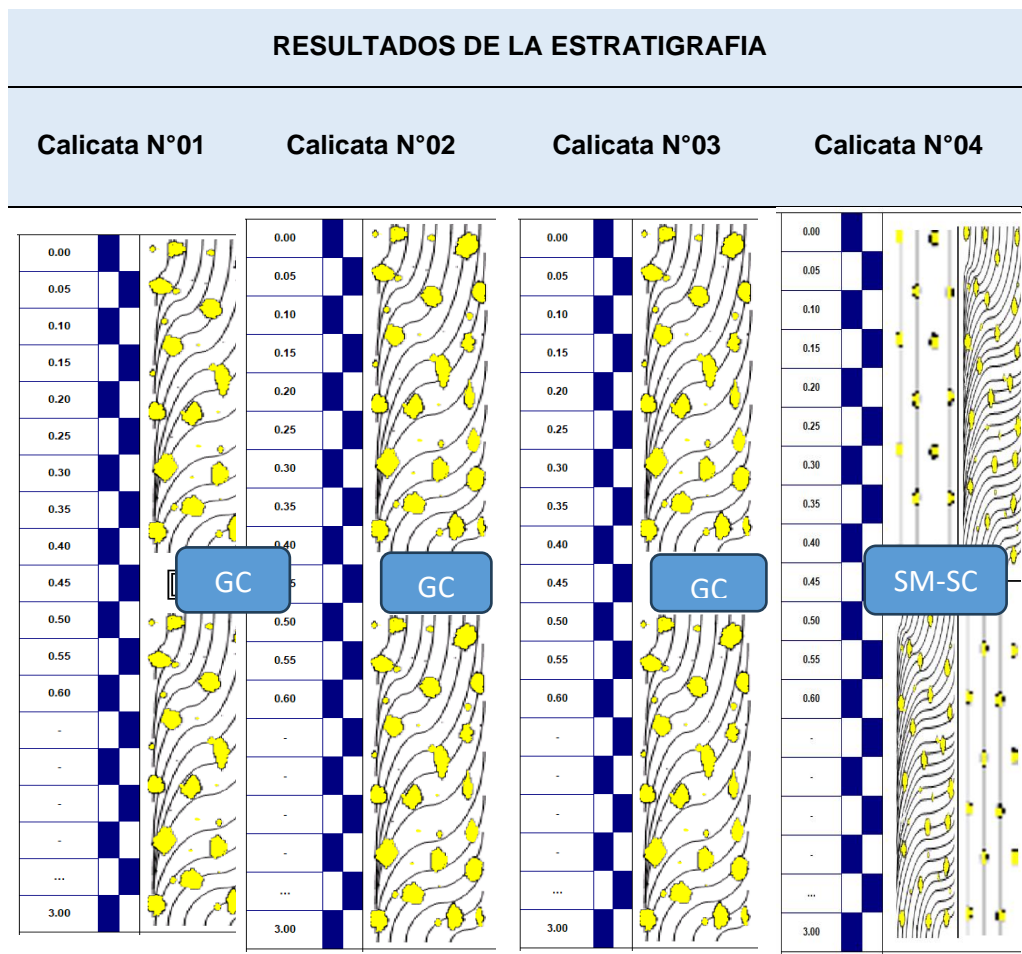
4.1.5. GEOLOGÍA

El área de desarrollo de la investigación se encuentra ubicado en el cerro Toyocoto. La topografía es ondulada y accidentada, lo que la distingue. A lo largo del trabajo en el terreno, en el recorrido que se realizó desde la carretera hasta el talud, y realizado los ensayos correspondientes del suelo se observó e identifico la estratigrafía del terreno del talud.

El resultado de la estratigrafía para cada calicata realizada a una profundidad de 3.00m se presenta a continuación.

Tabla 9

Perfil Estratigráfico



Nota: Resultados estratigráficos

El tabla 8 se observa los resultados de los 04 ensayos realizados en la zona de estudio se tuvo como resultados de las calicatas N°01, N°02 y N°03, evidencian una estratigrafía similar según la clasificación SUCS denominado GC, (Grava arcillosa, mezcla grava-arena-arcilla), mientras

que en la calicata N°4, según la clasificación SUCS esta denominado como SM-SC (Arena limo arcillosa).

Obtenidos estos resultados se identificó la zona más crítica a nivel de inestabilidad del talud por lo que se tendrá las consideraciones correspondientes.

4.1.6. GEOSINTÉTICO TRM

En esta etapa se define usar en Geosintético TRM 500 el cual está conformado por fibras en su composición, este geosintético será usado para los diferentes puntos críticos que se tiene en el talud. Este material se adapta a las diferentes condiciones del terreno, tiene una gran resistencia a las condiciones del ambiente en las cuales nosotros podamos plantearlo. El cual tiene las siguientes propiedades.

Tabla 10

Geosintético TRM 500

	Propiedades Mecánicas	Norma	Unidad	TRM 500
GEOSINTETICO TRM 500	Resistencia a la tensión.			
	Elongación longitudinal	ASTM D6818	%	40
	Elongación transversal	ASTM D6818	%	40
	Resistencia Sentido longitudinal	ASTM D6818	kN/m	3.3
	Resistencia Sentido transversal	ASTM D6818	kN/m	2.6

Nota: Características de geosintético.

Observamos en la tabla 10 se observa que el Geosintético TRM 500, cuenta con una resistencia en el sentido longitudinal de 3.3 KN/m, también cuenta con una elongación longitudinal de 40 % y una elongación transversal de 40% el cual se encuentran con los parámetros que indica la norma ASTM D6818.

4.1.7. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Procedimos a identificar las zonas más críticas de lo observado en campo y teniendo los resultados de los estudios hechos, de lo cual se identificó 4 puntos vulnerables en el cerro Toyocoto.

Para el proceso de análisis de estabilización del talud se usará el software GEO5 donde se usará el método Bishop, este método nos permite analizar la estabilización de un talud en diferentes formas cumpliendo con los parámetros de equilibrio estático.

En primer lugar, se llevó a cabo un análisis de estabilidad de los taludes en los puntos importantes identificados en distintos escenarios naturales como son la situación estática y sísmica. En la segunda etapa, el análisis de estabilidad se realizó utilizando el geosintético (TRM), sometidos a una situación natural en un estado estático y sísmico.

El análisis de estabilización nos ayudara a identificar los factores de seguridad los cuales según la NTP nos exige factores de seguridad de 1.50 y 1.25, condición estática y sísmica los cuales se encuentran en la E 0.50 Suelos y Cimentaciones y CE.020 Estabilización de Suelos y Taludes.

Es importante destacar que los resultados de cada talud crítico se analizaron utilizando el software Geo5, obteniendo los factores de seguridad en cada etapa analizada en cual nos permite conocer el estado en el cual se encuentra permitiéndonos realizar el diseño correspondiente.

Tabla 11

Secciones críticas

SECCION	PROGRESIVA
1	ST- 0+550
2	ST- 0+660
3	ST- 0+760
4	ST- 0+800

Nota: Progresivas críticas.

4.1.8. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD

Se procedió a realizar los análisis correspondientes de los 4 taludes más críticos según lo observado en campo y los estudios correspondientes, ubicados en el cerro Toyocoto, con los análisis correspondientes se podrá identificar los factores de seguridad en 2 etapas el cual es en una situación estática y dinámica, tanto un análisis sin el sistema de geosintético TRM y un análisis con el sistema de geosintético TRM, de lo cual se verificará como es el comportamiento del talud en estudio.

ANÁLISIS ESTÁTICO SIN EL SISTEMA DE GEOSINTÉTICO TRM

Para poder realizar el análisis estático es importante colocar los datos de los estudios que se realizó en referencia a cada talud crítico el cual se identificó (secciones vulnerables). El cual se regirá a lo indicado en la NTP CE.020 en el cual indica que para que un talud este considerado estable el factor de seguridad del análisis estático debe ser superior a 1.5.

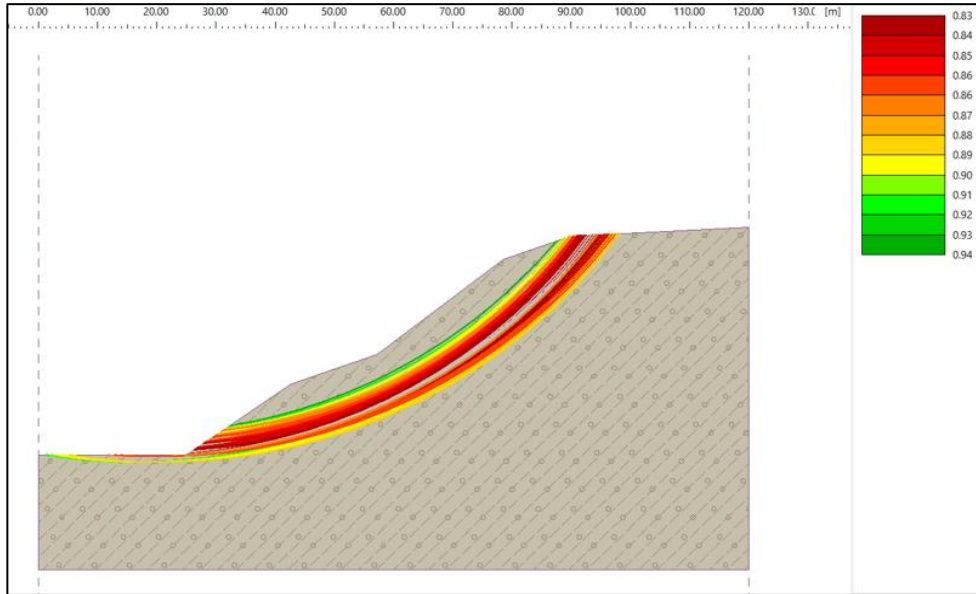
El análisis estático se realizará sin el sistema de geosintético TRM, con el cual nos dará la estabilidad natural del talud, esto se reflejará para los taludes más críticos identificados en los estudios realizados.

Se utilizará el software GEO5 y el método Bishop para realizar un análisis estático sin el sistema geosintético TRM sugerido, se muestra a continuación las figuras tablas donde podemos ver los hallazgos del factor de seguridad de los taludes importantes.

✓ A continuación, se mostrará los resultados del análisis estático con el método Bishop sin el sistema de geosintético TRM en la sección 0+550 el cual es una de la sección más crítica.

Figura 16

Análisis estático sin sistema de geosintético – Sección 0+550



Nota: Geo5 – Análisis Estático

Figura 17

Cuadro de resultado – Sección 0+550

Detailed results

Slope stability verification (Bishop)
 Sum of active forces : $F_a = 3518.08$ kN/m
 Sum of passive forces : $F_p = 2911.83$ kN/m
 Sliding moment : $M_a = 329292.00$ kNm/m
 Resisting moment : $M_p = 272547.64$ kNm/m
 Factor of safety = $0.83 < 1.50$
 Slope stability NOT ACCEPTABLE

Slip surface grid search (Bishop)

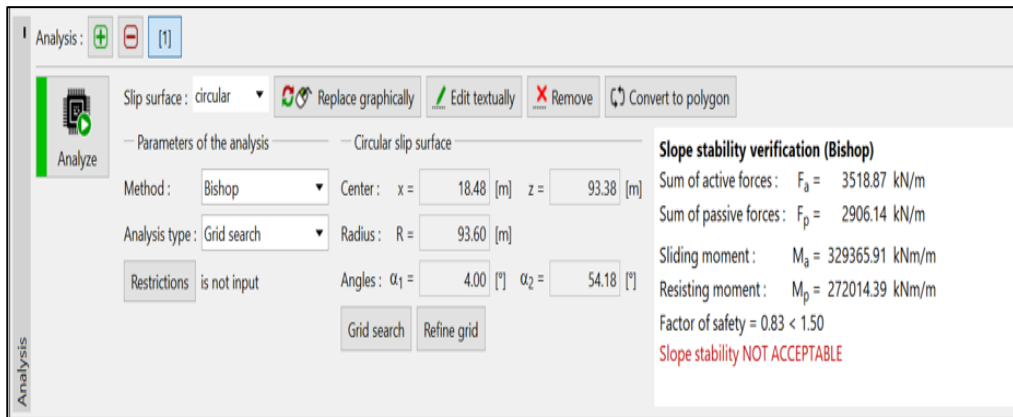
No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
1	16.48	91.38	91.60	0.84	NOT ACCEPTABLE
2	16.48	91.38	92.60	0.92	NOT ACCEPTABLE
3	16.48	92.38	91.60	0.85	NOT ACCEPTABLE
4	16.48	92.38	92.60	0.83	NOT ACCEPTABLE
5	16.48	92.38	93.60	0.92	NOT ACCEPTABLE
6	16.48	93.38	91.60	0.87	NOT ACCEPTABLE
7	16.48	93.38	92.60	0.85	NOT ACCEPTABLE
8	16.48	93.38	93.60	0.83	NOT ACCEPTABLE
9	16.48	93.38	94.60	0.92	NOT ACCEPTABLE
10	16.48	94.38	91.60	0.90	NOT ACCEPTABLE
11	16.48	94.38	92.60	0.87	NOT ACCEPTABLE
12	16.48	94.38	93.60	0.85	NOT ACCEPTABLE
13	16.48	94.38	94.60	0.83	NOT ACCEPTABLE
14	16.48	95.38	91.60	0.94	NOT ACCEPTABLE
15	16.48	95.38	92.60	0.90	NOT ACCEPTABLE
16	16.48	95.38	93.60	0.86	NOT ACCEPTABLE
17	16.48	95.38	94.60	0.84	NOT ACCEPTABLE
18	16.48	95.38	95.60	0.83	NOT ACCEPTABLE
19	17.48	91.38	91.60	0.83	NOT ACCEPTABLE
20	17.48	91.38	92.60	0.91	NOT ACCEPTABLE
21	17.48	92.38	91.60	0.84	NOT ACCEPTABLE
22	17.48	92.38	92.60	0.83	NOT ACCEPTABLE
23	17.48	92.38	93.60	0.91	NOT ACCEPTABLE
24	17.48	93.38	91.60	0.86	NOT ACCEPTABLE
25	17.48	93.38	92.60	0.84	NOT ACCEPTABLE
26	17.48	93.38	93.60	0.83	NOT ACCEPTABLE
27	17.48	93.38	94.60	0.91	NOT ACCEPTABLE
28	17.48	94.38	91.60	0.88	NOT ACCEPTABLE

Close

Nota: Geo5 – Cuadro de resultado del Análisis Estático

Figura 18

Resultado detallado – Sección 0+550

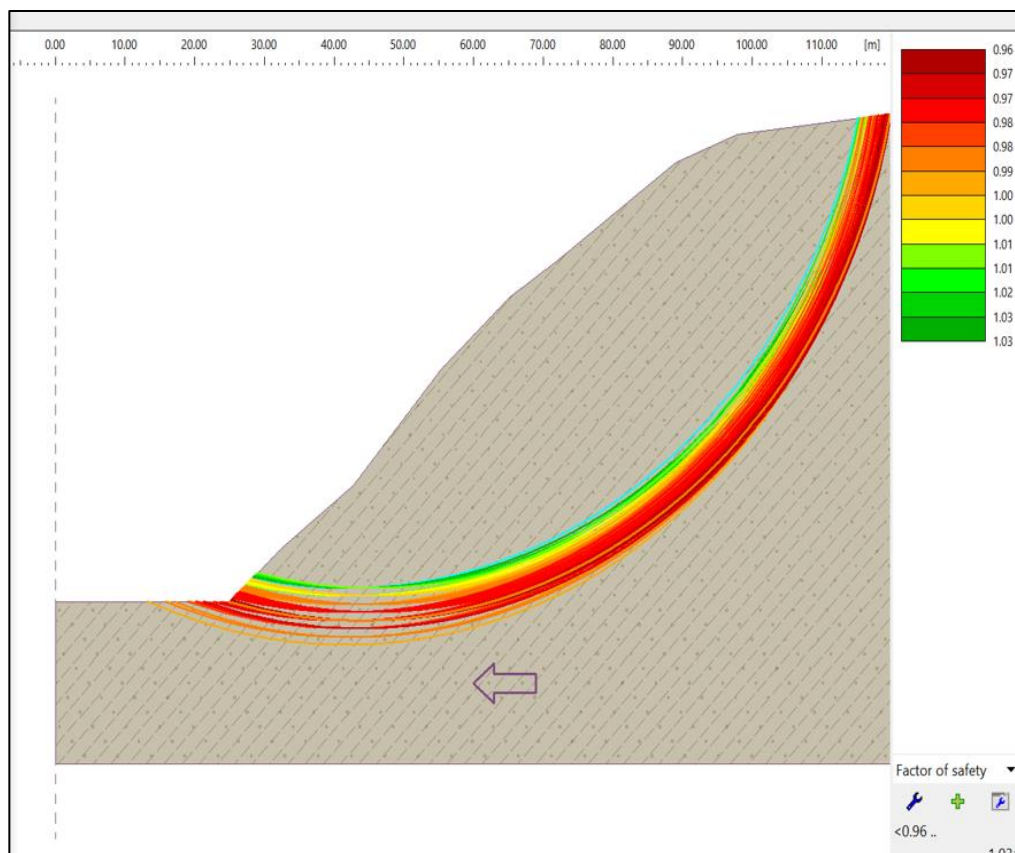


Nota: Geo5

✓ A continuación, se mostrará los resultados de un análisis estático con el método Bishop sin el sistema de geosintético TRM en la sección 0+660 el cual es una de la sección más crítica.

Figura 19

Análisis estático sin sistema de geosintético TRM– Sección 0+660



Nota: Geo5 – Análisis Estático

Figura 20

Cuadro de resultado – Sección 0+660

Slope stability verification (Bishop)
 Sum of active forces : $F_a = 1842.57$ kN/m
 Sum of passive forces : $F_p = 1770.36$ kN/m
 Sliding moment : $M_a = 143020.59$ kNm/m
 Resisting moment : $M_p = 137415.70$ kNm/m
 Factor of safety = $0.96 < 1.50$
Slope stability NOT ACCEPTABLE

Slip surface grid search (Bishop)

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
1	41.71	73.32	75.62	0.99	NOT ACCEPTABLE
2	41.71	73.32	76.62	0.99	NOT ACCEPTABLE
3	41.71	73.32	77.62	0.99	NOT ACCEPTABLE
4	41.71	73.32	78.62	0.99	NOT ACCEPTABLE
5	41.71	74.32	75.62	0.99	NOT ACCEPTABLE
6	41.71	74.32	76.62	0.98	NOT ACCEPTABLE
7	41.71	74.32	77.62	0.99	NOT ACCEPTABLE
8	41.71	74.32	78.62	0.99	NOT ACCEPTABLE
9	41.71	75.32	75.62	1.00	NOT ACCEPTABLE
10	41.71	75.32	76.62	0.98	NOT ACCEPTABLE
11	41.71	75.32	77.62	0.98	NOT ACCEPTABLE
12	41.71	75.32	78.62	0.99	NOT ACCEPTABLE
13	41.71	75.32	79.62	0.99	NOT ACCEPTABLE
14	41.71	76.32	75.62	1.02	NOT ACCEPTABLE
15	41.71	76.32	76.62	1.00	NOT ACCEPTABLE
16	41.71	76.32	77.62	0.98	NOT ACCEPTABLE
17	41.71	76.32	78.62	0.98	NOT ACCEPTABLE
18	41.71	76.32	79.62	0.98	NOT ACCEPTABLE
19	41.71	77.32	75.62	1.03	NOT ACCEPTABLE
20	41.71	77.32	76.62	1.01	NOT ACCEPTABLE
21	41.71	77.32	77.62	0.99	NOT ACCEPTABLE
22	41.71	77.32	78.62	0.98	NOT ACCEPTABLE
23	41.71	77.32	79.62	0.97	NOT ACCEPTABLE
24	42.71	73.32	75.62	0.98	NOT ACCEPTABLE
25	42.71	73.32	76.62	0.98	NOT ACCEPTABLE
26	42.71	73.32	77.62	0.98	NOT ACCEPTABLE
27	42.71	74.32	75.62	0.98	NOT ACCEPTABLE
28	42.71	74.32	76.62	0.97	NOT ACCEPTABLE
29	42.71	74.32	77.62	0.98	NOT ACCEPTABLE
30	42.71	75.32	75.62	1.00	NOT ACCEPTABLE

Nota: Geo5 – Cuadro de resultado del Análisis Estático

Figura 21

Resultado detallado – Sección 0+660

Slip surface : circular
 Parameters of the analysis :
 Method : Bishop
 Analysis type : Grid search
 Restrictions : is not input

Circular slip surface
 Center : x = 43.71 [m] z = 75.32 [m]
 Radius : R = 77.62 [m]
 Angles : $\alpha_1 = -13.98$ [°] $\alpha_2 = 78.60$ [°]

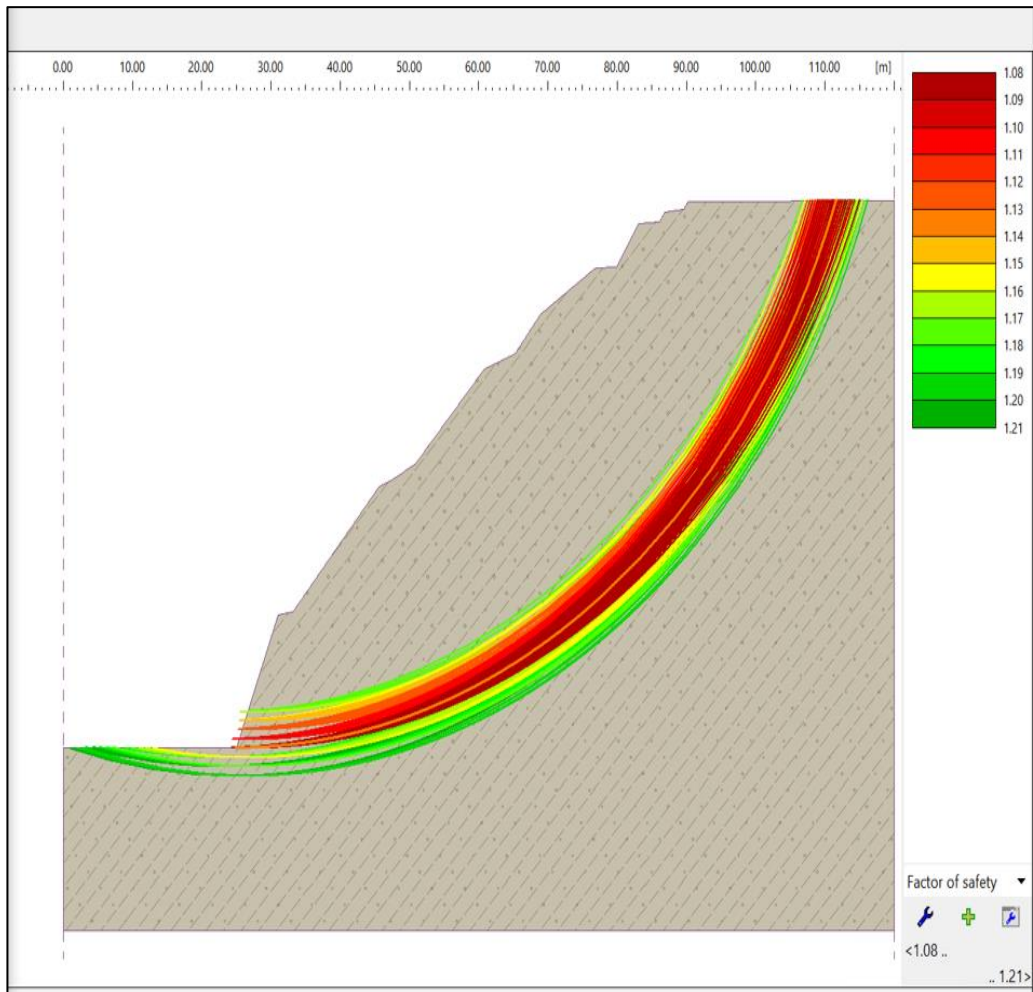
Slope stability verification (Bishop)
 Sum of active forces : $F_a = 1842.57$ kN/m
 Sum of passive forces : $F_p = 1770.36$ kN/m
 Sliding moment : $M_a = 143020.59$ kNm/m
 Resisting moment : $M_p = 137415.70$ kNm/m
 Factor of safety = $0.96 < 1.50$
Slope stability NOT ACCEPTABLE

Nota: Geo5

✓ A continuación, se mostrará los resultados de un análisis estático con el método Bishop sin el sistema de geosintético TRM en la sección 0+760 el cual es una de la sección más crítica.

Figura 22

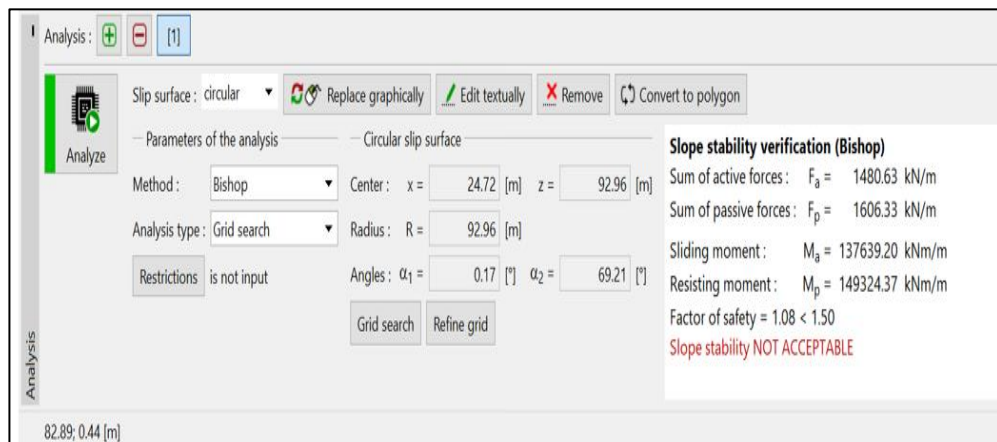
Análisis estático sin sistema de geosintético TRM – Sección 0+760



Nota: Geo5 – Análisis Estático

Figura 23

Resultado detallado – Sección 0+760



Nota: Geo5

Figura 24

Cuadro de resultado – Sección 0+760

Slope stability verification (Bishop)
 Sum of active forces : $F_a = 1480.63$ kN/m
 Sum of passive forces : $F_p = 1606.33$ kN/m
 Sliding moment : $M_a = 137639.20$ kNm/m
 Resisting moment : $M_p = 149324.37$ kNm/m
 Factor of safety = $1.08 < 1.50$
Slope stability NOT ACCEPTABLE

Slip surface grid search (Bishop)

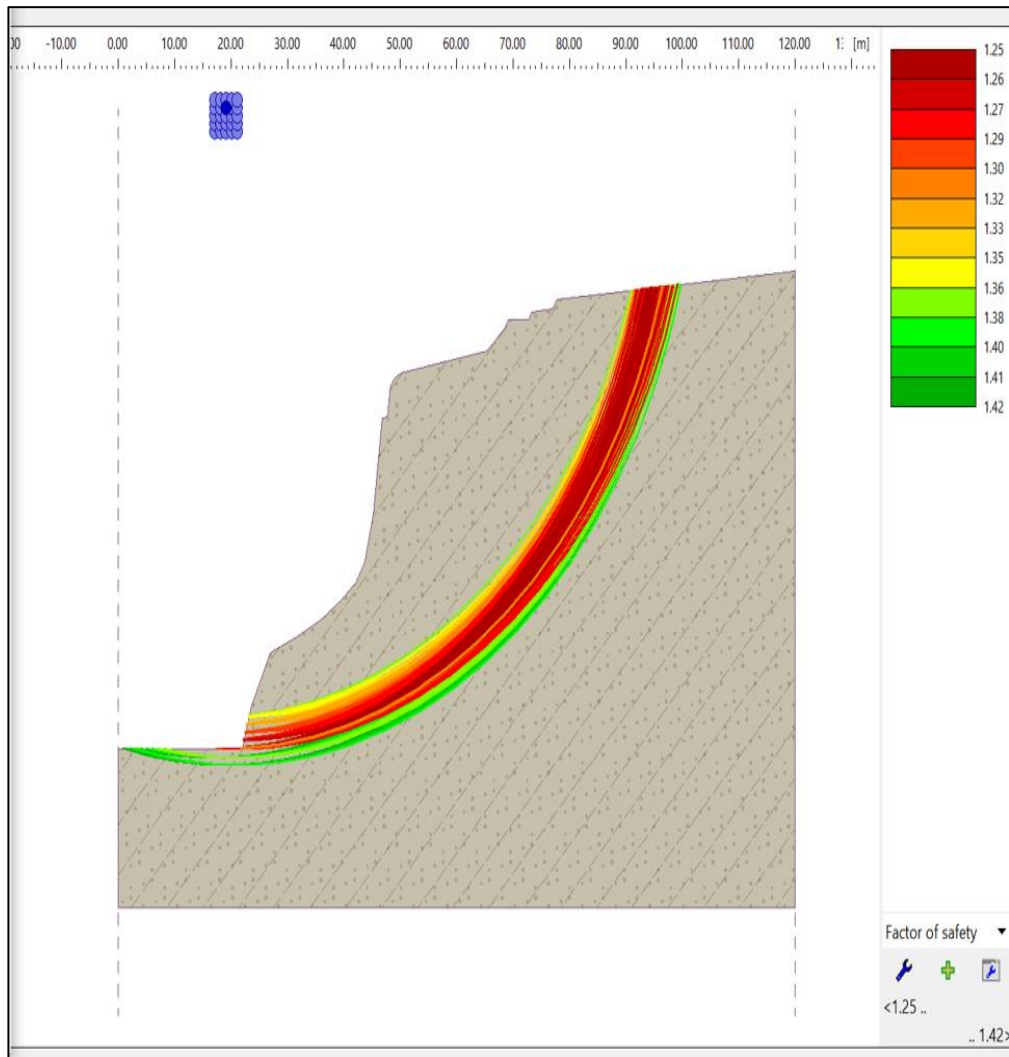
No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
1	22.72	90.96	90.96	1.09	NOT ACCEPTABLE
2	22.72	90.96	91.96	1.19	NOT ACCEPTABLE
3	22.72	90.96	92.96	1.21	NOT ACCEPTABLE
4	22.72	91.96	90.96	1.11	NOT ACCEPTABLE
5	22.72	91.96	91.96	1.09	NOT ACCEPTABLE
6	22.72	91.96	92.96	1.19	NOT ACCEPTABLE
7	22.72	91.96	93.96	1.21	NOT ACCEPTABLE
8	22.72	92.96	90.96	1.13	NOT ACCEPTABLE
9	22.72	92.96	91.96	1.11	NOT ACCEPTABLE
10	22.72	92.96	92.96	1.09	NOT ACCEPTABLE
11	22.72	92.96	93.96	1.19	NOT ACCEPTABLE
12	22.72	92.96	94.96	1.21	NOT ACCEPTABLE
13	22.72	93.96	90.96	1.15	NOT ACCEPTABLE
14	22.72	93.96	91.96	1.13	NOT ACCEPTABLE
15	22.72	93.96	92.96	1.11	NOT ACCEPTABLE
16	22.72	93.96	93.96	1.09	NOT ACCEPTABLE
17	22.72	93.96	94.96	1.19	NOT ACCEPTABLE
18	22.72	94.96	90.96	1.18	NOT ACCEPTABLE
19	22.72	94.96	91.96	1.15	NOT ACCEPTABLE
20	22.72	94.96	92.96	1.13	NOT ACCEPTABLE
21	22.72	94.96	93.96	1.11	NOT ACCEPTABLE
22	22.72	94.96	94.96	1.09	NOT ACCEPTABLE
23	23.72	90.96	90.96	1.09	NOT ACCEPTABLE
24	23.72	90.96	91.96	1.18	NOT ACCEPTABLE
25	23.72	90.96	92.96	1.20	NOT ACCEPTABLE
26	23.72	91.96	90.96	1.11	NOT ACCEPTABLE
27	23.72	91.96	91.96	1.09	NOT ACCEPTABLE
28	23.72	91.96	92.96	1.18	NOT ACCEPTABLE

Nota: Geo5 – Cuadro de resultado del Análisis Estático

- ✓ A continuación, se mostrará los resultados de un análisis estático con el método Bishop sin el sistema de geosintético TRM en la sección 0+820 el cual es una de la sección más crítica.

Figura 25

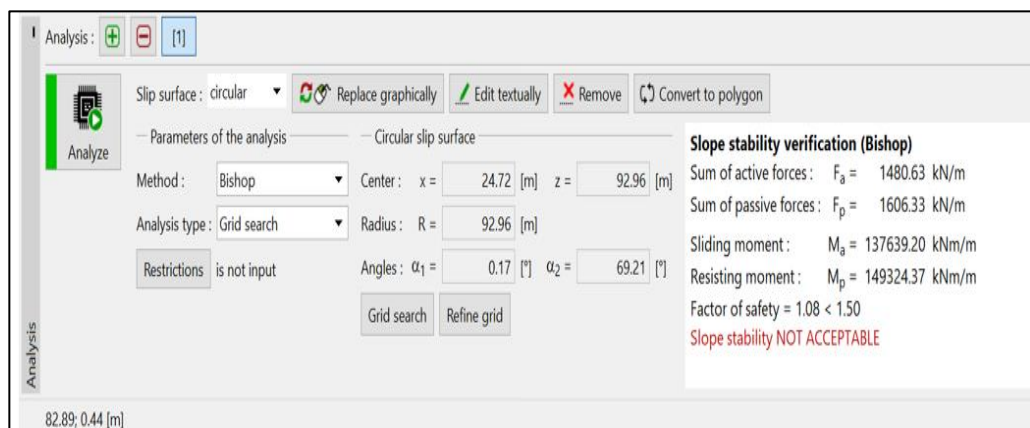
Análisis estático sin sistema de geosintético TRM – Sección 0+820



Nota: Geo5 – Análisis Estático.

Figura 26

Resultado detallado – Sección 0+820



Nota: Geo5.

Figura 27

Cuadro de resultado – Sección 0+820

Detailed results ✕

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : $F_a = 1435.50$ kN/m

Sum of passive forces : $F_p = 1796.85$ kN/m

Sliding moment : $M_a = 115629.28$ kNm/m

Resisting moment : $M_p = 144735.94$ kNm/m

Factor of safety = $1.25 < 1.50$

Slope stability NOT ACCEPTABLE

Slip surface grid search (Bishop)

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
1	17.08	77.51	77.55	1.26	NOT ACCEPTABLE
2	17.08	77.51	78.55	1.42	NOT ACCEPTABLE
3	17.08	78.51	77.55	1.28	NOT ACCEPTABLE
4	17.08	78.51	78.55	1.26	NOT ACCEPTABLE
5	17.08	78.51	79.55	1.42	NOT ACCEPTABLE
6	17.08	79.51	77.55	1.31	NOT ACCEPTABLE
7	17.08	79.51	78.55	1.28	NOT ACCEPTABLE
8	17.08	79.51	79.55	1.26	NOT ACCEPTABLE
9	17.08	79.51	80.55	1.42	NOT ACCEPTABLE
10	17.08	80.51	77.55	1.34	NOT ACCEPTABLE
11	17.08	80.51	78.55	1.31	NOT ACCEPTABLE
12	17.08	80.51	79.55	1.28	NOT ACCEPTABLE
13	17.08	80.51	80.55	1.26	NOT ACCEPTABLE
14	17.08	80.51	81.55	1.42	NOT ACCEPTABLE
15	17.08	81.51	77.55	1.37	NOT ACCEPTABLE
16	17.08	81.51	78.55	1.34	NOT ACCEPTABLE
17	17.08	81.51	79.55	1.31	NOT ACCEPTABLE
18	17.08	81.51	80.55	1.28	NOT ACCEPTABLE
19	17.08	81.51	81.55	1.25	NOT ACCEPTABLE
20	18.08	77.51	77.55	1.25	NOT ACCEPTABLE
21	18.08	77.51	78.55	1.41	NOT ACCEPTABLE
22	18.08	78.51	77.55	1.28	NOT ACCEPTABLE
23	18.08	78.51	78.55	1.25	NOT ACCEPTABLE
24	18.08	78.51	79.55	1.40	NOT ACCEPTABLE
25	18.08	79.51	77.55	1.31	NOT ACCEPTABLE
26	18.08	79.51	78.55	1.28	NOT ACCEPTABLE
27	18.08	79.51	79.55	1.25	NOT ACCEPTABLE
28	18.08	79.51	80.55	1.40	NOT ACCEPTABLE

✕ Close

Nota: Geo5 – Cuadro de resultado del Análisis Estático.

ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO SIN SISTEMA DE GEOSINTÉTICO TRM

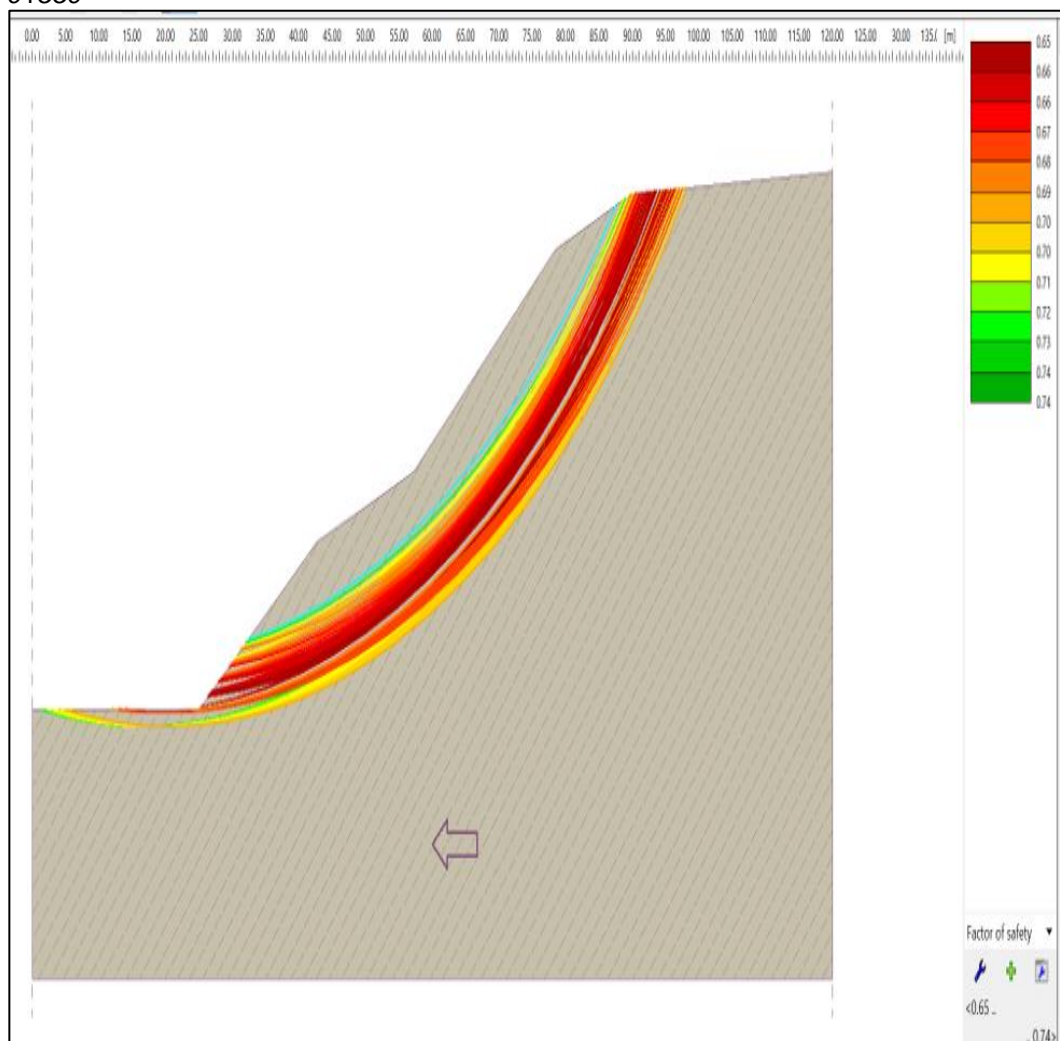
De acuerdo a la zonificación sísmica en la cual se encuentra ubicada el talud se procedió a realizar el análisis dinámico en función de los elementos que indican la norma NTP E030 Diseño Sismorresistente.

De acuerdo con los criterios de la NTP. CE.020 en referencia al factor de seguridad, que demuestra que el factor de seguridad se debe tener un mínimo de 1.25 para solicitaciones sísmicas, no cumpliría con un talud estable en estas condiciones si fueran menores.

- Se mostrará los resultados de un análisis dinámico con el método Bishop sin el sistema de geosintético TRM en la sección 0+550 el cual es una de la sección más crítica. Mediante el software GEO5.

Figura 28

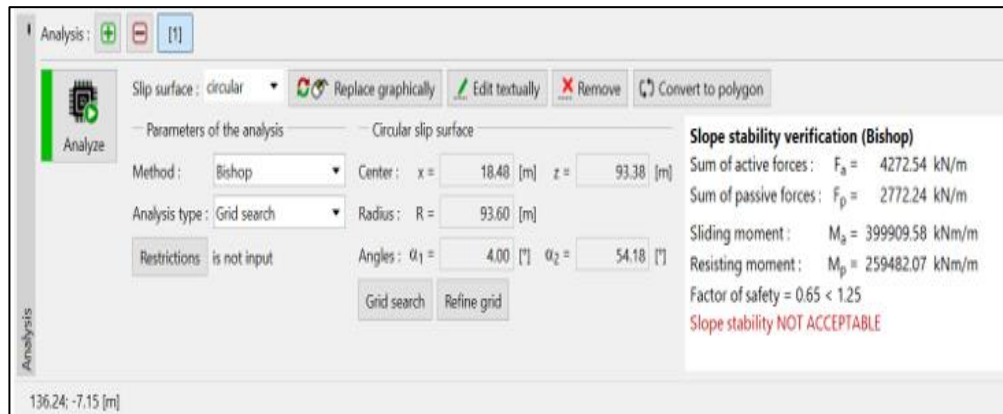
Análisis en comportamiento pseudoestático sin el sistema de geosintético TRM – Sección 0+550



Nota: Geo5 – Análisis Pseudoestático.

Figura 29

Resultado detallado – Sección 0+550

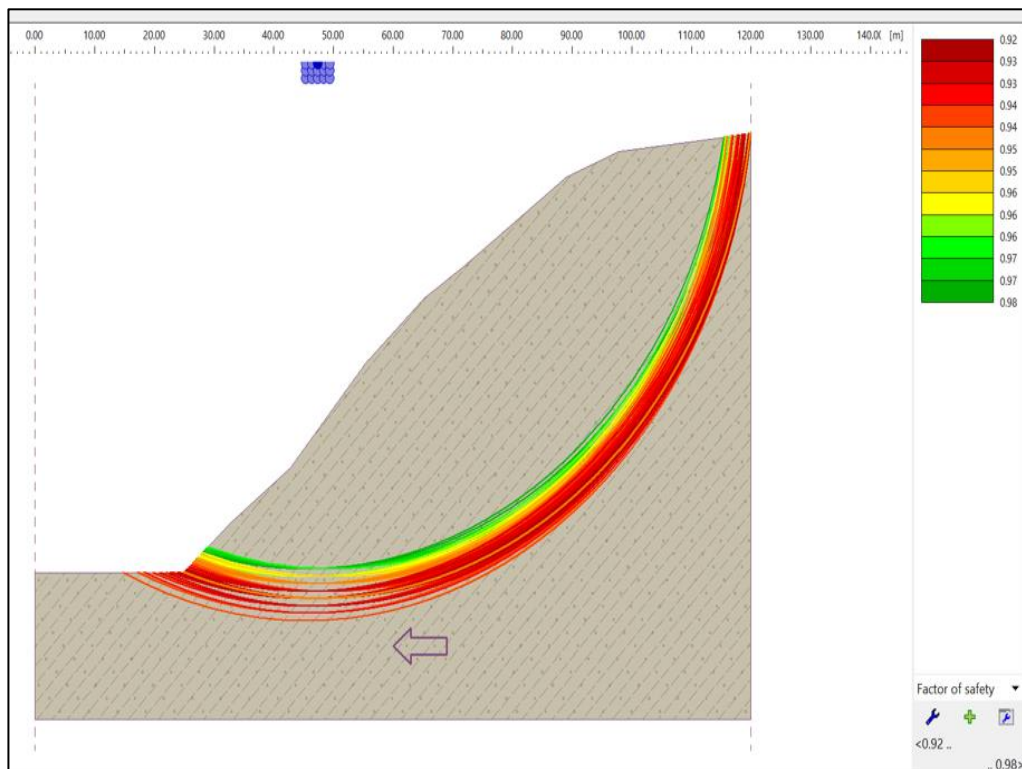


Nota: Geo5.

- En las figuras siguientes se mostrará los resultados de un análisis dinámico con el método Bishop sin el sistema de geosintético TRM en la sección 0+660 el cual es una de la sección más crítica. Mediante el software GEO5.

Figura 30

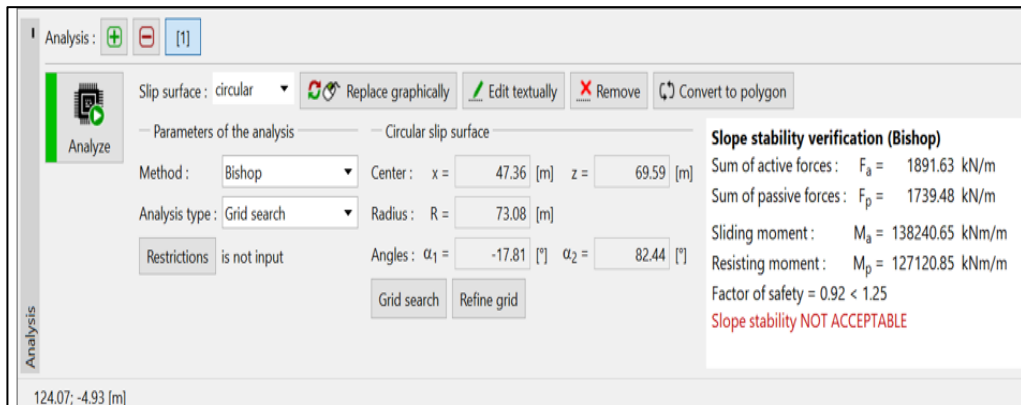
Análisis en comportamiento pseudoestático sin el sistema de geosintético TRM – Sección 0+660



Nota: Geo5 – Análisis Pseudoestático.

Figura 31

Resultado detallado – Sección 0+660

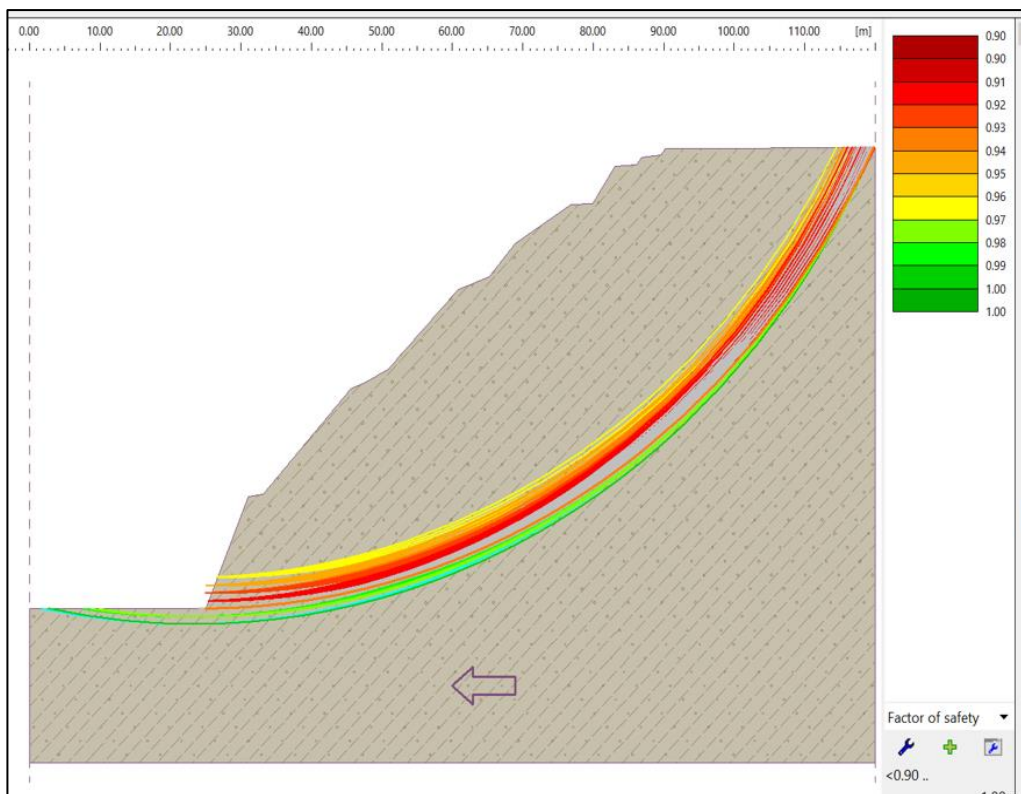


Nota: Geo5.

- En las figuras siguientes se mostrará los resultados de un análisis dinámico con el método Bishop sin el sistema de geosintético TRM en la sección 0+760 el cual es una de la sección más crítica. Mediante el software GEO5.

Figura 32

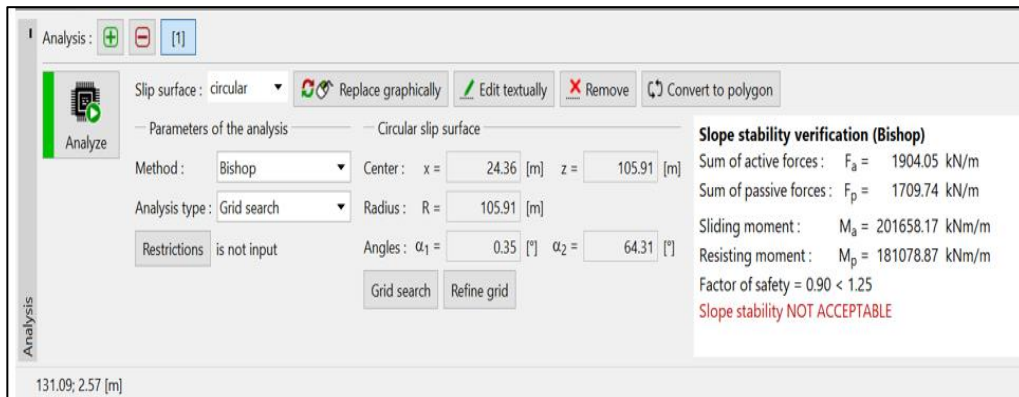
Análisis en comportamiento pseudoestático sin el sistema de geosintético TRM – Sección 0+760



Nota: Geo5 – Análisis Pseudoestático.

Figura 33

Resultado detallado – Sección 0+760

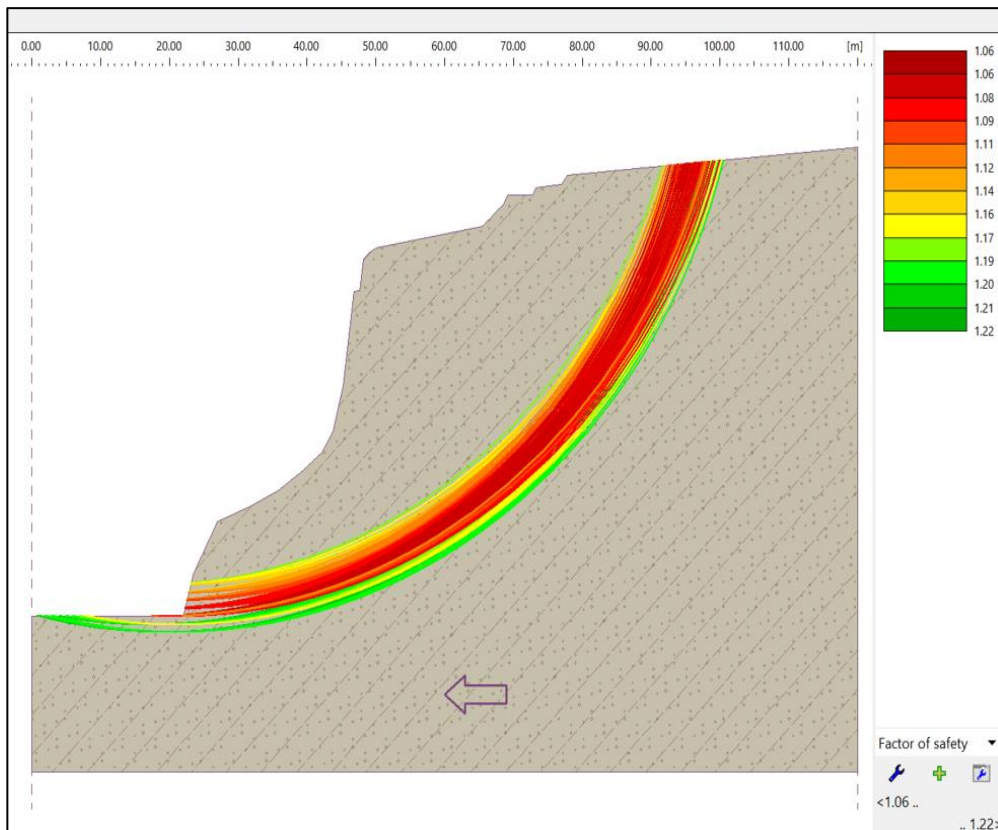


Nota: Geo5.

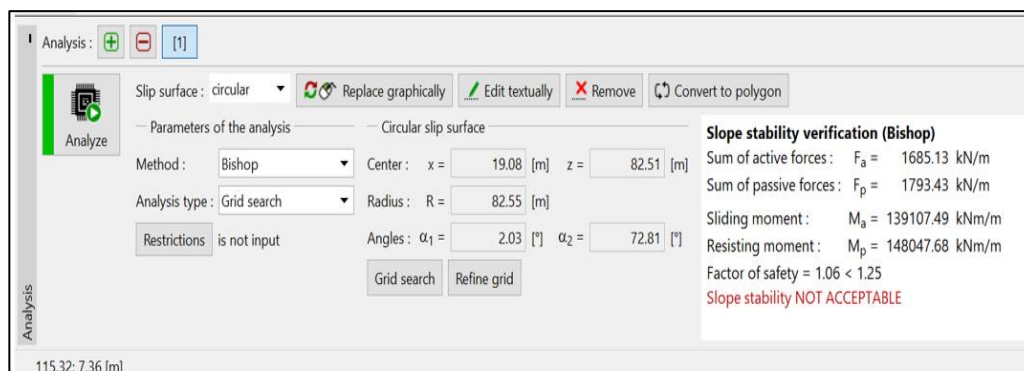
- En las figuras siguientes se mostrará los resultados de un análisis dinámico con el método Bishop sin el sistema de geosintético TRM en la sección 0+820 el cual es una de la sección más crítica. Mediante el software GEO5.

Figura 34

Análisis en comportamiento pseudoestático sin el sistema de geosintético TRM– Sección 0+820



Nota: Geo5 – Análisis Pseudoestático.

Figura 35*Resultado detallado – Sección 0+820*

Nota: Geo5.

Tabla 12*Resultados de análisis sin el sistema de geosintético TRM*

SECCION	PROGRESIVA (KM)	F.S. (ESTÁTICO)	F.S. (PSEUDOESTÁTICO)
1	ST- 0+550	0.83	0.65
2	ST- 0+660	0.96	0.92
3	ST- 0+760	1.08	0.90
4	ST- 0+800	1.25	1.06

Nota: Resultados

Según los resultados de un análisis estático y pseudoestático, la sección 0+550 es la más vulnerable ya que cuenta con un menor factor de seguridad en ambos análisis. Que el factor de seguridad es de 0.83 en un estado estático y 0.65 en un análisis pseudoestático, el cual en ninguno de los casos cumplen con un factor mínimo de 1.25 para un análisis pseudoestático y 1.50 para un análisis estático, según la norma.

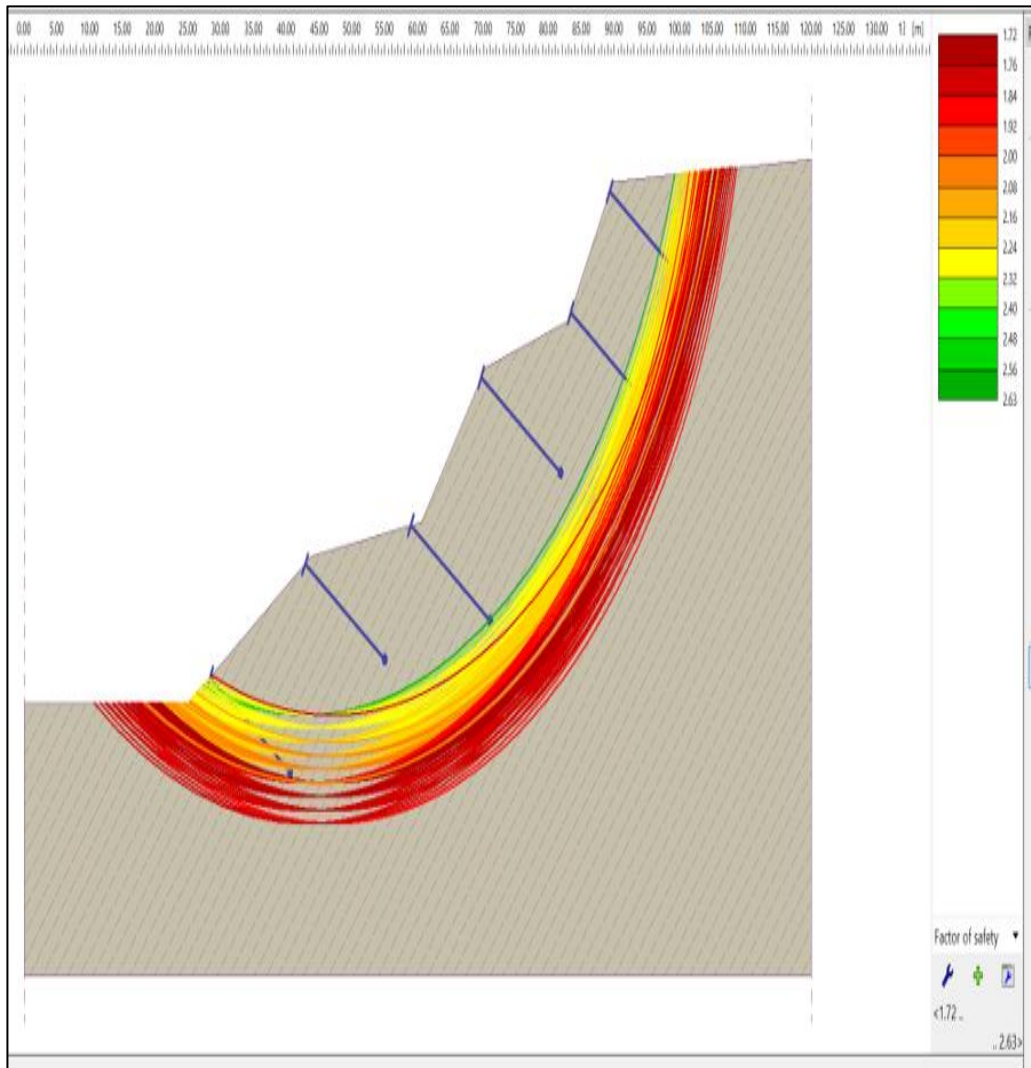
ANÁLISIS ESTÁTICO CON EL SISTEMA DE GEOSINTÉTICO TRM

Según la propuesta que se está realizando que es el uso de un sistema de geosintético TRM, se procedió a realizar el análisis estático en este caso considerando una condición húmeda de acuerdo a los estudios realizados de cual se obtendrá los resultados en el software GEO5.

ANÁLISIS EN LA SECCIÓN 0+550

Figura 36

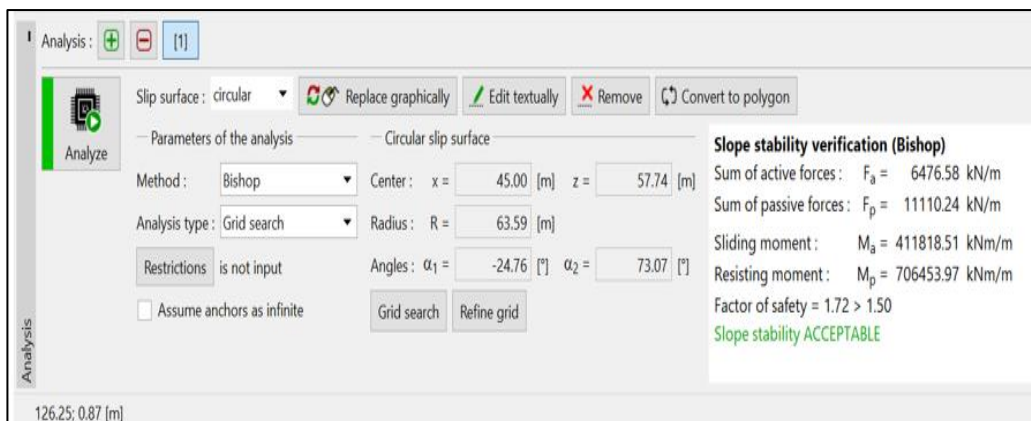
Análisis estático con el sistema de geosintético TRM – Sección 0+550



Nota: Geo5 – Análisis Estático.

Figura 37

Resultado detallado – Sección 0+550 con el sistema de geosintético TRM

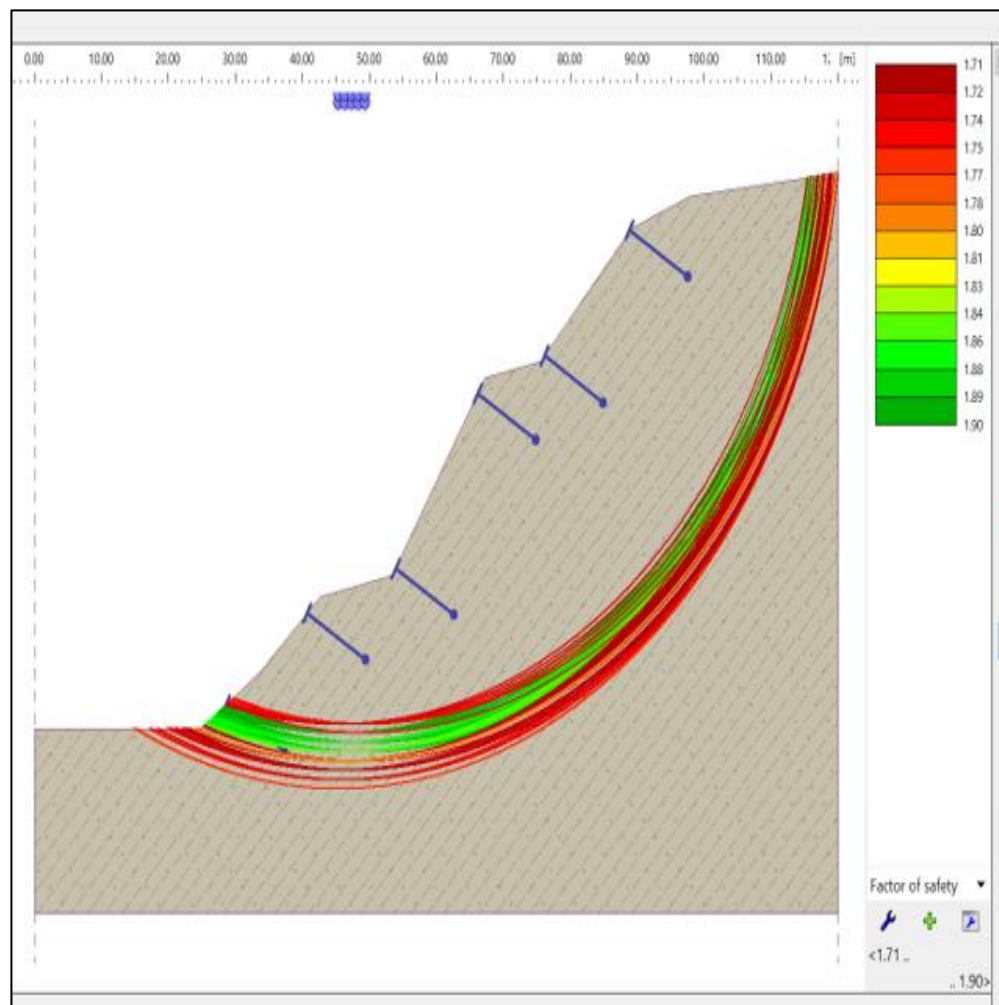


Nota: Geo5.

ANÁLISIS EN LA SECCION 0+660

Figura 38

Análisis estático con el sistema de geosintético TRM– Sección 0+660



Nota: Geo5 – Análisis Estático.

Figura 39

Resultado detallado – Sección 0+660 con el sistema de geosintético TRM

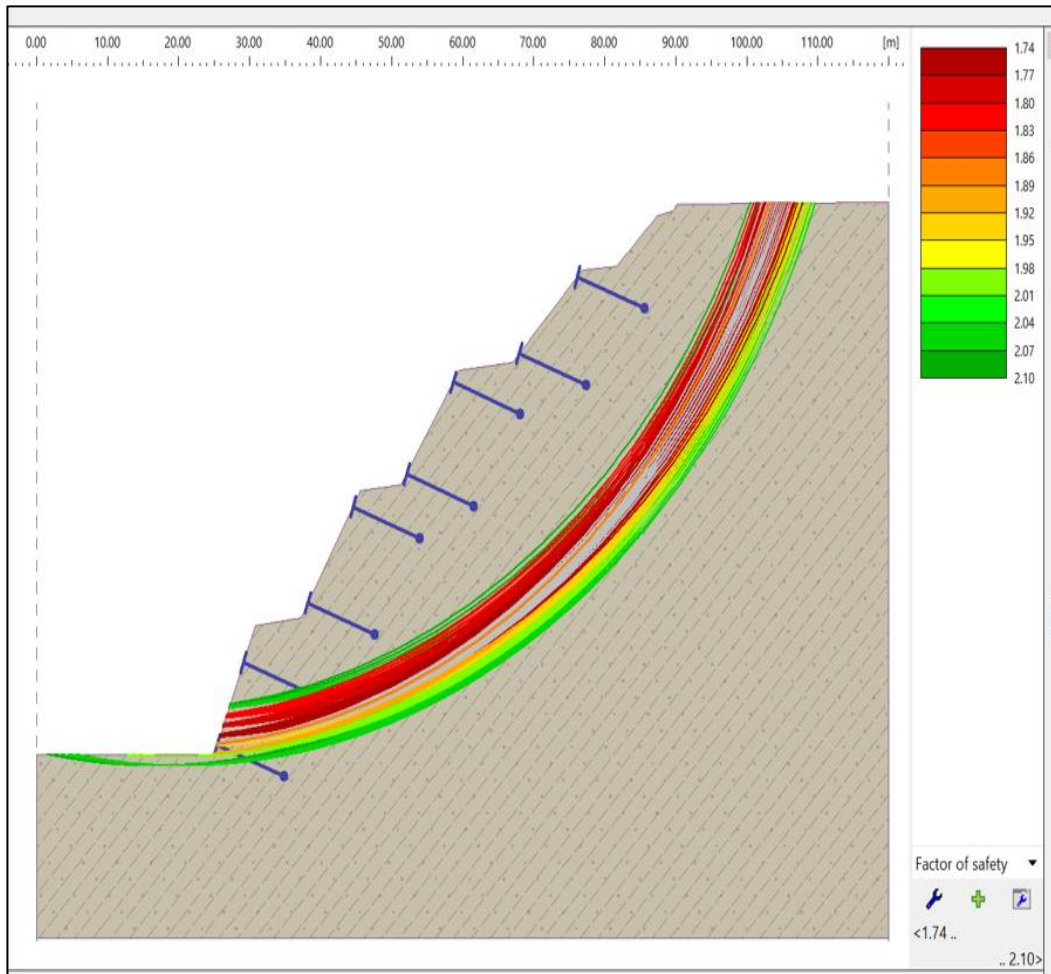


Nota: Geo5.

ANÁLISIS EN LA SECCION 0+760

Figura 40

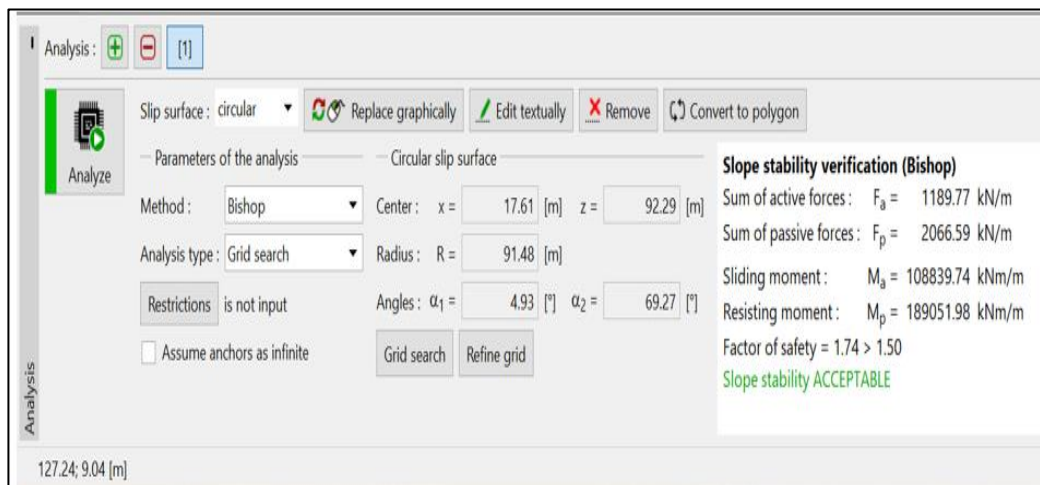
Análisis estático con el sistema de geosintético TRM – Sección 0+760



Nota: Geo5 – Análisis Estático.

Figura 41

Resultado detallado – Sección 0+760 con el sistema de geosintético TRM

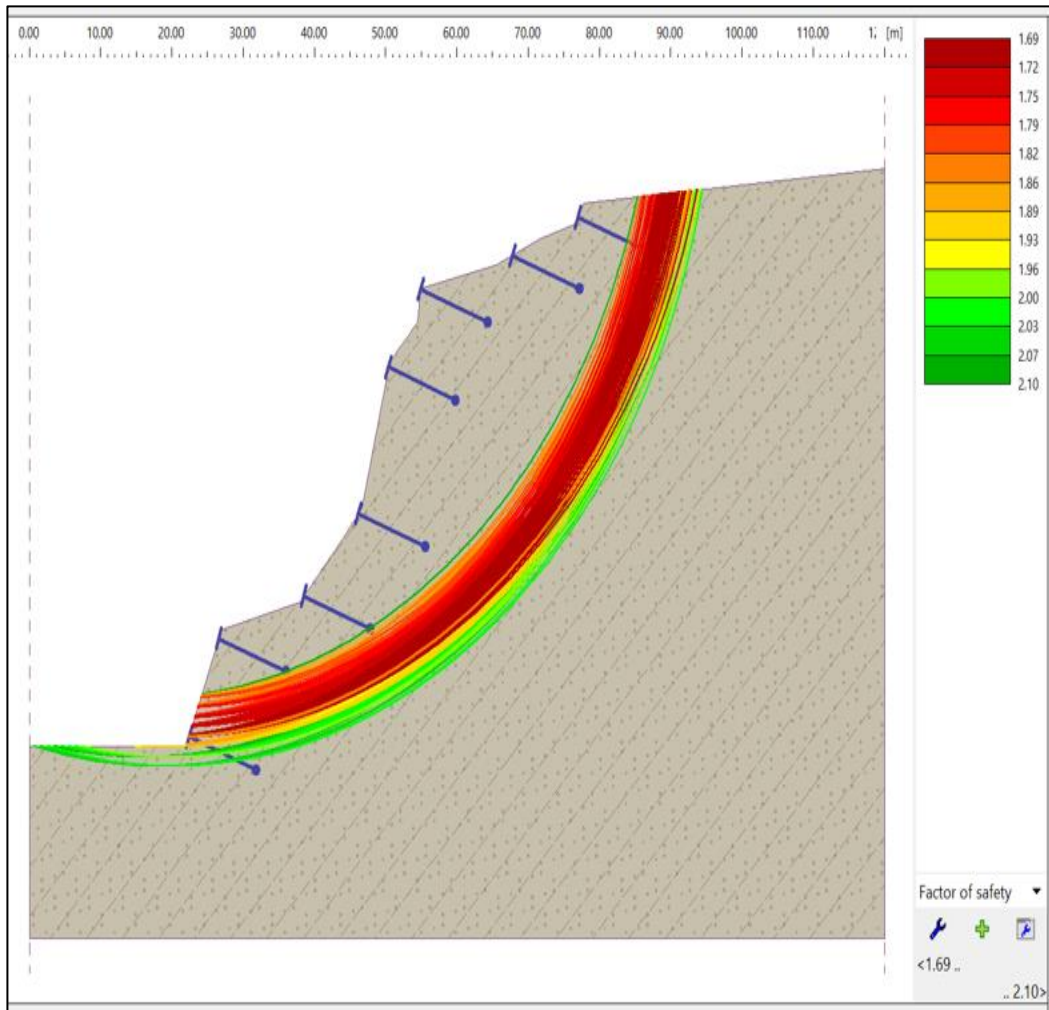


Nota: Geo5.

ANÁLISIS EN LA SECCION 0+820

Figura 42

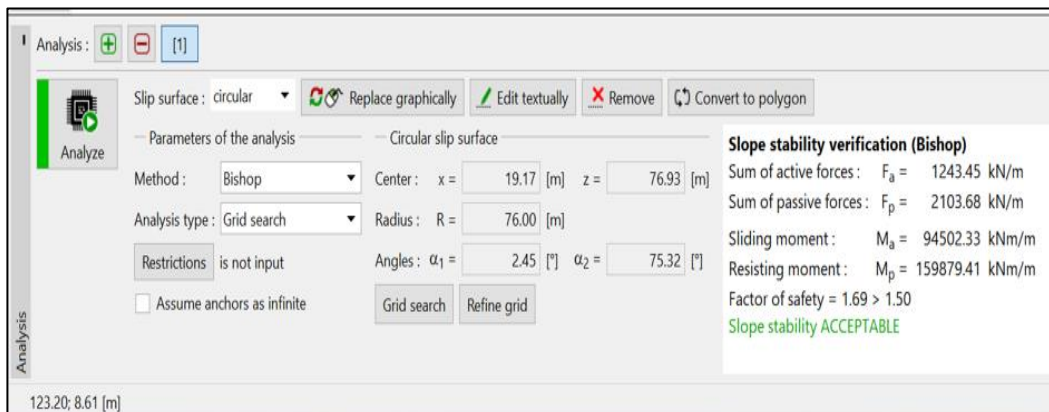
Análisis estático con el sistema de geosintético TRM – Sección 0+820



Nota: Geo5 – Análisis Estático.

Figura 43

Resultado detallado – Sección 0+820 con el sistema de geosintético TRM



Nota: Geo5.

ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO CON EL SISTEMA DE GEOSINTÉTICO TRM

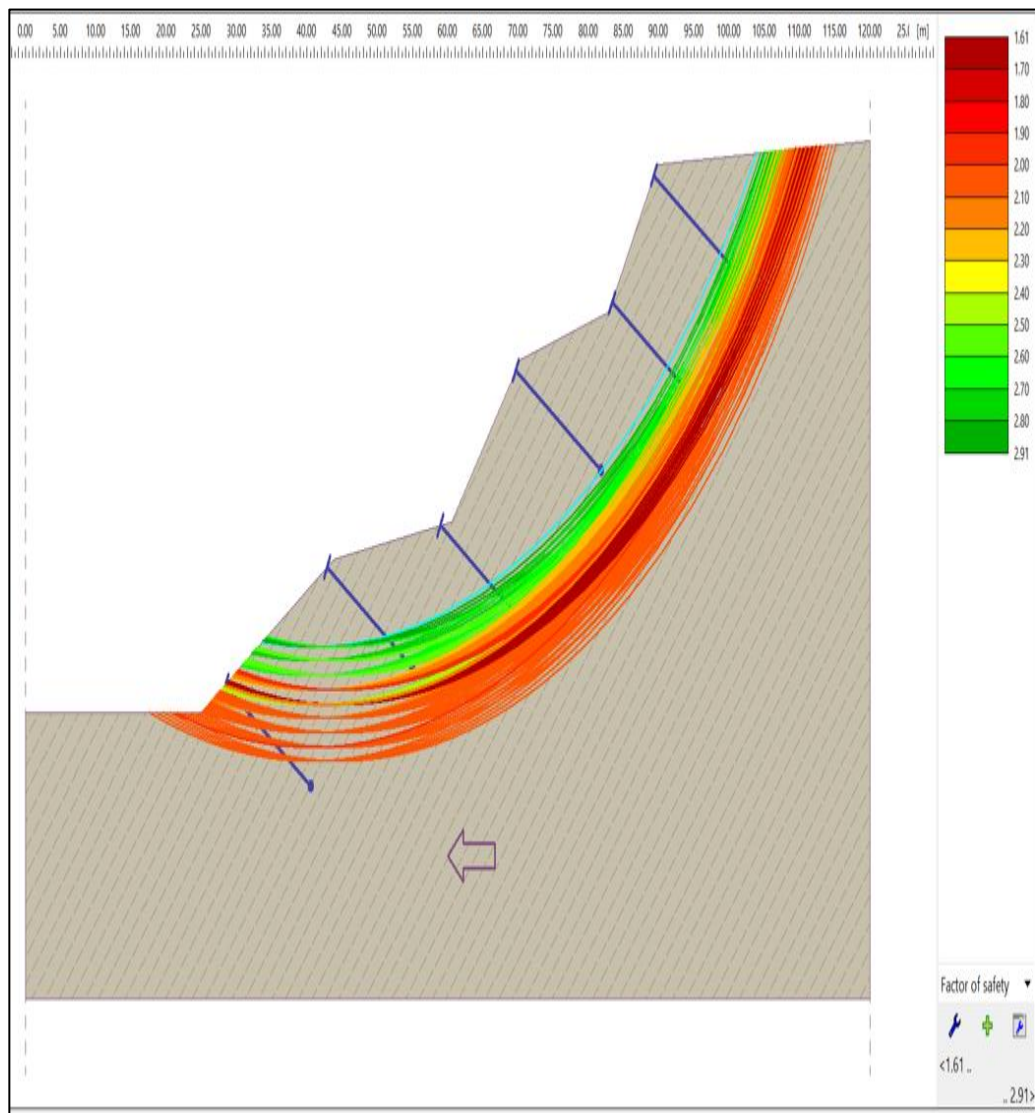
Este Análisis Pseudoestático con el sistema de geosintético TRM, permitirán que las fuerzas sísmicas que actúan en el talud estén contraídas, también se podría decir que el sistema planteado absorberá gran parte de las fuerzas que actúan en este análisis, con la finalidad de mantener estable y evitar deslizamientos a gran magnitud.

Para este análisis se está considerando las mismas fuerzas sísmicas que se encuentra en el análisis sin el sistema propuesto.

ANALISIS PSEUDOESTATICO EN LA SECCION 0+550

Figura 44

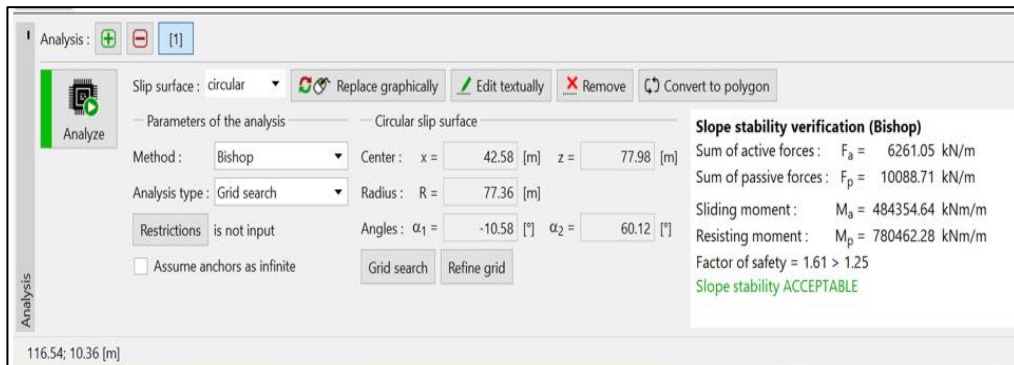
Análisis Pseudoestático con el sistema de geosintético TRM – Sección 0+550



Nota: Geo5 – Análisis Estático.

Figura 45

Resultado detallado – Sección 0+550 con el sistema de geosintético TRM



Nota: Geo5.

Figura 46

Cuadro de resultado - Sección 0+550 con el sistema de geosintético TRM

Slope stability verification (Bishop)
 Sum of active forces : $F_a = 6261.05$ kN/m
 Sum of passive forces : $F_p = 10088.71$ kN/m
 Sliding moment : $M_a = 484354.64$ kNm/m
 Resisting moment : $M_p = 780462.28$ kNm/m
 Factor of safety = 1.61 > 1.25
 Slope stability ACCEPTABLE

Slip surface grid search (Bishop)

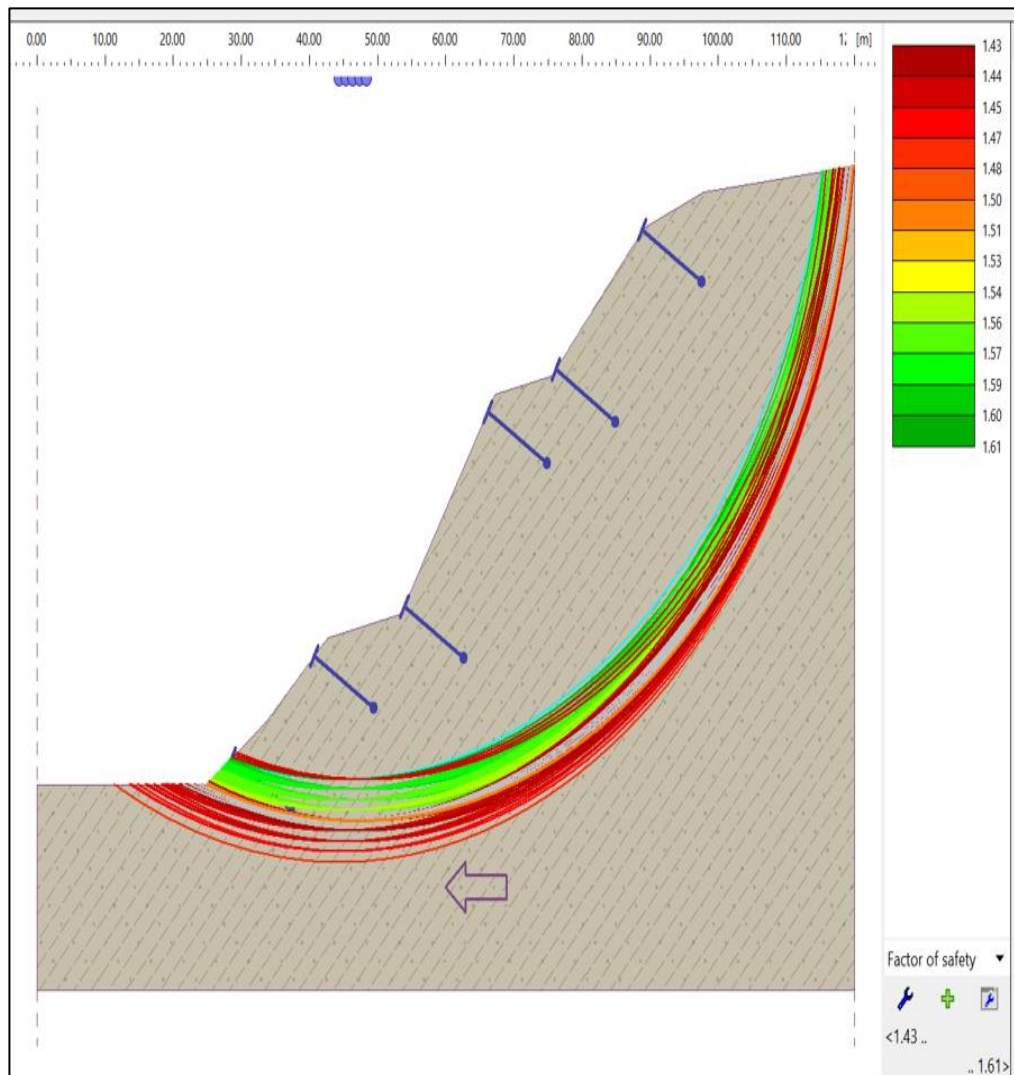
No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
1	40.58	75.98	75.36	2.61	ACCEPTABLE
2	40.58	75.98	76.36	2.19	ACCEPTABLE
3	40.58	75.98	77.36	2.01	ACCEPTABLE
4	40.58	75.98	78.36	2.00	ACCEPTABLE
5	40.58	75.98	79.36	2.00	ACCEPTABLE
6	40.58	76.98	75.36	2.26	ACCEPTABLE
7	40.58	76.98	76.36	2.61	ACCEPTABLE
8	40.58	76.98	77.36	2.18	ACCEPTABLE
9	40.58	76.98	78.36	2.01	ACCEPTABLE
10	40.58	76.98	79.36	2.00	ACCEPTABLE
11	40.58	77.98	75.36	2.69	ACCEPTABLE
12	40.58	77.98	76.36	2.26	ACCEPTABLE
13	40.58	77.98	77.36	2.49	ACCEPTABLE
14	40.58	77.98	78.36	2.18	ACCEPTABLE
15	40.58	77.98	79.36	2.00	ACCEPTABLE
16	40.58	78.98	75.36	2.79	ACCEPTABLE
17	40.58	78.98	76.36	2.69	ACCEPTABLE
18	40.58	78.98	77.36	2.26	ACCEPTABLE
19	40.58	78.98	78.36	2.48	ACCEPTABLE
20	40.58	78.98	79.36	2.18	ACCEPTABLE
21	40.58	79.98	75.36	2.91	ACCEPTABLE
22	40.58	79.98	76.36	2.78	ACCEPTABLE
23	40.58	79.98	77.36	2.68	ACCEPTABLE
24	40.58	79.98	78.36	2.25	ACCEPTABLE
25	40.58	79.98	79.36	2.48	ACCEPTABLE
26	41.58	75.98	75.36	2.49	ACCEPTABLE

Nota: Geo5 – Cuadro de resultado del Análisis Pseudoestático.

ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO EN LA SECCIÓN 0+660

Figura 47

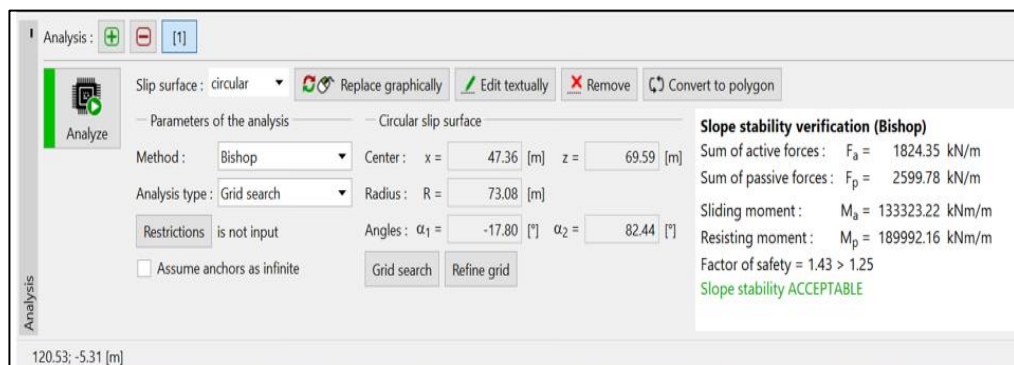
Análisis Pseudoestático con el sistema de geosintético TRM – Sección 0+660



Nota: Geo5 – Análisis Estático.

Figura 48

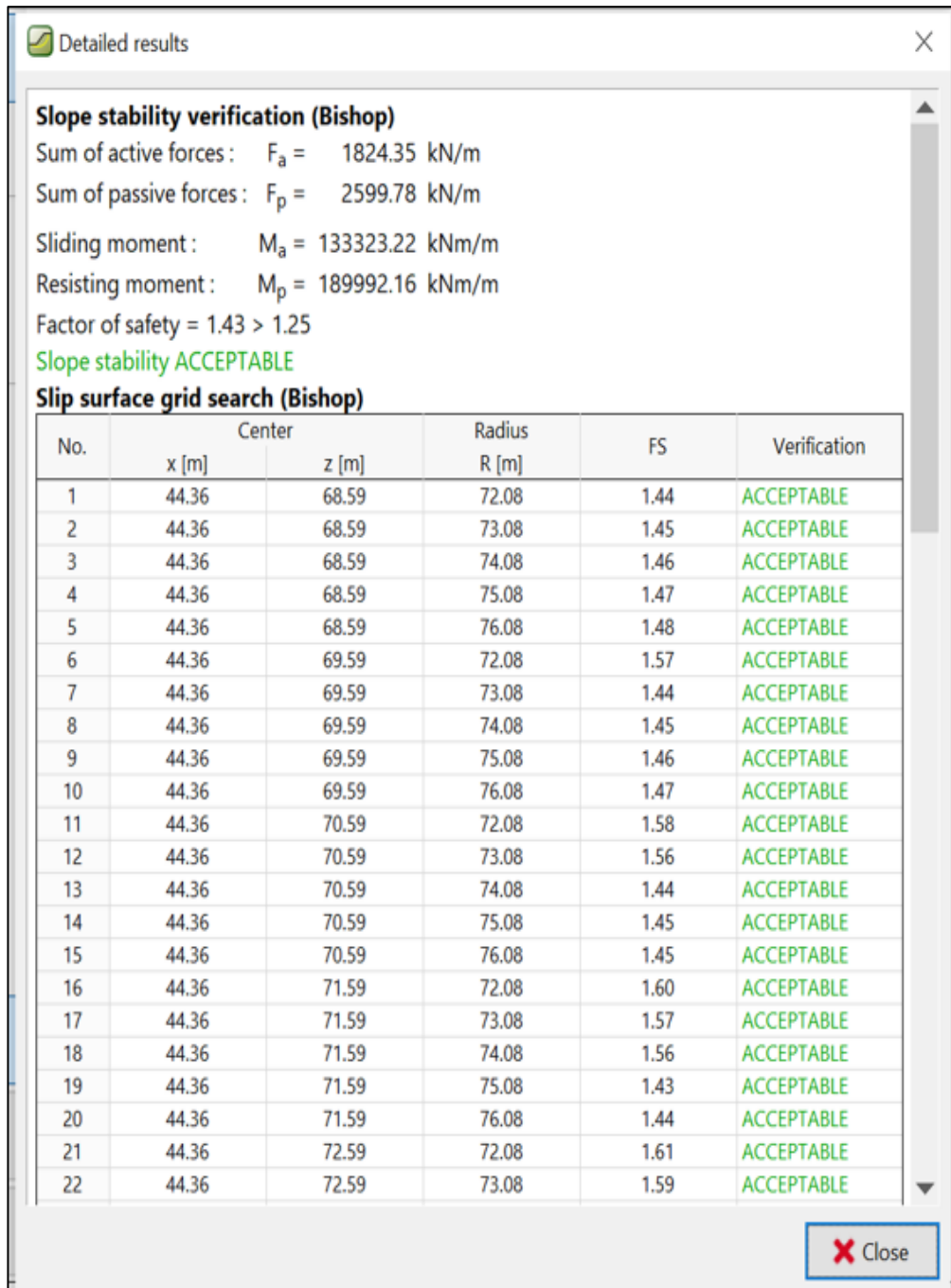
Resultado detallado – Sección 0+660 con el sistema de geosintético TRM



Nota: Geo5.

Figura 49

Cuadro de resultado – Sección 0+660 con el sistema de geosintético TRM

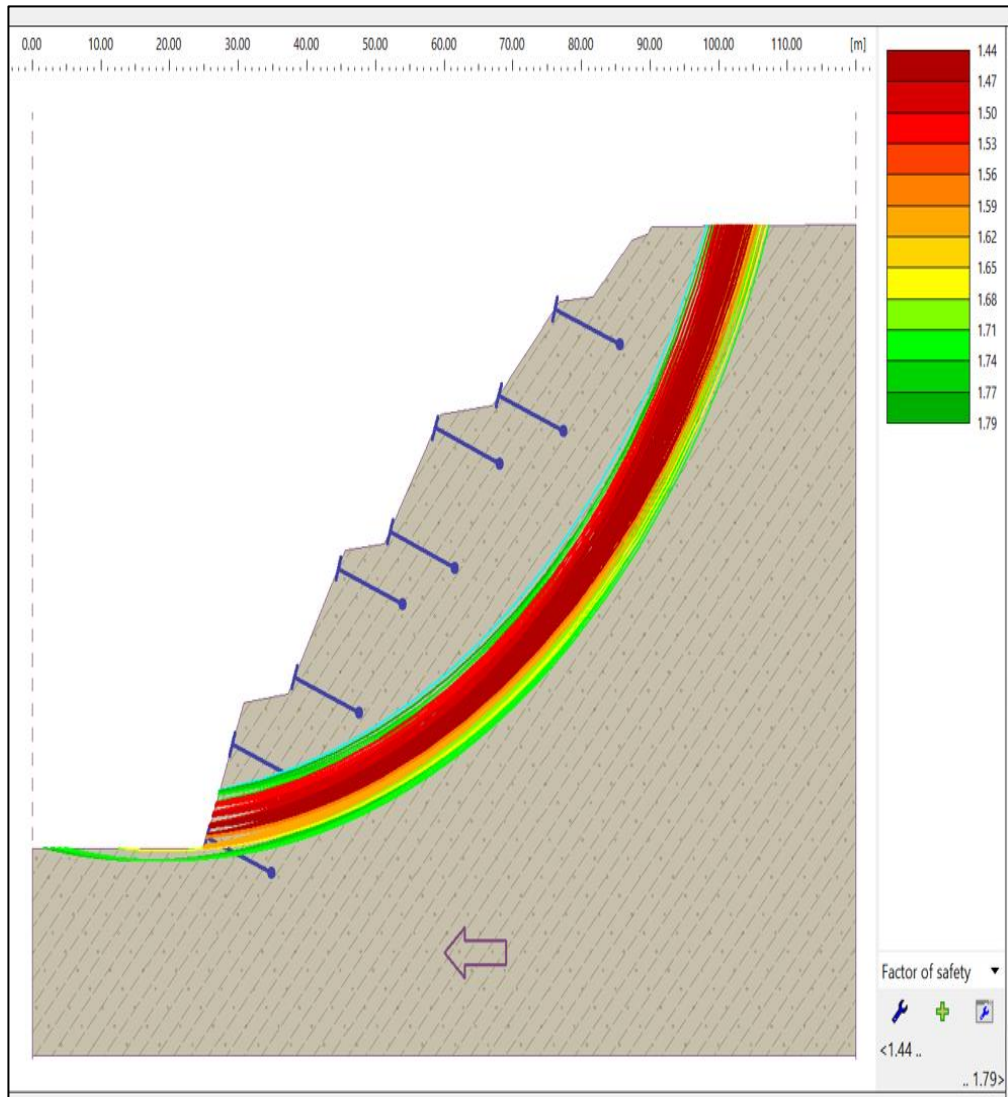


Nota: Geo5 – Cuadro de resultado del Análisis Pseudoestático.

ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO EN LA SECCIÓN 0+760

Figura 50

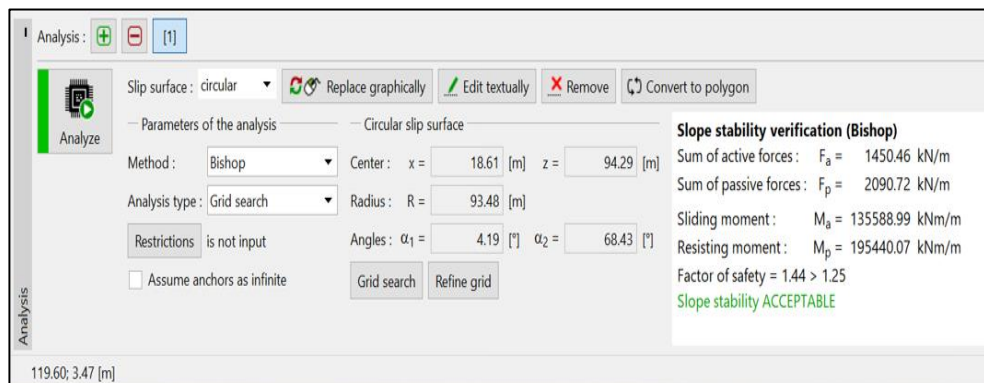
Análisis Pseudoestático con el sistema de geosintético TRM – Sección 0+760



Nota: Geo5 – Análisis Estático.

Figura 51


Resultado detallado – Sección 0+760 con el sistema de geosintético TRM



Nota: Geo5.

Figura 52

Cuadro de resultado – Sección 0+760 con el sistema de geosintético TRM

 Detailed results X

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : $F_a = 1450.46$ kN/m

Sum of passive forces : $F_p = 2090.72$ kN/m

Sliding moment : $M_a = 135588.99$ kNm/m

Resisting moment : $M_p = 195440.07$ kNm/m

Factor of safety = $1.44 > 1.25$

Slope stability **ACCEPTABLE**

Slip surface grid search (Bishop)

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
1	15.61	90.29	89.48	1.46	ACCEPTABLE
2	15.61	90.29	90.48	1.62	ACCEPTABLE
3	15.61	91.29	89.48	1.48	ACCEPTABLE
4	15.61	91.29	90.48	1.45	ACCEPTABLE
5	15.61	91.29	91.48	1.61	ACCEPTABLE
6	15.61	92.29	89.48	1.51	ACCEPTABLE
7	15.61	92.29	90.48	1.48	ACCEPTABLE
8	15.61	92.29	91.48	1.45	ACCEPTABLE
9	15.61	92.29	92.48	1.61	ACCEPTABLE
10	15.61	93.29	89.48	1.75	ACCEPTABLE
11	15.61	93.29	90.48	1.51	ACCEPTABLE
12	15.61	93.29	91.48	1.48	ACCEPTABLE
13	15.61	93.29	92.48	1.45	ACCEPTABLE
14	15.61	93.29	93.48	1.60	ACCEPTABLE
15	15.61	94.29	89.48	1.79	ACCEPTABLE
16	15.61	94.29	90.48	1.74	ACCEPTABLE
17	15.61	94.29	91.48	1.50	ACCEPTABLE
18	15.61	94.29	92.48	1.47	ACCEPTABLE
19	15.61	94.29	93.48	1.45	ACCEPTABLE
20	16.61	90.29	89.48	1.45	ACCEPTABLE
21	16.61	90.29	90.48	1.61	ACCEPTABLE
22	16.61	90.29	91.48	1.78	ACCEPTABLE
23	16.61	91.29	89.48	1.48	ACCEPTABLE
24	16.61	91.29	90.48	1.45	ACCEPTABLE
25	16.61	91.29	91.48	1.60	ACCEPTABLE
26	16.61	91.29	92.48	1.77	ACCEPTABLE
27	16.61	92.29	89.48	1.50	ACCEPTABLE
28	16.61	92.29	90.48	1.47	ACCEPTABLE

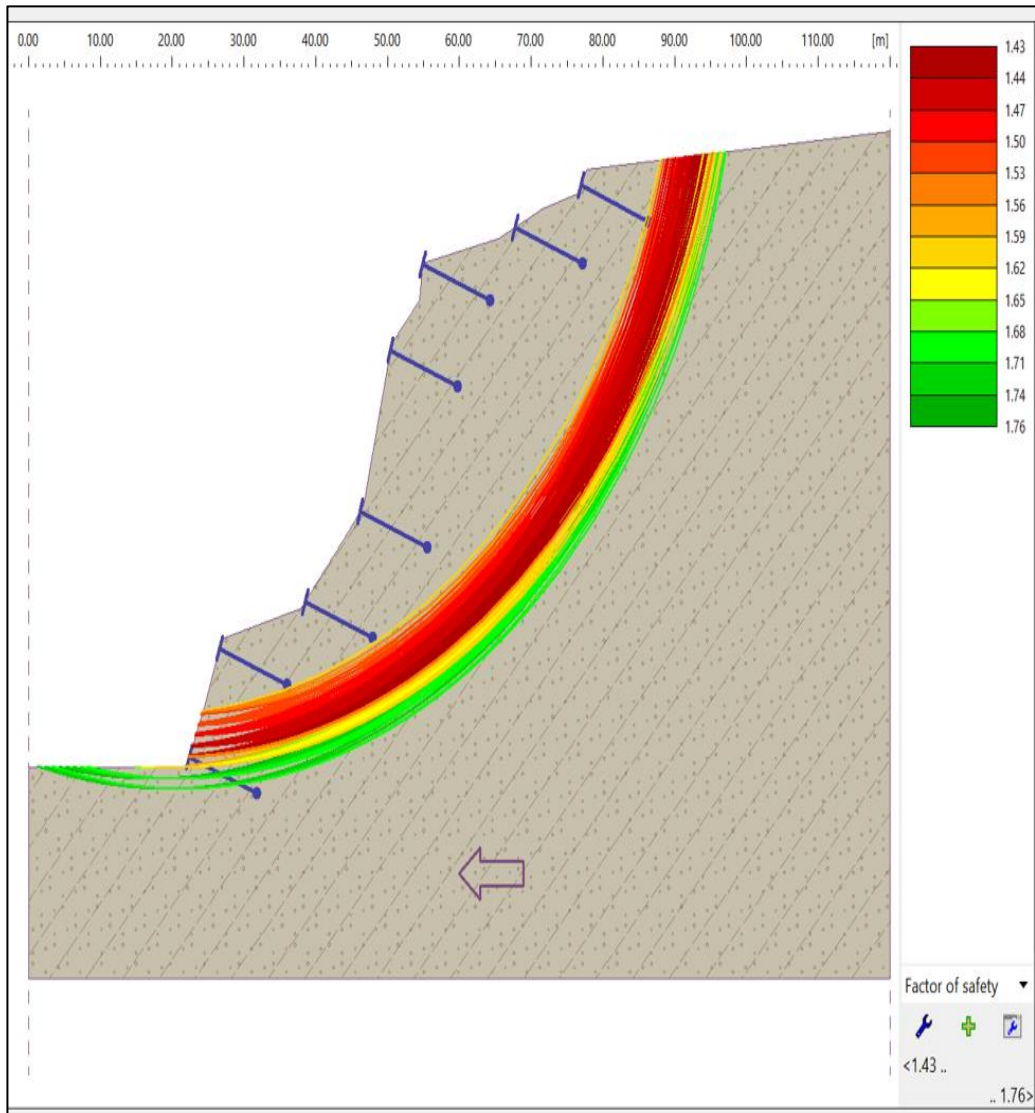
X Close

Nota: Geo5 – Cuadro de resultado del Análisis Pseudoestático.

ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO EN LA SECCION 0+820

Figura 53

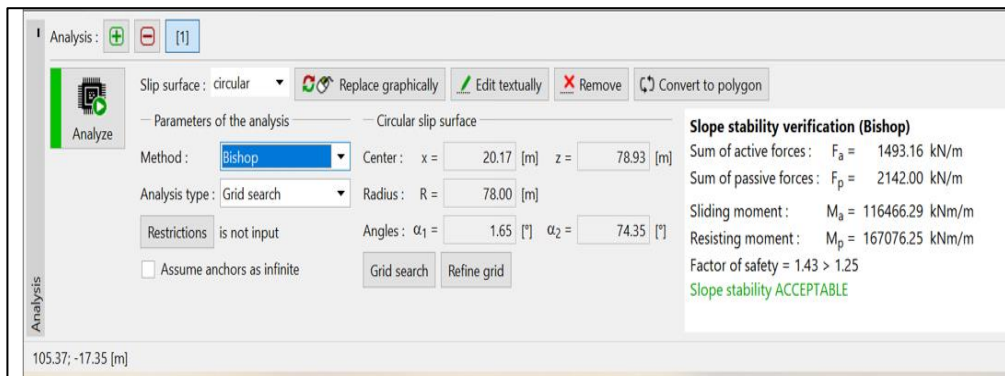
Análisis Pseudoestático con el sistema de geosintético TRM – Sección 0+820



Nota: Geo5 – Análisis Estático.

Figura 54

Resultado detallado – Sección 0+820 con el sistema de geosintético TRM



Nota: Geo5.

Figura 55

Cuadro de resultado – Sección 0+820 con el sistema de geosintético TRM

Slope stability verification (Bishop)
 Sum of active forces: $F_a = 1493.16$ kN/m
 Sum of passive forces: $F_p = 2142.00$ kN/m
 Sliding moment: $M_a = 116466.29$ kNm/m
 Resisting moment: $M_p = 167076.25$ kNm/m
 Factor of safety = $1.43 > 1.25$
 Slope stability **ACCEPTABLE**

Slip surface grid search (Bishop)

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
1	17.17	74.93	74.00	1.45	ACCEPTABLE
2	17.17	74.93	75.00	1.60	ACCEPTABLE
3	17.17	74.93	76.00	1.76	ACCEPTABLE
4	17.17	75.93	74.00	1.48	ACCEPTABLE
5	17.17	75.93	75.00	1.45	ACCEPTABLE
6	17.17	75.93	76.00	1.60	ACCEPTABLE
7	17.17	75.93	77.00	1.75	ACCEPTABLE
8	17.17	76.93	74.00	1.51	ACCEPTABLE
9	17.17	76.93	75.00	1.47	ACCEPTABLE
10	17.17	76.93	76.00	1.45	ACCEPTABLE
11	17.17	76.93	77.00	1.59	ACCEPTABLE
12	17.17	76.93	78.00	1.75	ACCEPTABLE
13	17.17	77.93	74.00	1.57	ACCEPTABLE
14	17.17	77.93	75.00	1.50	ACCEPTABLE
15	17.17	77.93	76.00	1.47	ACCEPTABLE
16	17.17	77.93	77.00	1.44	ACCEPTABLE
17	17.17	77.93	78.00	1.59	ACCEPTABLE
18	17.17	78.93	74.00	1.61	ACCEPTABLE
19	17.17	78.93	75.00	1.53	ACCEPTABLE
20	17.17	78.93	76.00	1.50	ACCEPTABLE
21	17.17	78.93	77.00	1.47	ACCEPTABLE
22	17.17	78.93	78.00	1.44	ACCEPTABLE
23	18.17	74.93	74.00	1.45	ACCEPTABLE
24	18.17	74.93	75.00	1.67	ACCEPTABLE
25	18.17	74.93	76.00	1.74	ACCEPTABLE
26	18.17	75.93	74.00	1.47	ACCEPTABLE
27	18.17	75.93	75.00	1.44	ACCEPTABLE
28	18.17	75.93	76.00	1.67	ACCEPTABLE

Nota: Geo5 – Cuadro de resultado del Análisis Pseudoestático.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: El planteamiento del sistema de geosintético TRM, propiciara la estabilidad del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco.

Ho: El planteamiento del sistema de geosintético TRM, no propiciara la estabilidad del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco.

Tabla 13

De los análisis realizados se tuvo los siguientes factores de seguridad con el Sistema de Geosintético TRM

SECCION	PROGRESIVA (KM)	F.S. (ESTATICO)	F.S. (PSEUDOESTÁTICO)
1	ST- 0+550	1.72	1.61
2	ST- 0+660	1.71	1.43
3	ST- 0+760	1.74	1.44
4	ST- 0+800	1.69	1.43

Nota: Geo5

De la tabla 13 se observa los factores de seguridad con el Sistema de Geosintético TRM planteado, se tiene resultados favorables en cuanto a la estabilidad del talud cumpliendo con los parámetros indicados en la NTP CE.0.20 y E.030.

Los taludes analizados son los más críticos de acuerdo a las investigaciones realizadas los cuales se pueden asegurar que con el planteamiento del sistema de geosintéticos TRM se lograra estabilizar de una manera correcta evitando derrumbes y deslizamientos.

Podemos garantizar que el sistema propuesto mejora para estabilizar el talud, lo que es suficiente para rechazar la hipótesis nula y, por lo tanto, aceptar la hipótesis de la investigación planteada que es el Sistema de Geosintéticos TRM, el cual asegura la estabilización del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco.

4.2.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA

HIPÓTESIS 1

Hi: Serán necesarias las propiedades físicas y mecánicas del suelo para determinar la estabilidad del talud para poder plantear el sistema de geosintético TRM.

Ho: No serán necesarias las propiedades físicas y mecánicas del suelo para determinar la estabilidad del talud para poder plantear el sistema de geosintético TRM.

De la investigación realizada se puede indicar que es importante conocer las características mecánicas y físicas del suelo para poder analizar la estabilidad de un talud y poder analizar con el talud con el sistema de geosintético TRM planteado. Los cuales son la granulométrico, contenido de humedad, limite líquido y plástico, peso unitario, cohesión y ángulo de fricción. Como resultado, se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula.

HIPÓTESIS 2

Hi: Los agentes externos como la topografía, la hidrología, geología y la sismicidad serán aspectos fundamentales para poder ver el comportamiento del sistema de geosintéticos TRM planteado en el talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco.

Ho: Los agentes externos como la topografía, la hidrología, geología y la sismicidad no serán aspectos fundamentales para poder ver el comportamiento del sistema de geosintéticos TRM planteado en el talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco.

Queda demostrado que conocer la superficie del talud, también conocer la precipitación el cual nos indica las épocas de máxima venida y estiaje respectivamente, agentes externos como las fuerzas horizontales y la composición del material del suelo. Estos estudios permiten que la investigación sea más optima cumpliendo con los parámetros de estudio, por lo que se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula, queda demostrado que estos aspectos fundamentales son necesarios para poder realizar un análisis más certero con el sistema de geosintético TRM planteado.

HIPÓTESIS 3

Hi: El factor de seguridad del talud será en situación de épocas de estiaje y situación de épocas de máxima venida, garantizando así la estabilidad de un sistema de geosintético TRM en estas épocas el talud se encuentra ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco.

Ho: El factor de seguridad del talud no será en situación de épocas de estiaje y situación de épocas de máxima venida, garantizando así la estabilidad de un sistema de geosintético TRM en estas épocas el talud se encuentra ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco.

Se demostró que mediante el análisis realizado al talud con el uso del sistema de geosintético TRM se tuvo resultados donde se estabiliza el talud, que de acuerdo a la NTP indica que para un análisis estático debe ser menor a 1.50 y para un análisis pseudoestático no debe ser menor a 1.25 el factor de seguridad el cual se puede observar que si cumple con lo mencionado (Ver Tabla 11), puesto que se analizó en un estado crítico tanto en una época de estiaje y máxima venida, de lo cual se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula, el cual de acuerdo a los factores obtenidos se tiene la estabilización del talud mediante el sistema de geosintético TRM.

CAPÍTULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

En cuanto a la presente investigación realizada con el uso del sistema de geosintético TRM para la estabilización de los taludes críticos ubicado en el cerro Toyocoto se tiene lo siguiente. De los análisis realizados se ha obtenido los factores de seguridad óptimos con el uso de este sistema de geosintético TRM, los cuales se evidencia (Ver Tabla 11), con lo que aceptamos la hipótesis general el cual indica la estabilidad del talud haciendo uso del sistema de geosintético TRM del ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa – Huánuco.

De las investigaciones de Alberto (2020), Arauzo -Tumialán (2021) y Cipriano – Ponce (2022), donde con el diseño que propusieron respectivamente se identificó el FS con la finalidad de estabilizar el talud los cuales resultaron favorables obteniendo un factor de seguridad mayor a lo indicado en la NTP en el cual se consideró para el análisis el método Bishop, esto se realizó con los estudios de topografía, geología, hidrología, movimientos horizontales (sismos), características mecánicas y físicas del suelo.

Los resultados de los análisis realizados con la información recopilada se pueden observar (Ver Tabla 11), que con el uso del sistema de geosintético TRM el factor de seguridad incrementa de una manera considerable, cumpliendo con los factores óptimos que nos dice la NTP tanto en un análisis estático (F.S-1.50) y pseudoestático (F.S-1.25). Se indica que también se realizó el análisis incluyendo los factores cuando estamos en época de estiaje y máxima venida los cuales son representados por las precipitaciones y humedad.

De la presente investigación se indica que mediante el uso de un sistema de geosintético TRM se puede estabilizar un talud mejorando así los factores de seguridad, se importante realizar los estudios topográfico, hidrólogo, geológico y movimientos horizontales (sismos).

CONCLUSIONES

- Se concluye que, al objetivo general, se demuestra que la propuesta de un sistema de geosintético TRM mejorara y estabilizara el talud con factores de seguridad mayores a lo estipulado en la NTP que en una situación estática el $FS > 1.5$ y en una situación pseudoestático el $FS > 1.25$, por lo que con la presente propuesta se superó estos factores por lo que se demuestra que hay un aumento considerable en los resultados finales con el uso del sistema de geosintético TRM.
- Se concluye que, al objetivo específico 1, se demuestra que al determinar las características mecánicas y físicas del suelo se conocerá la granulometría, cohesión, Angulo de fricción, peso específico, etc. Con estos datos se podrá determinar los factores de seguridad del talud, seguidamente este será analizado en su estado natural y con el uso del sistema de geosintético TRM, donde se demuestran que si hay un aumento significativo en los resultados finales de los análisis.
- Se concluye que, al objetivo específico 2, se demuestra que los fenómenos que intervienen en el estudio del talud son la topografía, hidrología, geología y el sismo, donde se puede corroborar con los resultados estadísticos obtenidos en los análisis, por lo que se demuestra que hay una intervención de estos fenómenos.
- Se concluye que, al objetivo específico 3, se demuestra que el factor de seguridad con el uso del sistema de geosintético TRM es el adecuado para la estabilización del talud en épocas de estiaje y máxima venida, por lo que de los análisis realizados se obtuvo una mejora del talud por que se demuestra la mejora en cuanto al factor de seguridad.
- De los estudios del suelo como son las propiedades físicas se obtuvieron los resultados de la clasificación y los estratos del suelo, las características mecánicas del suelo nos dieron resultados como el ángulo de fricción y la cohesión, con los resultados obtenidos del estudio del suelo se puede analizar con el software GEO5 la estabilización del talud mediante el uso de un sistema de geosintético TRM.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar esta propuesta de sistema de geosintético TRM para la estabilización de un talud, conociendo los estudios del suelo, topográficos, geólogo, hidrólogo y agentes externos que influyen en el talud.
- Según criterios para este tipo de estabilización se recomienda una proyección de muros de contención al pie del talud, así estos funcionarían como un soporte adicional controlando de esta manera la fuerza de los deslizamientos más en épocas de máxima venida.
- La presente investigación realizada es compleja, se desea que haya una mejora de este sistema de geosintético TRM, por la intervención de diferentes estudios que se tiene que realizar es recomendable para futuras investigaciones tener en cuenta los parámetros establecidos en esta investigación, así comparando los factores de seguridad tanto en estado natural como dando uso al sistema de geosintético TRM.
- Se recomienda que al dar el uso de este sistema de geosintético TRM se debe de verificar la calidad y verificar la ficha técnica del producto, el cual debe de ser supervisado por el encargado de recibir los productos, por otra parte, se debe de tener un conocimiento de ejecución de este sistema de geosintético TRM con el cual se podrá controlar la estabilidad del talud.
- Se aconseja utilizar el software GEO5 para el análisis de estabilización de un talud y conocer los factores de seguridad en estado natural y un sistema de geosintético TRM que planteamos, el software presenta una trabajabilidad completa en los cuales se puede graficar el talud, las pendientes, el cálculo con fuerzas horizontales (sismos), permite colocar el tipo de suelo y las precipitaciones en la zona de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albarracín, F.H. (2021). Análisis de estabilidad de talud reforzado con geosintéticos mediante métodos estadísticos y equilibrio límite, caso de estudio: talud del coliseo GAD de Sinincay. Título de tesis para obtener el título de Master en Geología Aplicada. <https://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/27701>
- Alberca, C.P. y Rondo, C.M. (2020). Estabilización de taludes utilizando geomalla coextruída mono-orientada en la parte del camino Samne-Casmiche en el departamento de La Libertad. Tesis para obtener un título de Ingeniero Civil. Universidad Cesar Vallejo Trujillo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43281>
- Alberto, E. (2020). Aplicación de geosintéticos en vías terciarias: estudio es el municipio de Carurú en el departamento del Vaupés. Proyecto para el título de ingeniero civil. La Universidad Católica de Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/d9acb59d-7d30-4130-a323-357ea2ffbd82/content>
- Arauzo, J.A. y Tumialan, I (2022). Coberturas mixtas en base a geomalla y vegetación para la estabilidad del talud en una carretera a nivel de afirmado, Pasco 2022. Tesis con fin de optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Cesar Vallejo-Lima-Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/99884>
- Calero, J.P.C. y Cantoral, J.A. (2020). Investigación de la variación al incorporar la fibra PET reciclada en suelos cohesivos no friccionantes relacionados a la estabilidad de talud. Tesis para obtener un título de ingeniero civil. La Universidad Cesar Vallejo-Lima-Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61820>
- Cipriano, I.L. y Ponce, G. (2021). Estabilización de taludes con muros de suelos reforzados con geomallas biaxial aplicado al proyecto de mejora del camino Ninacaca Huachon en Pasco en 2021. Tesis para el título de Ingeniero Civil Universidad Hermilio Valdizán. Huánuco en el Perú.

<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7946>

Geotechnical Consulting (2017), Estabilidad de Taludes.

<https://www.mecanicasuelosabcchile.com/talud-natural/definicion>.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología del estudio.

La sexta edición de Mc Graw Hill Education México.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. DG - 2018. Diario EL Peruano.

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

Palate, J.L. (2018). Estudio del comportamiento de taludes con mallas metálicas en la vía ecológica Santa Rosa km 3+500 de la provincia de Tungurahua, Cantón Ambato. Tesis para obtener el título de ingeniero civil. Universidad Técnica de Ambato- Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27811/1/Tesis%201242%20%20Palate%20Bomb%c3%b3n%20Jos%c3%a9%20Luis.pdf>

[https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27811/1/](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27811/1/Tesis%201242%20%20Palate%20Bomb%c3%b3n%20Jos%c3%a9%20Luis.pdf)

[Tesis%201242%20](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27811/1/Tesis%201242%20%20Palate%20Bomb%c3%b3n%20Jos%c3%a9%20Luis.pdf)

[0%20Palate%20Bomb%c3%b3n%20Jos%c3%a9%20Luis.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27811/1/Tesis%201242%20%20Palate%20Bomb%c3%b3n%20Jos%c3%a9%20Luis.pdf)

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACION

Mateo Verastegui, S.E. (2024). *Estabilización de talud con el sistema de geosintético trm ubicado en el cerro Toyocoto - km 0+550 Tomaykichwa – Huánuco – 2023* [Tesis de Pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://>

ANEXOS

ANEXO 1
RESOLUCION DE APROBACION DE PROYECTO DE
INVESTIGACION

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 2508-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 24 de octubre de 2023

Visto, el Oficio N° 1694-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ESTABILIZACION DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. Starsky Estiben MATEO VERASTEGUI.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1899-2022-D-FI-UDH, de fecha 26 de setiembre de 2022, perteneciente al Bach. Starsky Estiben MATEO VERASTEGUI se le designó como ASESOR(A) a la Mg. Ericka Selene García Echevarría, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1694-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ESTABILIZACION DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. Starsky Estiben MATEO VERASTEGUI, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara (Secretario) e Ing. Josue Choquevilca Chinguel (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "ESTABILIZACION DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. Starsky Estiben MATEO VERASTEGUI para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto.

ANEXO 2
RESOLUCION DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1899-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 26 de setiembre de 2022

Visto, el Oficio N° 1208-2022-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 371170-0000007224 del Bach. **Starsky Estiben MATEO VERASTEGUI**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 371170-0000007224, presentado por el (la) del Bach. **Starsky Estiben MATEO VERASTEGUI**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone a la Mg. Ericka Selene Garcia Echevarria como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Starsky Estiben MATEO VERASTEGUI**, a la Mg. Ericka Selene Garcia Echevarria, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Jheroni Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Bertha Campos Rios
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

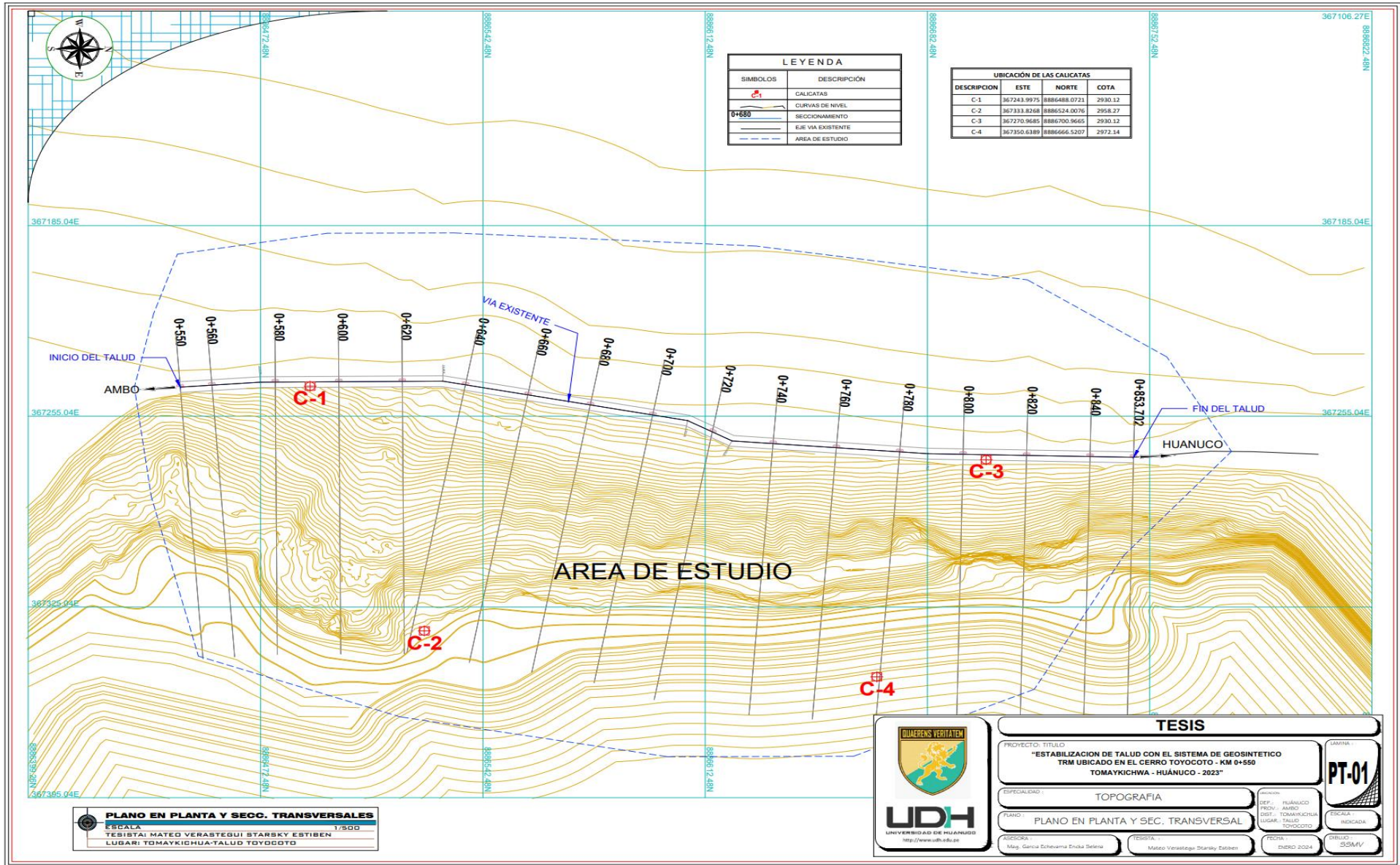
Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Mat. y Reg.Acad. – Interesado – Archivo.
BLCR/EJML/nto.

ANEXO 3
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Metodología	Población y muestra.
Problema General. ¿Se estabilizará el talud con el planteamiento de un Sistema de geosintético TRM para la estabilización del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa - Huánuco?	Objetivo general. Plantear un Sistema de geosintético TRM para la estabilización del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa - Huánuco.	Hipótesis General El sistema de geosintético TRM propiciara la estabilización del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa - Huánuco.	Variable Independiente. Estabilidad del talud.	Tipo de Investigación El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo	de Población. Superficie del suelo del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa - Huánuco
Problemas Específicos ✓ ¿Cuáles serán las propiedades físicas y mecánicas del suelo del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa - Huánuco? ✓ ¿Cuáles serán los fenómenos que intervienen en el estudio del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa - Huánuco? ✓ ¿Cuál será el factor de seguridad adecuado para la estabilización del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa - Huánuco?	Objetivos específicos. ✓ Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa - Huánuco ✓ Determinar los fenómenos que intervienen en el estudio del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa - Huánuco ✓ Determinar el factor de seguridad adecuado para la estabilización del talud en épocas de estiaje y máxima venida ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa - Huánuco	Hipótesis Específicas. ✓ Serán necesarias las propiedades físicas y mecánicas del suelo para determinar la estabilidad del talud para poder plantear el sistema de geosintético TRM. ✓ Los agentes externos como la topografía, la hidrología, geología y la sismicidad serán aspectos fundamentales para poder ver el comportamiento del sistema de geosintéticos TRM planteado en el talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa - Huánuco El factor de seguridad del talud será en situación de épocas de estiaje y situación de épocas de máxima venida, garantizando así la estabilidad de un sistema de geosintético TRM en estas épocas el talud se encuentra ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa - Huánuco	Variable Independiente. e. Sistema de geosintético TRM.	Alcance o nivel Explicativo Diseño. El presente estudio tiene un diseño experimental.	Muestra Se tomó en cuenta el muestreo no probabilístico, ya que no se tiene una población precisa de lo cual se recopilará los objetos de estudio de acuerdo al criterio del investigador. La recopilación de la toma de muestra se efectuará mediante el estudio del suelo en 4 puntos del talud ubicado en el Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa - Huánuco

ANEXO 4
PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



LEYENDA

SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN
	CALICATAS
	CURVAS DE NIVEL
	SECCIONAMIENTO
	EJE VIA EXISTENTE
	AREA DE ESTUDIO

UBICACIÓN DE LAS CALICATAS

DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	COTA
C-1	367243.9975	8886488.0721	2930.12
C-2	367333.8208	8886524.5076	2938.27
C-3	367270.9685	8886700.9665	2930.12
C-4	367350.6389	8886666.5207	2972.14

PLANO EN PLANTA Y SECC. TRANSVERSALES
 ESCALA: 1:500
 TESISISTA: MATEO VERASTEGUI STARYSKY ESTIBEN
 LUGAR: TOMAYKICHWA-TALUD TOYOCOTO



TESIS

PROYECTO: TÍTULO
 "ESTABILIZACIÓN DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTÉTICO
 TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550
 TOMAYKICHWA - HUÁNUCO - 2023"

ESPECIALIDAD: TOPOGRAFÍA

PLANO: PLANO EN PLANTA Y SEC. TRANSVERSAL

ASOCIADA: Mag. García Echevarría Encha Selenia

TESISTA: Mateo Verastegui Starysky Estiben

FECHA: DICIEMBRE 2024

GRUPO: 35AMV

LÁMINA: **PT-01**

ANEXO 5
PLANO DEL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM



PROGRESIVA	DIST (m)	VOLUMEN CORTE (m ³)
0+555	0	7
0+560	10	6
0+580	20	7
0+600	20	6
0+620	20	5
0+640	20	6
0+660	20	8
0+680	20	8
0+700	20	10
0+720	20	8
0+740	20	8
0+760	20	6
0+780	20	7
0+800	20	7
0+820	20	6
0+840	20	6
0+853.702	13.702	6
		117

SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN
(Curvas de nivel)	CURVAS DE NIVEL
(Sección)	SECCION
(Eje via existente)	EJE VIA EXISTENTE
(Área de estudio)	AREA DE ESTUDIO
(Sentido de precipitación)	SENTIDO DE PRECIPITACION
(Sistema de geosintético)	SISTEMA DE GEOSINTETICO
(Anclaje de suelo y geosintético)	ANCLAJE DE SUELO Y GEOSINTETICO

Geosintético TRM.
 En esta etapa se define usar en Geosintético TRM 500 el cual está conformado por fibras en su composición, este geosintético será usado para los diferentes puntos críticos que se tiene en el talud. Este material se adapta a las diferentes condiciones del terreno, tiene una gran resistencia a las condiciones del ambiente en las cuales nosotros podamos plantearlo.
 El cual tiene las siguientes propiedades.

Propiedades Mecánicas	Norma	Unidad	TRM 500
Resistencia a la tensión			
Elongación longitudinal	ASTM D6818	%	40
Elongación transversal	ASTM D6818	%	40
Resistencia Sentido longitudinal	ASTM D6818	kN/m	3.3
Resistencia Sentido transversal	ASTM D6818	kN/m	2.6



DETALLE DE COLOCACION DE SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM
 ESCALA: TESIBYAI MATEO VERASTEBUI STARSKY ESTIBEN
 LUGAR: TOMAYKICHWA-TALUD TOYOCCOTO

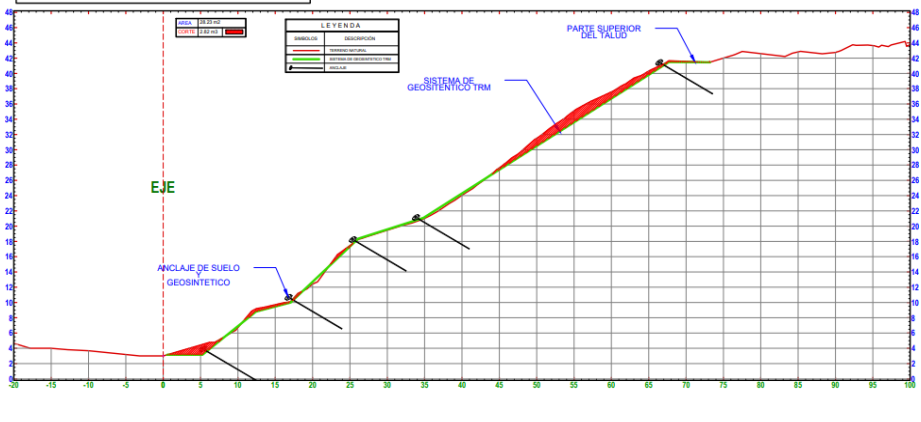


PLANO EN PLANTA DEL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM
 ESCALA: TESIBYAI MATEO VERASTEBUI STARSKY ESTIBEN 1/500
 LUGAR: TOMAYKICHWA-TALUD TOYOCCOTO

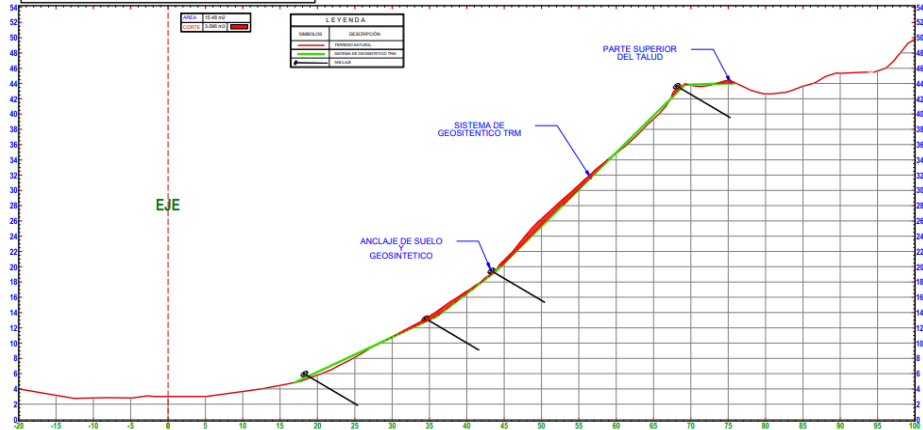


TESIS	
PROYECTO: TITULO	"ESTABILIZACION DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCCOTO - KM 9+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO - 2023"
PROFESORA:	SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM
PROFESOR:	PLANO EN PLANTA Y DETALLE DEL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM
PROFESORA:	Mag. Genara Concepcion Cruz Salazar
PROFESOR:	Mateo Verastebui Starasky Estiben
FECHA:	ENERO 2024
INSTITUTO:	CSRVY

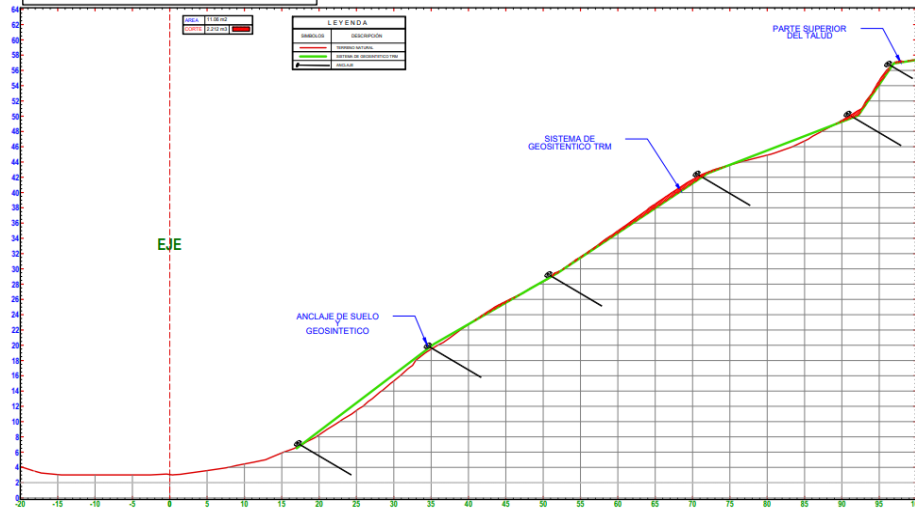
ST-TALUD TOYOCOTO → ST - 0+550 → ESC-1/200



ST-TALUD TOYOCOTO → ST - 0+560 → ESC-1/200

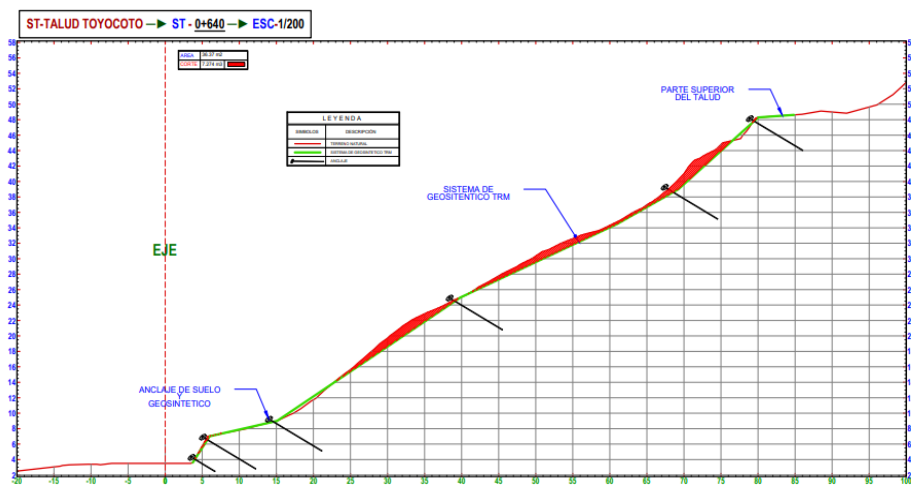
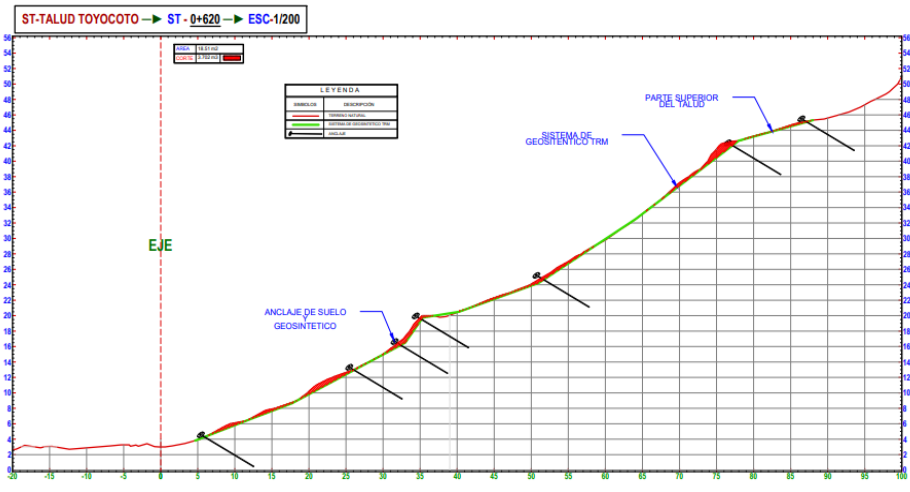
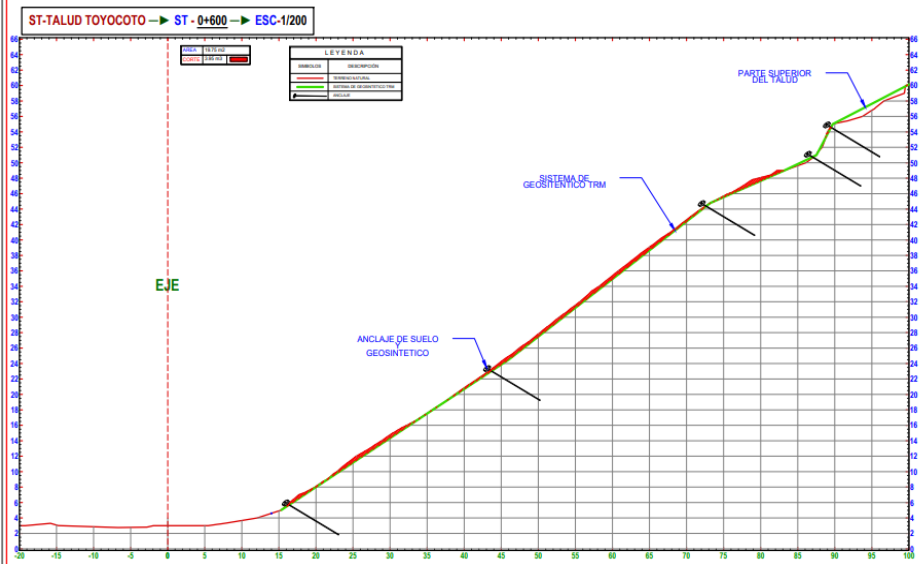


ST-TALUD TOYOCOTO → ST - 0+580 → ESC-1/200



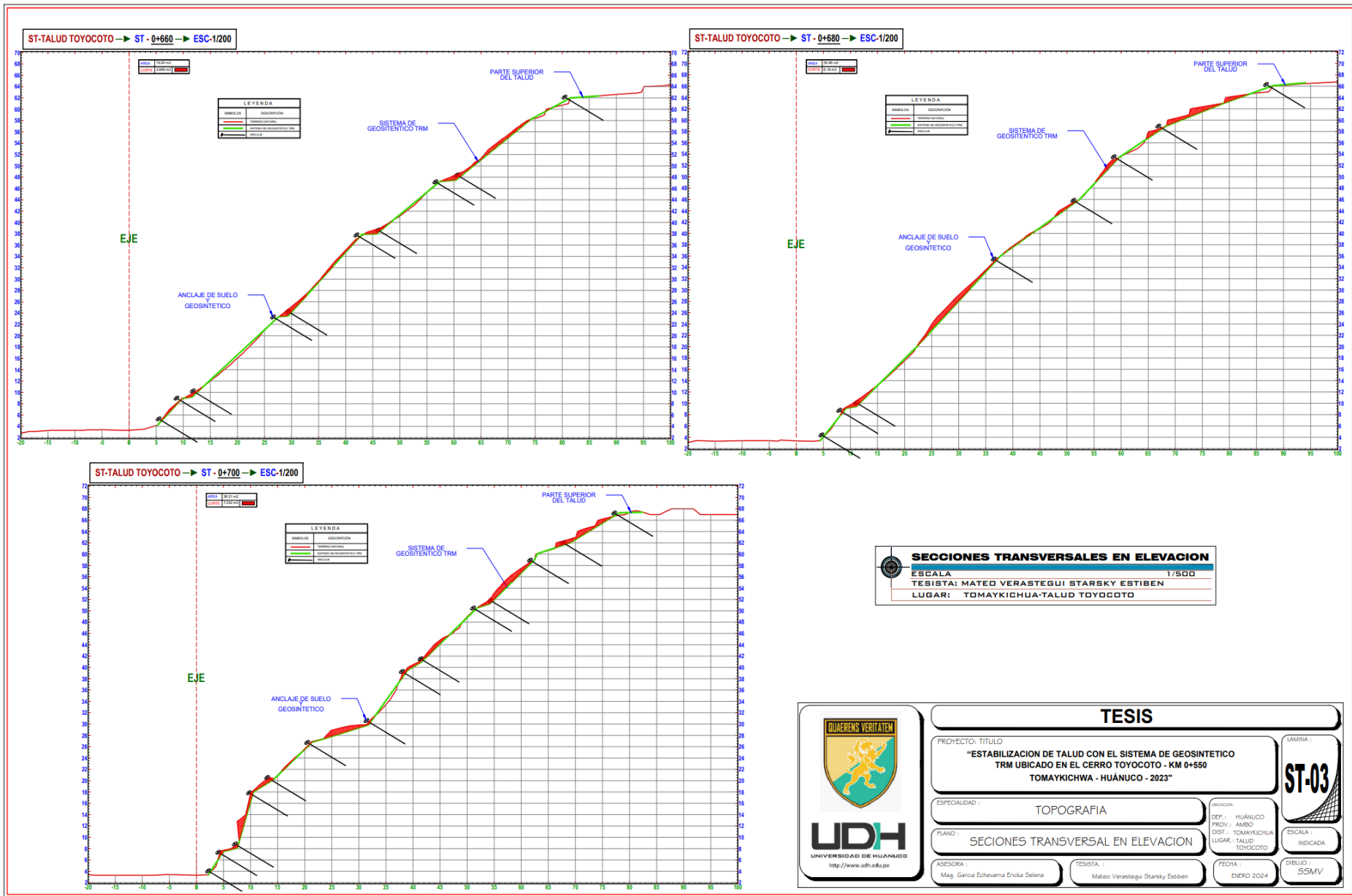
SECCIONES TRANSVERSALES EN ELEVACION
 ESCALA: 1/500
 TESISISTA: MATEO VERASTEGUI STARSKY ESTIBEN
 LUGAR: TOMAYKICHUA - TALUD TOYOCOTO

	TESIS		LÁMINA: ST-01	
	PROYECTO: TÍTULO "ESTABILIZACION DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHUA - HUÁNUCO - 2023"			ESCALA: INDICADA
	ESPECIALIDAD: TOPOGRAFIA			
	PLANO: SECCIONES TRANSVERSAL EN ELEVACION			DIBUJO: 55MV
	ASESORA: Mag. Garcia Echevarria Ericka Setena	TESISISTA: Mateo Verastegui Starsky Estiben		



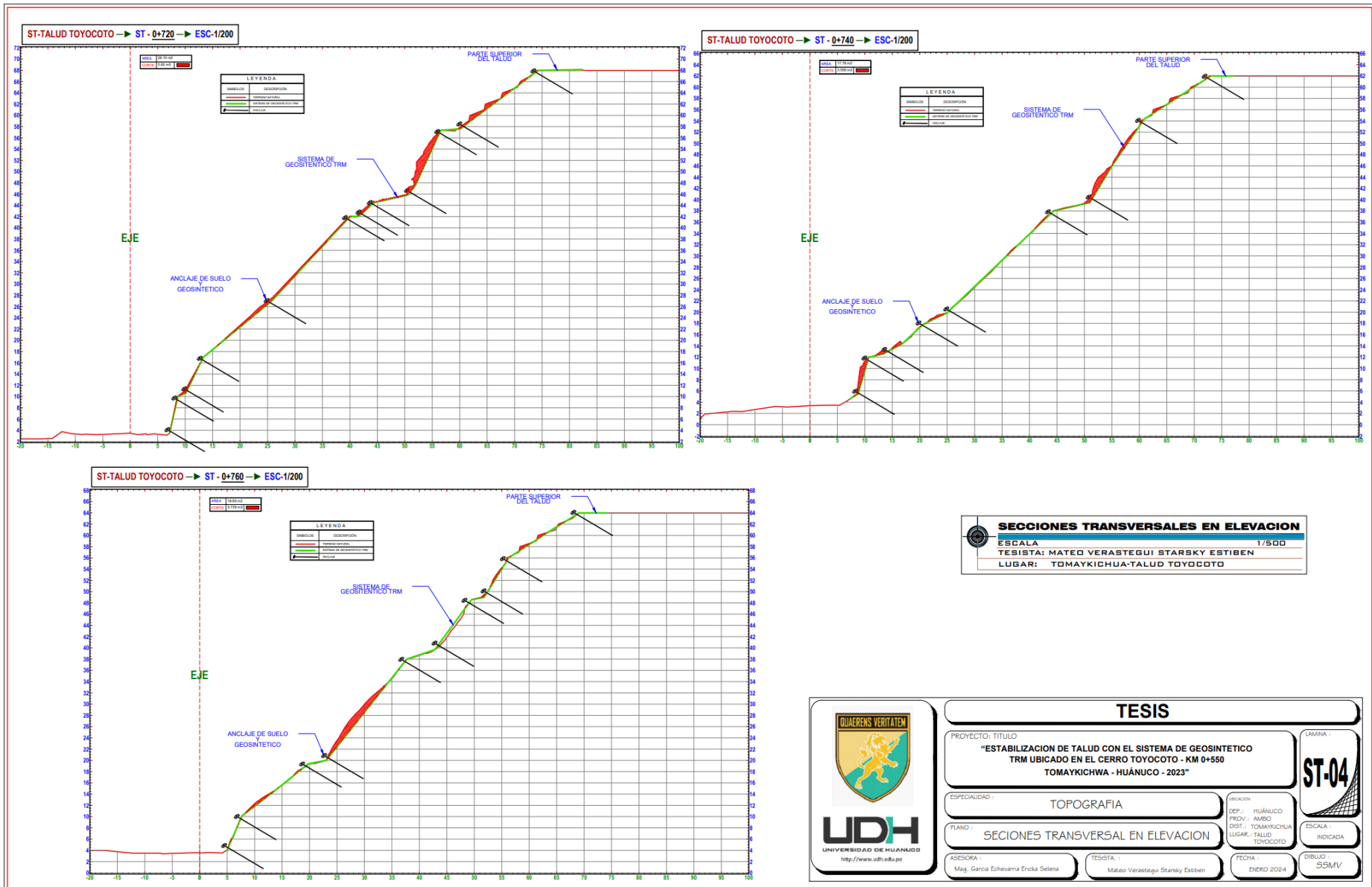
SECCIONES TRANSVERSALES EN ELEVACION
 ESCALA: 1/500
 TESISTA: MATEO VERASTEGUI STARSKY ESTIBEN
 LUGAR: TOMAYKICHWA - TALUD TOYOCOTO

	TESIS			
	PROYECTO: TITULO "ESTABILIZACION DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUÁNUCO - 2023"			ESCALA INDICADA
	ESPECIALIDAD : TOPOGRAFIA			
	PLANO : SECCIONES TRANSVERSAL EN ELEVACION			DIBUJO : SSMV
ASESORA: Mag. Garcia Echevarra Encka Selena		TESISTA : Mateo Verastegui Starsky Estiben		



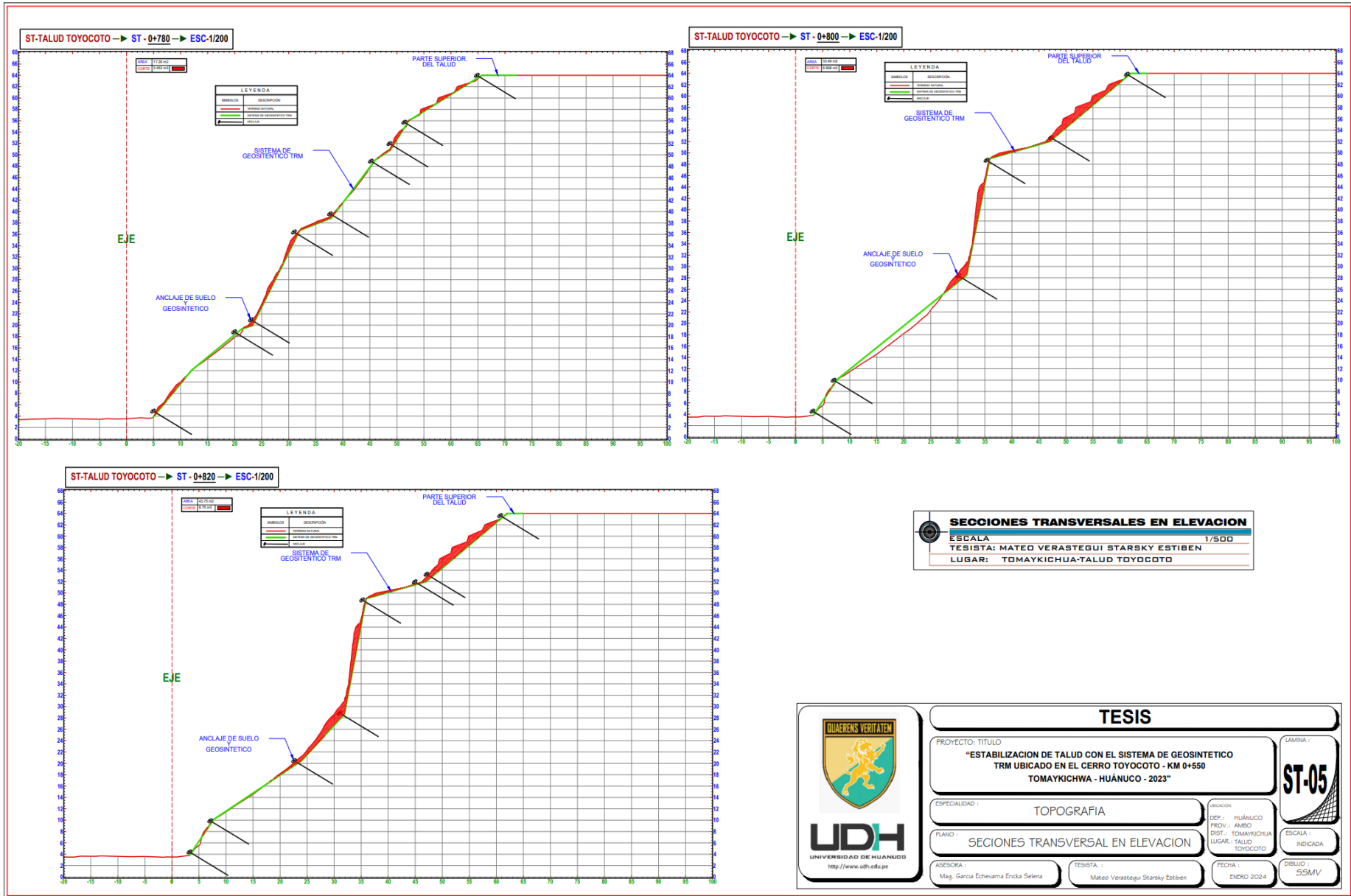
SECCIONES TRANSVERSALES EN ELEVACION
 ESCALA: 1/500
 TESISISTA: MATEO VERASTEGUI STANSKY ESTIBEN
 LUGAR: TOMAYKICHWA-TALUD TOYOCOTO

	TESIS		ST-03	
	PROYECTO: TITULO "ESTABILIZACION DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUÁNUCO - 2023"			LAMINA:
	ESPECIALIDAD: TOPOGRAFIA	ASOCIADO: HUÁNUCO PROF.: ARIÑO DIST.: TOMAYKICHWA LUGAR: TALUD TOYOCOTO		ESCALA: INDICADA
	PLANO: SECCIONES TRANSVERSAL EN ELEVACION	ASESORA: Mag. García Echevarría Encina Seisena TESISISTA: Mateo Verastegui Stansky Estiben		FECHA: ENERO 2024 DIBUJO: SCM/V



SECCIONES TRANSVERSALES EN ELEVACION
 ESCALA: 1/500
 TESISISTA: MATED VERASTEGUI STARSKY ESTIBEN
 LUGAR: TOMAYKICHUA-TALUD TOYOCOTO

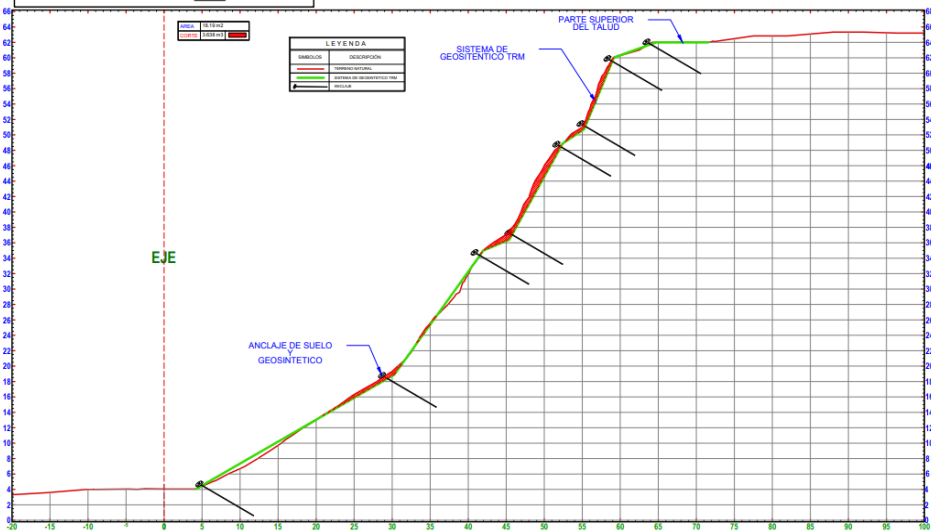
	TESIS		ST-04	
	PROYECTO: TITULO "ESTABILIZACION DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHUA - HUÁNUCO - 2023"			
	ESPECIALIDAD: TOPOGRAFIA	UBICACION: DEPT.: HUÁNUCO PROV.: AIBO DIST.: TOMAYKICHUA LUGAR: TALUD TOYOCOTO		ESCALA: INDICADA
	PLANO: SECCIONES TRANSVERSAL EN ELEVACION	TESISISTA: Mated Verastegui Starsky Estiben		FECHA: ENERO 2024
ASESORA: Mag. Garcia Echevarra Ericka Selena	DIBUJO: 95MV			



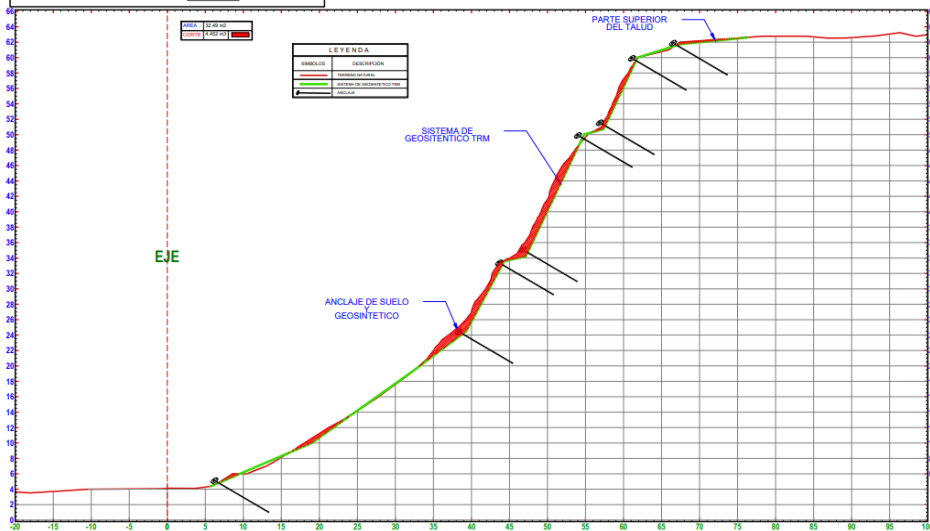
SECCIONES TRANSVERSALES EN ELEVACION
 ESCALA: 1/500
 TESISISTA: MATED VERASTEBUI STANSKY ESTIBEN
 LUGAR: TOMAYKICHUA-TALUD TOYOCOTO

	TESIS			
	PROYECTO: TITULO "ESTABILIZACION DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHUA - HUÁNUCO - 2023"			ESCALA: INDICADA
	ESPECIALIDAD: TOPOGRAFIA			DIBUJO: SSMV
	PLANO: SECCIONES TRANSVERSAL EN ELEVACION			FECHA: ENERO 2024
	ASESORA: Mag. Garcia Echevarria Enika Setena			TESISISTA: Mated Verastebui Stansky Estiben

ST-TALUD TOYOCOTO → ST - 0+840 → ESC-1/200



ST-TALUD TOYOCOTO → ST - 0+853.702 → ESC-1/200



SECCIONES TRANSVERSALES EN ELEVACION
 ESCALA: 1/500
 TESISISTA: MATEO VERASTEGUI STARSKY ESTIBEN
 LUGAR: TOMAYKICHUA-TALUD TOYOCOTO



TESIS			
PROYECTO: TITULO "ESTABILIZACION DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHUA - HUÁNUCO - 2023"			
ESPECIALIDAD: TOPOGRAFIA		UBICACION: DEP.: HUÁNUCO PROV.: PASCO DIST.: TOMAYKICHUA LUGAR: TALUD TOYOCOTO	
PLANO: SECCIONES TRANSVERSAL EN ELEVACION		ESCALA: INDICADA	
ASISORA: Mag. Garcia Echevarria Ericka Selenia		TESISISTA: Mateo Verastegu Starsky Estiben	
		FECHA: ENERO 2024	
		DIBUJO: SGMV	
			ST-06

ANEXO 6
PANEL FOTOGRAFICO



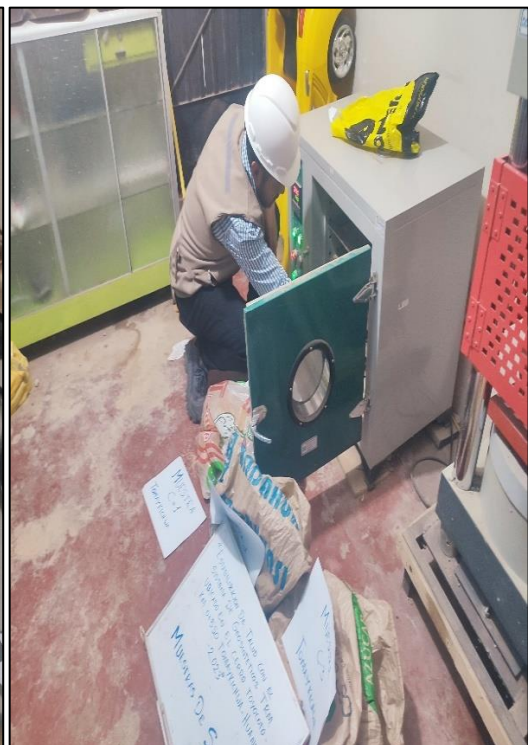
Identificación de la zona en estudio.



Identificación de la zona en estudio.



Muestras extraídas de las calicatas



Pesado y colocación de la muestra al horno.



Colocación de la muestra al horno para el secado.



Muestras en el horno para su respectivo secado.



Peso de la muestra seca obteniendo el contenido de humedad.



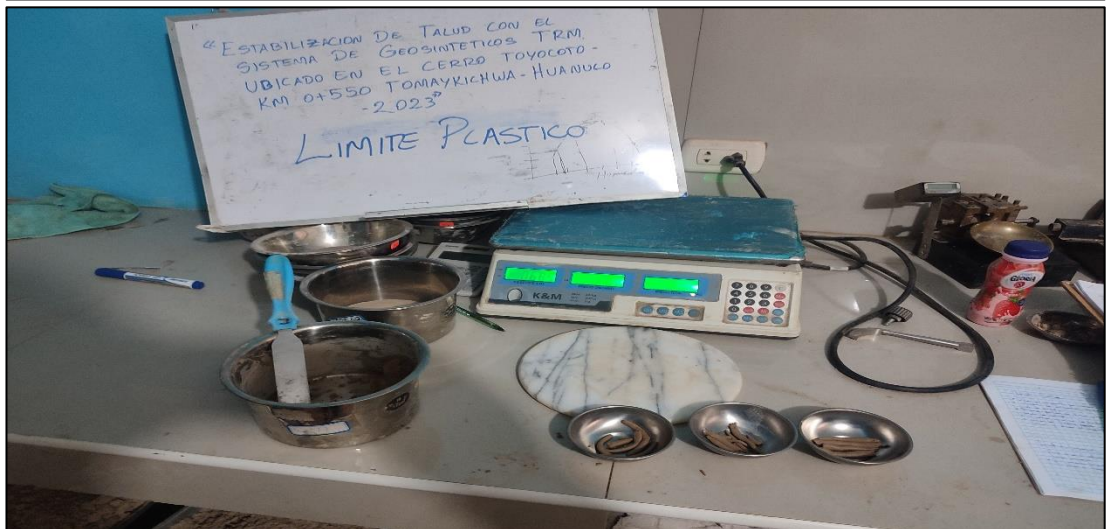
Se observa el tamizaje de las muestras.



Se realizo el tamizaje de las muestras.



Determinación del límite líquido de las muestras.



Determinación del límite plástico de las muestras.



Colocación al horno de las muestras de limite plástico.



Determinación del peso específico de las muestras.

ANEXO 7
RESULTADOS DE LABORATORIO

CALICATA 01



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 203

Proyecto : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTÉTICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Cliente : Mateo Verastegui Starcky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Material : Suelo / C - 01

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Procedencia : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Responsable : Ronal Salas Huarac

Fecha de Muestreo : 14/01/2024

Fecha de Ensayo : 15/01/2024

Calicata : N° 01

Muestra : N° 01

M-1 Prof. 3.00m

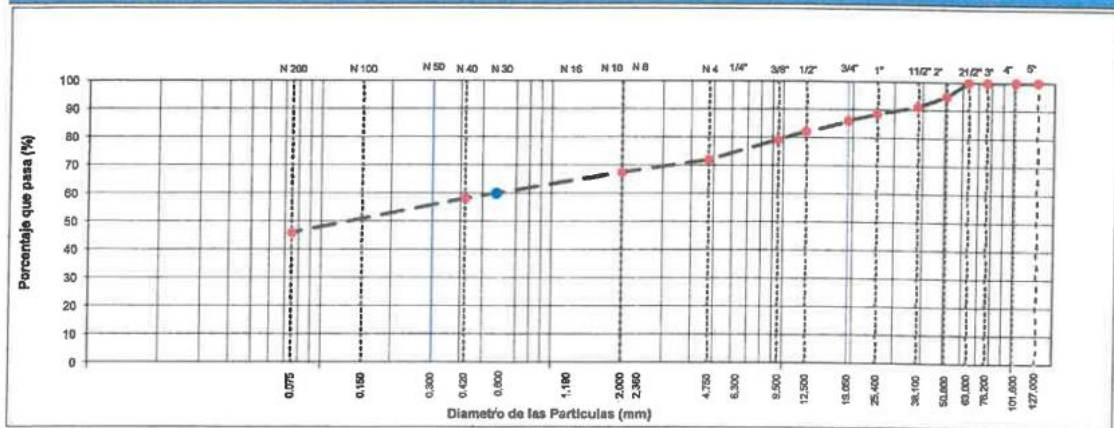
Tamaño Máximo : 2 1/2"

Peso Inicial Seco : 9723.6 g

Fracción : 778.4 g

TAMIZO	ASHTO 7-57 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000					Límite Líquido (LL) : 29.6
4"	101.600					Límite Plástico (LP) : 20.6
3"	76.200					Índice Plástico (IP) : 9.3
2 1/2"	63.300				100.0	
2"	50.800	498.3	5.1	5.1	94.9	
1 1/2"	38.100	368.3	3.8	8.9	91.1	Max. Dens. Seca : 1.854
1"	25.400	256.6	2.6	11.6	88.4	Opt. Cont. Humedad : 14.48
3/4"	19.050	228.5	2.3	13.9	86.1	
1/2"	12.500	386.9	4.0	17.9	82.1	
3/8"	9.500	297.4	3.1	20.9	79.1	% Grava : 28.1
1/4"	6.300					% Arena : 25.9
Nº 4	4.750	702.5	7.2	28.1	71.9	% Fino : 45.9
Nº 8	2.360					Cu : ---
Nº 10	2.000	48.5	4.5	32.6	67.4	Cc : ---
Nº 16	1.190					Pot. de Expansión: Líquido
Nº 20	0.840					Compresibilidad: 0.18 Baja
Nº 30	0.600					OBSERVACIONES :
Nº 40	0.420	99.8	9.2	41.8	58.2	Profundidad: 0.00 - 3.00 mt.
Nº 50	0.300					
Nº 60	0.177					
Nº 100	0.150					
Nº 200	0.075	132.4	12.2	54.1	45.9	
Platillo		497.7	45.9	100.0		

CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



La profundidad es con respecto al terreno natural existente a la fecha.

Marcos Caszely Salas Huarac
INGENIERO CIVIL
C.I.P.: 98251

Ronal Salas Huarac
Laborante en Mecánica de Suelo

Proyecto : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Ciente : Mateo Verastegui Starsky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Material : Suelo / C - 01

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Progresiva : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Calicata : N° 01

Muestra : N° 01

Responsable : Ronal Salas Huarac

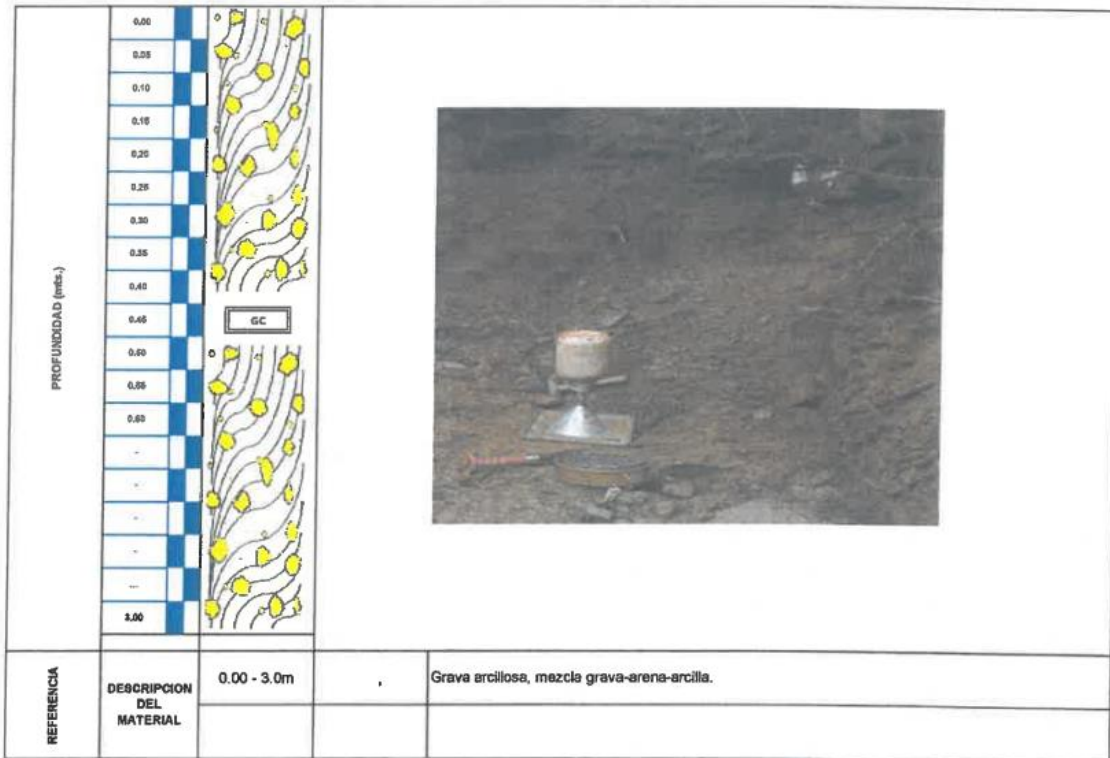
Fecha de Muestreo : 14/01/2024

Fecha de Ensayo : 15/01/2024

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE CALICATA

MATERIAL	:	Suelo / C - 01				
CALICATA	:	N° 01				
MUESTRA	:	N° 01				
LADO	:	Derecho	LL	29.83		
PROFUNDIDAD (mts.)	:	3.00	LP	9.3		
ANCHO (mts.)	:	0.60	H.N %	30.0		




 Maria Caszely Salas Huarac

 INGENIERO CIVIL
 C.I.P.: 98251


 Ronal Salas Huarac
 Laboronsta en Mecánica de Suelo



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS MTC E 108

Proyecto : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"
Cilente : Mateo Verastegui Starsky Estiben
Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa
Material : Suelo / C - 01
Muestra : Terreno de talud / M - 01
Progresiva : Calicata del Talud
Lado : Derecho

Responsable : Ronal Salas Huarac
Fecha de Muestreo : 14/01/2024
Fecha de Ensayo : 16/01/2024

Calicata : N° 01
Muestra : N° 01

DATOS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	UND	01	02	03
Número de Tara	N°			
Masa de la muestra humede+tara	g	675.1		
Masa de la muestra seca+tara	g	519.2		
Masa de la tara	g			
Masa del agua	g	155.9		
Masa de la muestra seca	g	519.2		
Contenido de humedad	%	30.0		
PROMEDIO	%		30.0	

Mateo Verastegui Starsky Estiben
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P.: 98251

Ronal Salas Huarac
 Laboronista en Mecanica de Suelo

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

MTG E 110

MTG E 111

Proyecto : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Cliente : Mateo Verastegui Starsky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomayichwa

Material : Suelo / C - 01

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Progresiva : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Calicata : N° 01

Muestra : N° 01

Responsable : Ronal Salas Huarac

Fecha de Muestreo : 14/01/2024

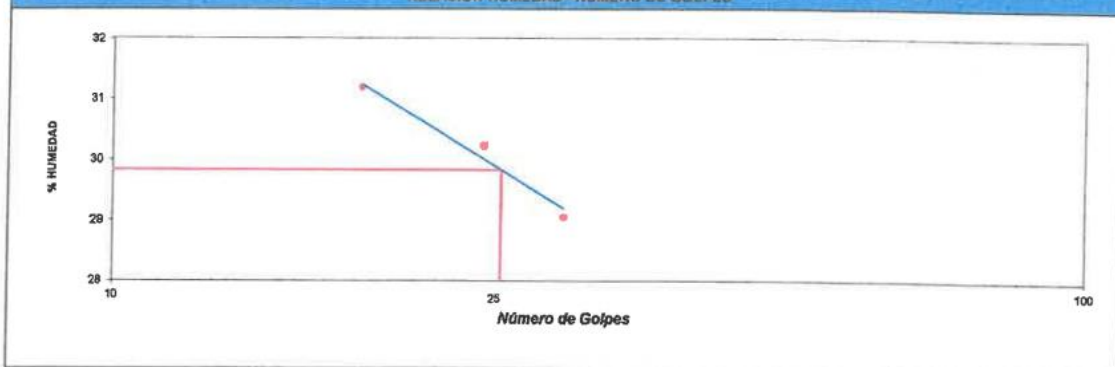
Fecha de Ensayo : 15/01/2024

Material Pasante Tamiz N° 40

DESCRIPCION	UNIDAD	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		21	18	3	9	17
Recipiente	N°					
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	29.80	30.62	32.13	15.03	14.89
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	29.15	26.66	27.70	13.69	13.60
Peso de Recipiente (C)	g	13.59	13.56	13.50	7.19	7.30
Peso del Agua (A-B)	g	3.65	3.96	4.43	1.34	1.29
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	12.56	13.10	14.20	6.50	6.30
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	29.06	30.23	31.20	20.62	20.48
Golpes	N°	29	24	18		

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	29.8	20.6	9.3

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES : Los resultados indicados de los registros de todos los pesajes realizados, se encuentran redondeados a 02 decimales, tal como establece el metodo del ensayos; sin embargo los valores se encuentran registrados con 03 decimales.

Ronal Salas Huarac
INGENIERO CIVIL
C.I.P.: 98251

Ronal Salas Huarac
Ronal Salas Huarac
Laboratista en Mecánica de Suelo

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E 206

Proyecto : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO - 2023"

Cliente : Mateo Verastegui Starsky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Materia: Suelo / C - 01

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Procedencia : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Calicata : N° 01

Muestra : N° 01

Responsable : Ronal Salas Huarac

Fecha de Muestreo : 14/01/2024

Fecha de Ensayo : 15/01/2024

AGREGADO GRUESO

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	g	639.6			
B). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	g	392.0			
C). Vol. de Masa + Vol de Vacíos = A-B	g	247.6			
D). Peso Material Seco en Estufa (105 °C)	g	623.0			
E). Vol. de Masa = C-(A-D)	g	231.0			
Peso Bulk (Base Seca) = D/C	g/cm3	2.516			
Peso Bulk (Base Saturada) = A/C	g/cm3	2.583			2.683
Peso Aparente (Base Seca) = D/E	g/cm3	2.697			
% de Absorción = ((A -D)/D)*100	%	2.86			



Marco Caszely Salas Huarac
INGENIERO CIVIL
C.I.P.: 98251



Ronal Salas Huarac
Laborantista en Mecánica de Suelo

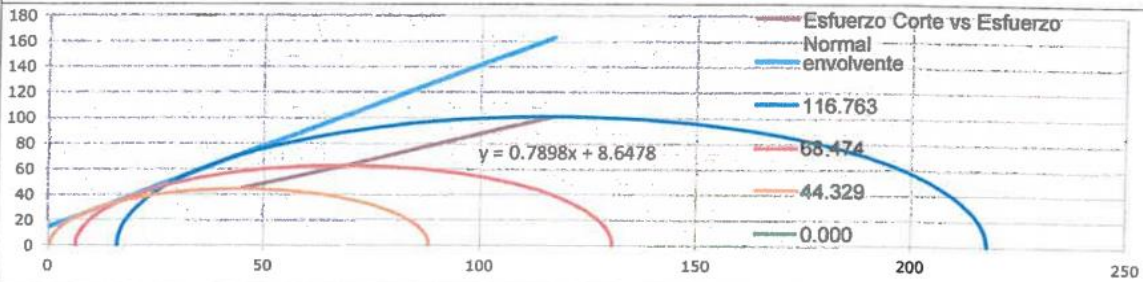
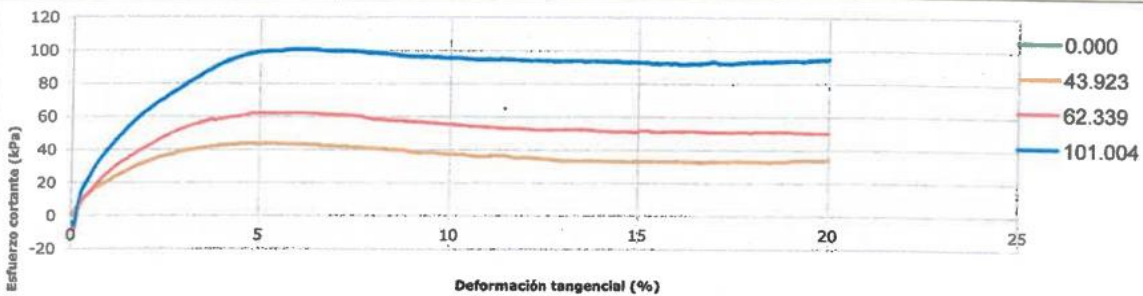
FECHA DE ENSAYO	2024-16-01	ID. MUESTRA	MATERIAL
		1	GC - Grava arcillosa, mezcla grava-arena-arcilla.

INFORMACIÓN GENERAL

No. ENSAYO	CALICATA N° 01
CLIENTE	MATEO VERASTEGUI STARKY ESTIBEN
PROYECTO	ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023
TRAMO	CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA
SONDEO	ESTABILIZACION DEL TALUD
PROFUNDIDAD	3.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

	ÍTEM 1	ÍTEM 2	ÍTEM 3	ÍTEM 4
DIÁMETRO ó LADO (mm)	50.850	50.850	50.850	0.000
PESO UNITARIO (g/cm ³)	2.032	2.032	2.032	0.000
ÁREA (mm ²)	2030.820	2030.820	2030.820	0.000
ESFUERZO NORMAL (kPa)	116.763	68.474	44.329	0.000
ESFUERZO DE CORTE (kPa)	101.004	62.339	43.923	0.000
COHESIÓN (kPa)	8.648	OBSERVACIONES		
ÁNGULO DE FRICCIÓN	38.303			



Marcos Caszely Salas Huarac
INGENIERO CIVIL
C.I.P.: 93251

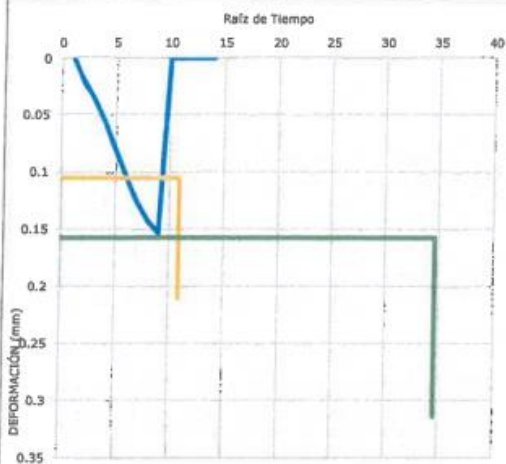
Ronal Salas Huarac
Laboratista en Mecánica de Suelo

No. ENSAYO

CALICATA N° 01

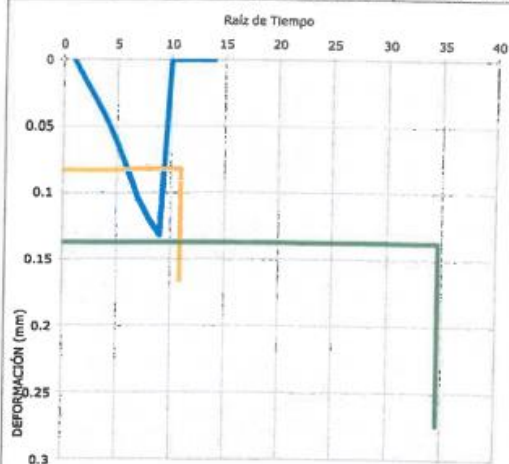
CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 1

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
	0.105	0.105	0.157
0.097	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	119.006281	119.006281	1199.029129



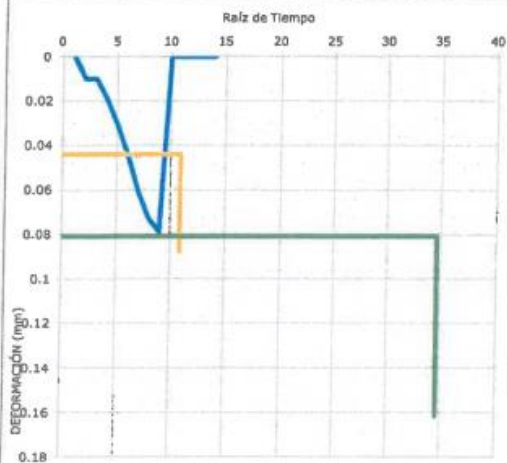
CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 2

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
	0.083	0.083	0.137
0.072	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	119.006281	119.006281	1199.029129



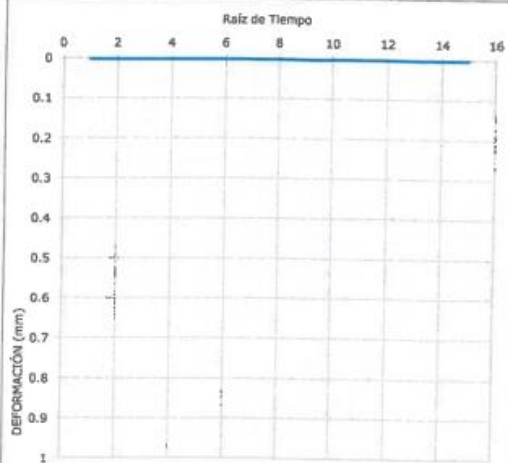
CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 3

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
	0.044	0.044	0.081
0.037	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	119.006281	119.006281	1199.029129



CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 4

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
	0	0	0
0	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	0	0	0



OBSERVACIONES :

Los resultados de los parametros de cohesion y angulo de friccion del suelo del presente reporte, podran ser reinterpretados en caso de ser considerado pertinente por un profesional especialista en geotecnía.


 INGENIERO CIVIL
 C.I.P.: 98251


Ronal Salas Huarac
 Laboratorio en Mecánica de Suelo

CALICATA 02



LABORATORIO DE SUELOS
"INGPROY Cyc" SAC
INGENIERIA Y CONSTRUCTORA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204

Proyecto : ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023*

Cliente : Mateo Varastegui Staraky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Material : Suelo / C - 02

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Procedencia : Calicata del Talud

Lado : Derecho

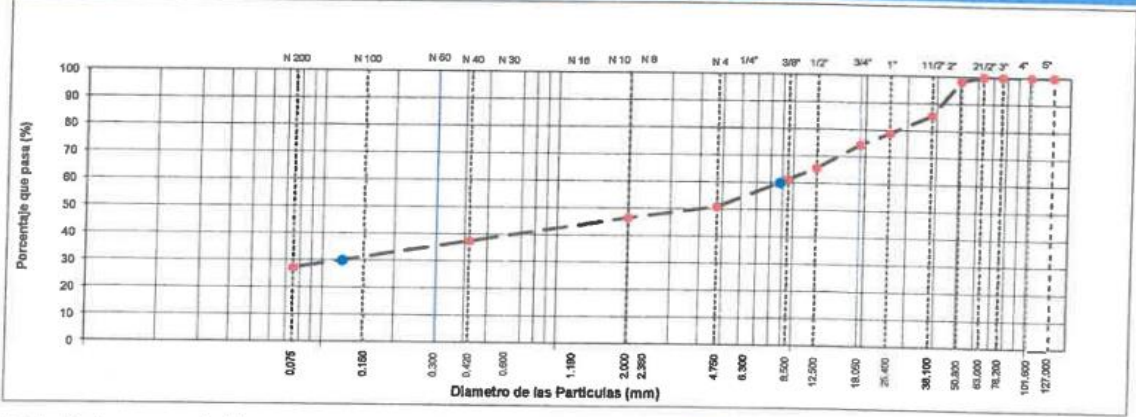
Responsable : Ronal Salas Huarac
Fecha de Muestreo : 14/01/2024
Fecha de Ensayo : 15/01/2024

Calicata : N° 02
Muestra : N° 01 M-1 Prof. 3.00m

Tamaño Máximo : 2 1/2"
Peso Inicial Seco : 9760.6 g
Fracción : 789.6 g

TAMIZ	ABRILTO 1-37 (mm)	RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000					Límite Líquido (LL) : 26.9
4"	101.600					Límite Plástico (LP) : 19.6
3"	76.200					Índice Plástico (IP) : 7.3
2 1/2"	63.300				100.0	
2"	50.800	163.5	1.7	1.7	98.3	
1 1/2"	38.100	1257.7	12.9	14.6	85.4	Max. Dens. Seca : 2.031
1"	25.400	653.5	6.7	21.3	78.7	Opt. Cont. Humedad : 10.30
3/4"	19.050	419.7	4.3	25.6	74.4	
1/2"	12.500	861.2	8.8	34.4	65.6	
3/8"	9.500	432.6	4.4	38.8	61.2	
1/4"	6.300					% Grava : 49.2 Contenido de Humedad (%)
Nº 4	4.750	1009.2	10.3	49.2	50.8	% Arena : 23.7
Nº 8	2.360					% Fino : 27.2 Índice de Consistencia
Nº 10	2.000	67.5	4.3	53.5	46.5	Cu : --- Índice de Consistencia
Nº 16	1.190					Cc : --- Índice de Consistencia
Nº 20	0.840					Pot. de Expansión: Muy Blando
Nº 30	0.600					Compresibilidad: 0.15 Baja
Nº 40	0.420	141.5	9.1	62.6	37.4	OBSERVACIONES :
Nº 60	0.300					Profundidad: 0.00 - 3.00 mt.
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.150					
Nº 200	0.075	158.5	10.2	72.8	27.2	
Plástico		422.1	27.2	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA



La profundidad es con respecto al terreno natural existente a la fecha.


Ronal Salas Huarac
INGENIERO CIVIL
C.I.P.: 98251


Ronal Salas Huarac
Laborante en Mecanica de Suelo

Proyecto : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Cliente : Mateo Verastegui Starsky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Material : Suelo / C - 02

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Progresiva : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Calicata : N° 02

Muestra : N° 01

Responsable : Ronal Salas Huarac

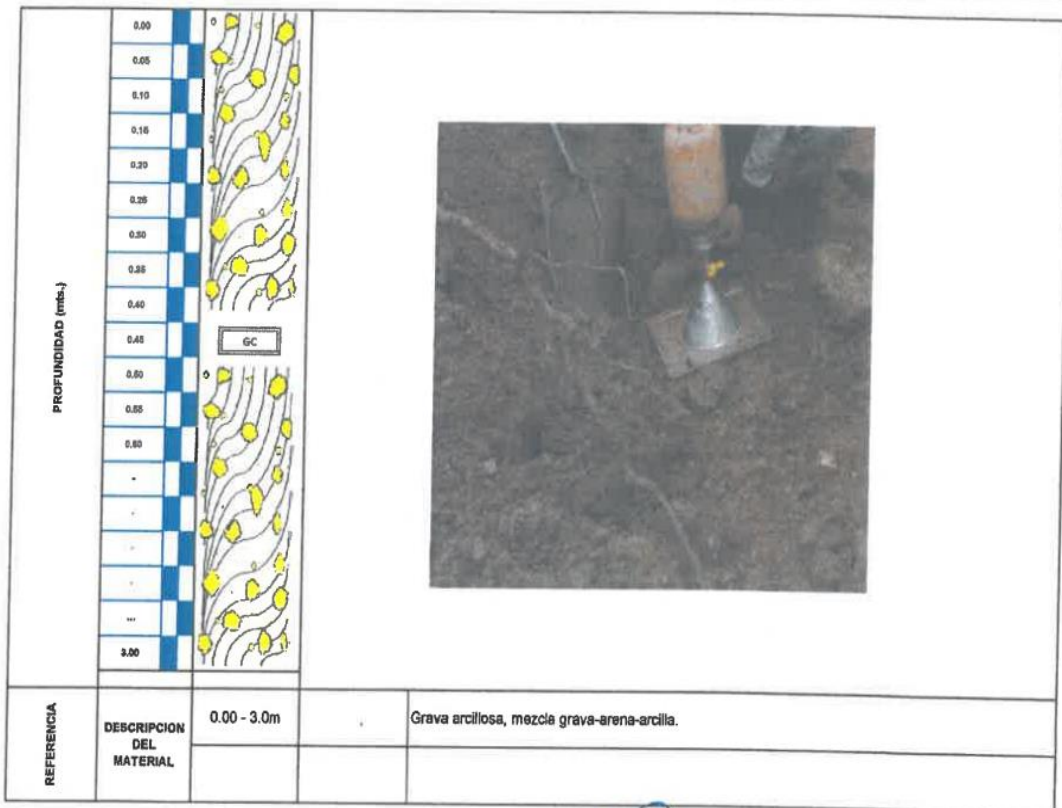
Fecha de Muestreo : 14/01/2024

Fecha de Ensayo : 15/01/2024

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE CALICATA

MATERIAL	::	Suelo / C - 02					
CALICATA	::	N° 02					
MUESTRA	::	N° 01					
LADO	::	Derecho	L.L	26.90			
PROFUNDIDAD (mts.)	::	3.00	I.P	7.3			
ANCHO (mts.)	::	0.60	H.N %	24.4			




 Ronal Salas Huarac
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P.: 98251


 Ronal Salas Huarac
 Laboratorista en Mecánica de Suelo



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS MTC E 108

Proyecto : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"
Cliente : Mateo Verastegui Starsky Estiben
Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa
Material : Suelo / C - 02
Muestra : Terreno de talud / M - 01
Progresiva : Calicata del Talud
Lado : Derecho

Responsable : Ronal Salas Huarac
Fecha de Muestreo : 14/01/2024
Fecha de Ensayo : 16/01/2024

Calicata : N° 02
Muestra : N° 01

DATOS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	UND	01	02	03
Número de Tara	N°			
Masa de la muestra húmeda+tara	g	804.0		
Masa de la muestra seca+tara	g	646.1		
Masa de la tara	g			
Masa del agua	g	157.9		
Masa de la muestra seca	g	646.1		
Contenido de humedad	%	24.4		
PROMEDIO	%		24.4	


 Ronal Salas Huarac
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P.: 98251


 Ronal Salas Huarac
 Laboratorista en Mecánica de Suelo

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

MTC E 110
MTC E 111

Proyecto : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Cliete : Mateo Verastegui Starsky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykchwa

Materia : Suelo / C - 02

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Progresiva : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Calicata : N° 02

Muestra : N° 01

Responsable : Ronal Salas Huarac

Fecha de Muestreo : 14/01/2024

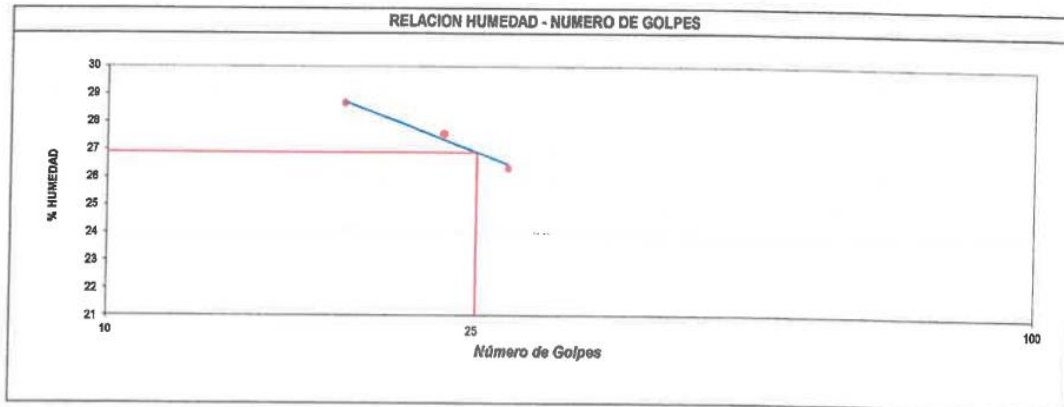
Fecha de Ensayo : 15/01/2024

Material Pasante Tamiz N° 40

DESCRIPCION	UNIDAD	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		15	6	5	2	22
Recipiente	N°					
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	27.20	29.80	30.38	15.13	14.87
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	24.35	26.28	26.61	13.84	13.71
Peso de Recipiente (C)	g	13.53	13.52	13.47	7.23	7.28
Peso del Agua (A-B)	g	2.85	3.52	3.77	1.29	1.28
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	10.82	12.76	13.14	6.61	6.43
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	26.34	27.59	28.69	19.52	19.60
Golpes	N°	27	23	18		

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	26.9	19.6	7.3

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES : Los resultados indicados de los registros de todos los pesajes realizados, se encuentran redondeados a 02 decimales, tal como establece el metodo del ensayo; sin embargo los valores se encuentran registrados con 03 decimales.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PESEO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E 205

Proyecto : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Cliente : Mateo Verastegui Stansky Estiben

Tramo : Carro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Material : Suelo / C - 02

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Progresiva : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Calicata : N° 02

Muestra : N° 01

Responsable : Ronal Salas Huarac

Fecha de Muestreo : 14/01/2024

Fecha de Ensayo : 15/01/2024

AGREGADO GRUESO

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	g	646.0			
B). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	g	396.0			
C). Vol. de Masa + Vol de Vacíos = A-B	g	250.0			
D). Peso Material Seco en Estufa (105 °C)	g	630.0			
E). Vol. de Masa = C-(A-D)	g	234.0			
Peso Bulk (Base Seca) = D/C	g/cm ³	2.520			
Peso Bulk (Base Saturada) = A/C	g/cm ³	2.584			2.684
Peso Aparente (Base Seca) = D/E	g/cm ³	2.692			
% de Absorción = ((A -D)/D)*100	%	2.54			



Ronal Salas Huarac
INGENIERO CIVIL
C.I.P.: 98251



Ronal Salas Huarac
Laboronista en Mecánica de Suelo

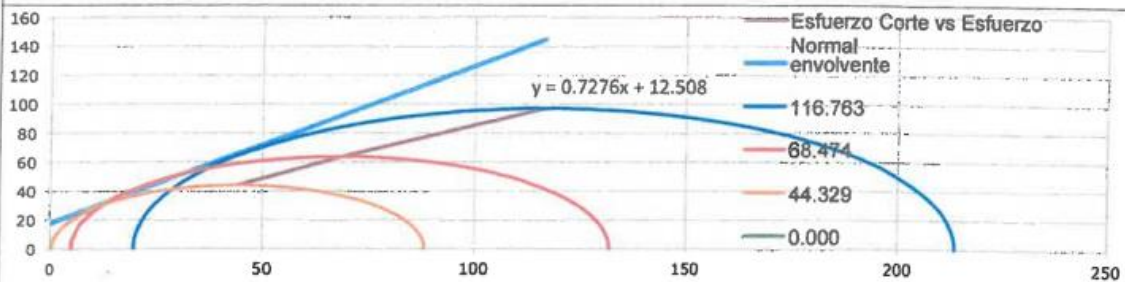
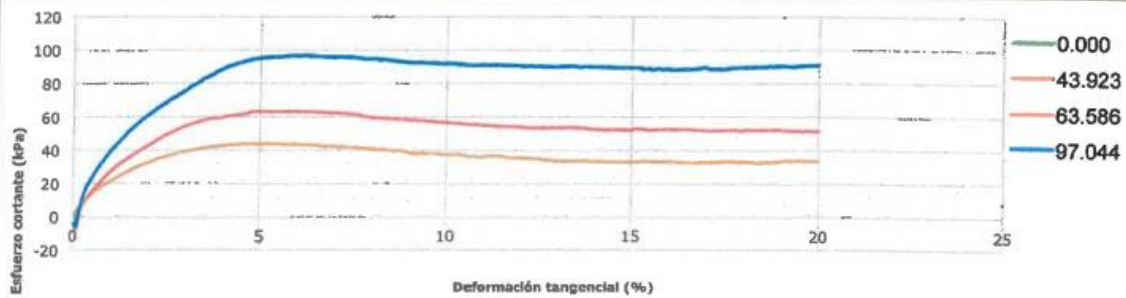
FECHA DE ENSAYO	2024-16-01	ID. MUESTRA	MATERIAL
		1	GC - Grava arcillosa, mezcla grava-arena-arcilla.

INFORMACIÓN GENERAL

No. ENSAYO	CALICATA N° 02
CLIENTE	MATEO VERASTEGUI STARSKY ESTIBEN
PROYECTO	ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHTWA - HUANUCO -2023
TRAMO	CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHTWA
SONDEO	ESTABILIZACION DEL TALUD
PROFUNDIDAD	3.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

	ÍTEM 1	ÍTEM 2	ÍTEM 3	ÍTEM 4
DIÁMETRO ó LADO (mm)	50.850	50.850	50.850	0.000
PESO UNITARIO (g/cm ³)	1.844	1.844	1.844	0.000
ÁREA (mm ²)	2030.820	2030.820	2030.820	0.000
ESFUERZO NORMAL (kPa)	116.763	68.474	44.329	0.000
ESFUERZO DE CORTE (kPa)	97.044	63.586	43.923	0.000
COHESIÓN (kPa)	12.508	OBSERVACIONES		
ÁNGULO DE FRICCIÓN	36.039			




 Ronal Salas Huarac
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P.: 98251

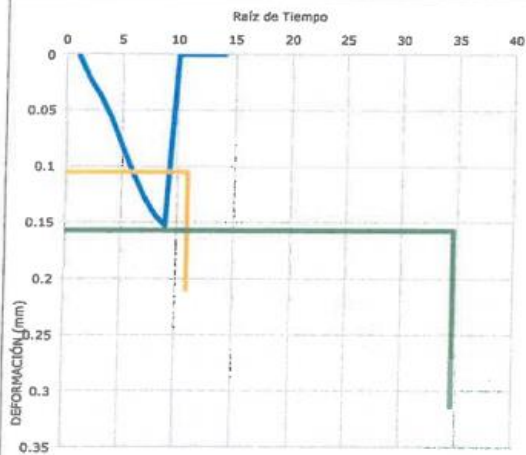

 Ronal Salas Huarac
 Laborantista en Mecánica de Suelo

No. ENSAYO

CALICATA N° 02

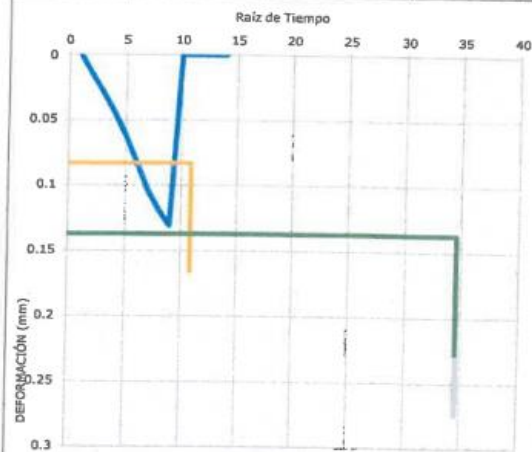
CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 1

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
	0.105	0.105	0.157
0.097	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	119.006281	119.006281	1199.029129



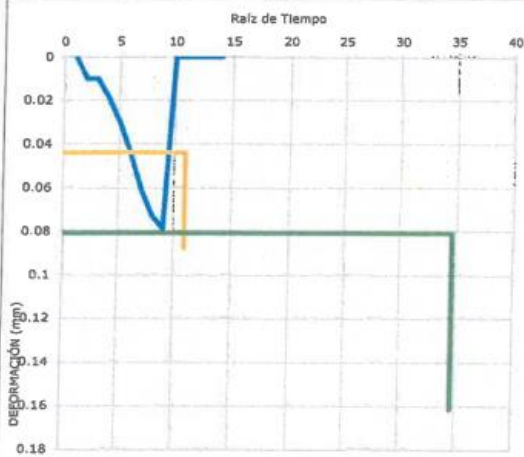
CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 2

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
	0.083	0.083	0.137
0.072	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	119.006281	119.006281	1199.029129



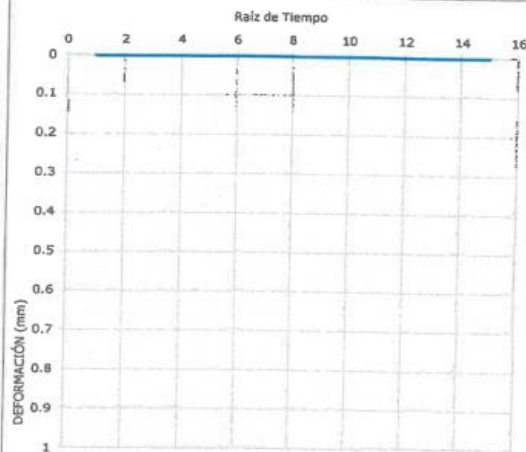
CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 3

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
	0.044	0.044	0.081
0.037	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	119.006281	119.006281	1199.029129



CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 4

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
	0	0	0
0	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	0	0	0



OBSERVACIONES:

Los resultados de los parametros de cohesion y angulo de friccion del suelo del presente reporte, podran ser reinterpretados en caso de ser considerado pertinente por un profesional especialista en geotecnica.



Ronal Salas Huarac
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P.: 98251



Ronal Salas Huarac
 Laboratorio de Mecánica de Suelo

CALICATA 03



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 204

Obra : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Cliente : Mateo Verastegui Staraky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Material : Suelo / C - 03

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Procedencia : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Responsable : Ronal Salas Huarac

Fecha de Muestreo : 14/01/2024

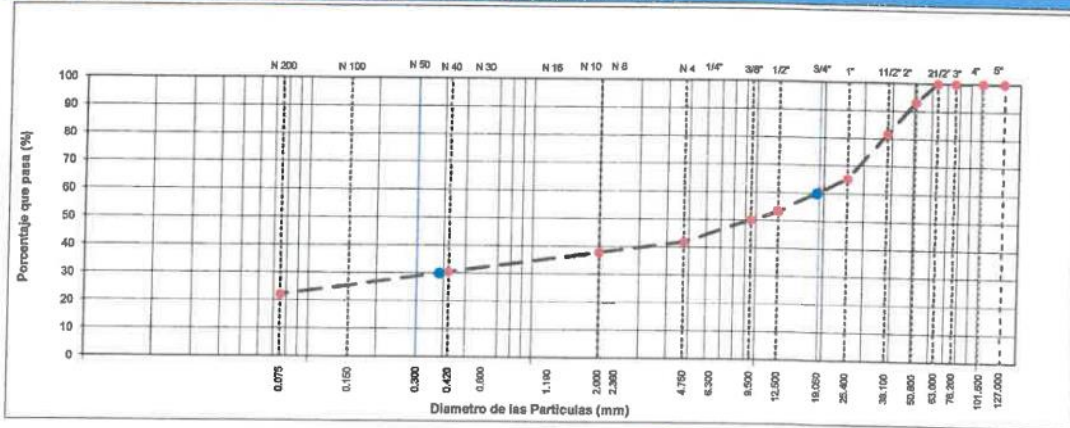
Fecha de Ensayo : 15/01/2024

Calicata : N° 03
Muestra : N° 01 M-1 Prof. 3.00m

Tamaño Máximo : 2 1/2"
Peso Inicial Seco : 12275.7 g
Fracción : 803.2 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	REFERENDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000					Límite Líquido (LL) : 29.1
4"	101.600					Límite Plástico (LP) : 20.0
3"	76.200					Índice Plástico (IP) : 9.0
2 1/2"	63.300				100.0	
2"	50.800	840.0	6.8	6.8	93.2	
1 1/2"	38.100	1430.6	11.7	18.5	81.5	Max. Dens. Seca : 1.991
1"	25.400	1994.0	16.2	34.7	65.3	Opt. Cont. Humedad : 12.30
3/4"	19.050	595.3	4.8	39.6	60.4	
1/2"	12.500	835.3	6.8	46.4	53.6	
3/8"	9.500	436.9	3.6	50.0	50.0	
1/4"	6.300					
N° 4	4.750	1009.6	8.2	58.2	41.8	% Grava : 58.2
N° 8	2.360					% Arena : 19.7
N° 10	2.000	75.6	3.9	62.1	37.9	% Fino : 22.2
N° 16	1.190					Cu : ---
N° 20	0.840					Cc : ---
N° 30	0.600					Pot. de Expansión: Bajo
N° 40	0.420	142.5	7.4	69.5	30.5	Compresibilidad: 0.17
N° 50	0.300					OBSERVACIONES :
N° 80	0.177					Profundidad: 0.00 - 3.00 mt.
N° 100	0.150					
N° 200	0.075	159.5	8.3	77.8	22.2	
Platillo		425.6	22.2	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA



La profundidad es con respecto al terreno natural existente a la fecha.

Mary Cassady Salas Huarac
INGENIERO CIVIL
C.I.P.: 98251

Ronal Salas Huarac
Laborantista en Mecánica de Suelo

Proyecto : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Cliente : Mateo Verastegui Starsky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Material : Suelo / C - 03

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Progresiva : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Calicata : N° 03

Muestra : N° 01

Responsable : Ronal Salas Huarac

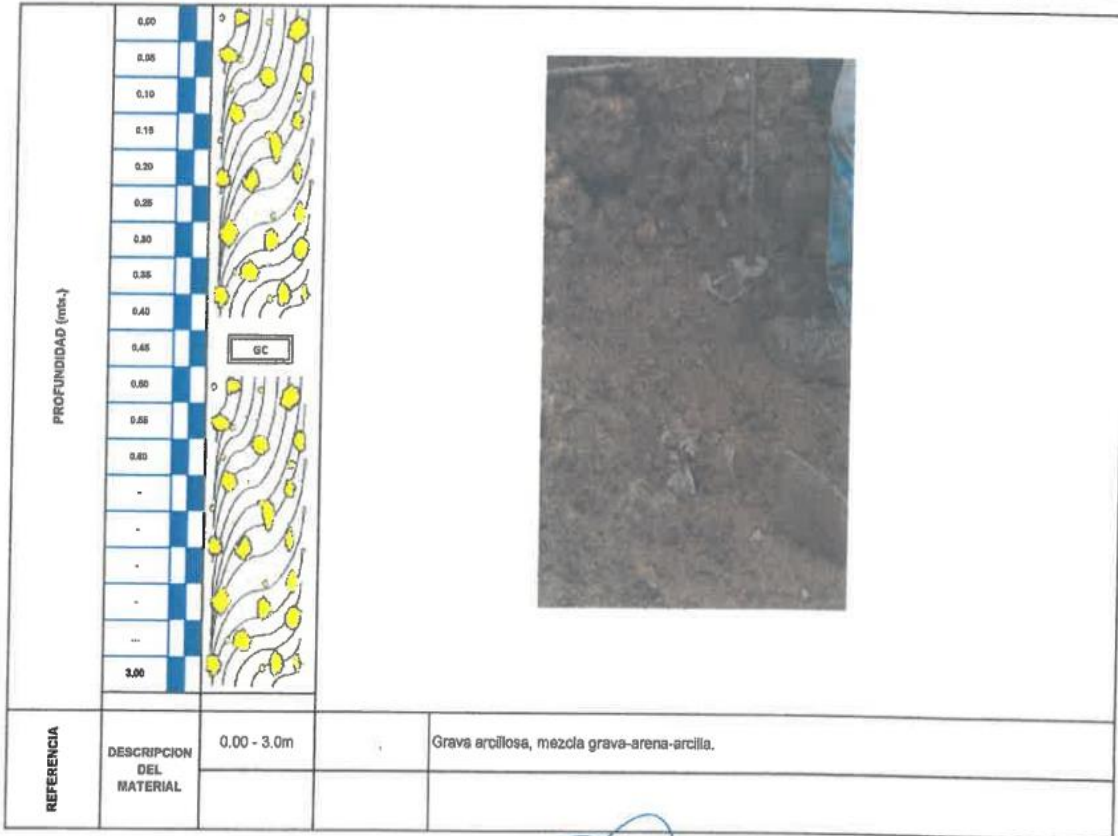
Fecha de Muestreo : 14/01/2024

Fecha de Ensayo : 15/01/2024

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REGISTRO DE CALICATA

MATERIAL	..	Suelo / C - 03					
CALICATA	..	N° 03					
MUESTRA	..	N° 01					
LADO	..	Derecho	LL	29.06			
PROFUNDIDAD (mts.)	..	3.00	LP	9.0			
ANCHO (mts.)	..	0.60	HN %	24.5			



Marcos Caszely Salas Huarac
INGENIERO CIVIL
 C.I.P.: 98251

Ronal Salas Huarac
Ronal Salas Huarac
 Laboratorio en Mecanica de Suelo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS MTC E 108

Obra : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTÉTICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Cliente : Mateo Verastegui Starsky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Material : Suelo / C - 03

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Procedencia : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Calicata : N° 03

Muestra : N° 01


Responsable : Ronal Salas Huarac

Fecha de Muestreo : 14/01/2024

Fecha de Ensayo : 16/01/2024

DATOS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	UND	01	02	03
Número de Tara	N°			
Masa de la muestra húmeda+tara	g	776.9		
Masa de la muestra seca+tara	g	624.1		
Masa de la tara	g			
Masa del agua	g	152.8		
Masa de la muestra seca	g	624.1		
Contenido de humedad	%	24.5		
PROMEDIO	%		24.5	


 Ronal Salas Huarac
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P.: 98251



Ronal Salas Huarac
 Laboratorista en Mecánica de Suelo

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
MTC E 110
MTC E 111

Obra : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Cliente : Mateo Verastegui Starsky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Material : Suelo / C - 03

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Procedencia : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Calicata : N° 03

Muestra : N° 01

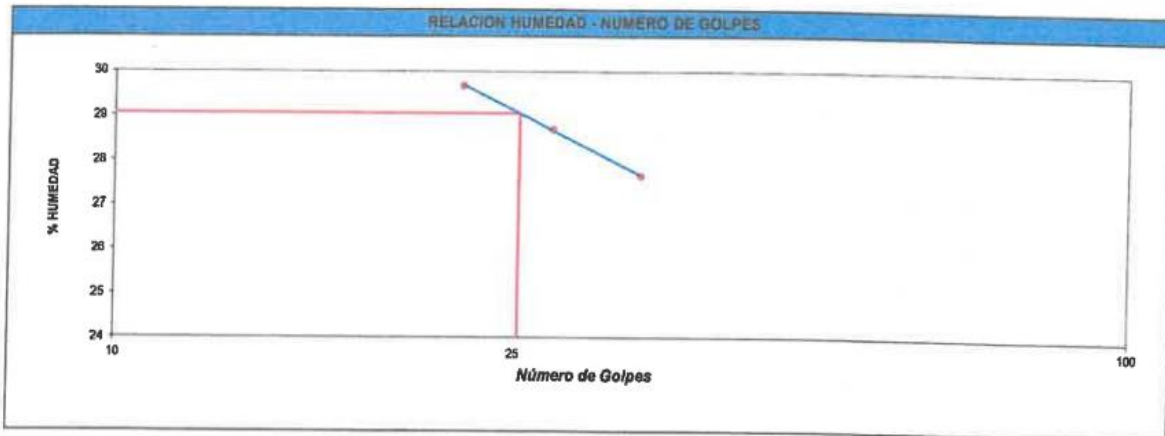
Responsable : Ronal Salas Huarac

Fecha de Muestreo : 14/01/2024

Fecha de Ensayo : 15/01/2024

		Material Pasante Tamiz N° 40					
DESCRIPCION	UNIDAD	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
		24	16	4	20	25	
Recipiente	N°						
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	27.28	28.82	28.95	14.93	14.84	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	24.29	25.41	25.42	13.68	13.59	
Peso de Recipiente (C)	g	13.48	13.53	13.53	7.32	7.35	
Peso del Agua (A-B)	g	2.99	3.41	3.53	1.27	1.25	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	10.81	11.88	11.89	6.34	6.24	
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	27.66	28.70	29.68	20.03	20.03	
Golpes	N°	33	27	22			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	29.1	20.0	



OBSERVACIONES : Los resultados indicados de los registros de todos los pesajes realizados, se encuentran redondeados a 02 decimales, tal como establece el metodo de ensayos; sin embargo los valores se encuentran registrados con 03 decimales.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E 205

Obra : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Cliete : Mateo Verastegui Starsky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Material : Suelo / C - 03

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Procedencia : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Calicata : N° 03

Muestra : N° 01

Responsable : Ronal Salas Huarac

Fecha de Muestreo : 14/01/2024

Fecha de Ensayo : 15/01/2024

AGREGADO GRUESO

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	g	630.4			
B). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	g	379.2			
C). Vol. de Masa + Vol de Vacíos = A-B	g	251.2			
D). Peso Material Seco en Estufa (105 °C)	g	615.0			
E). Vol. de Masa = C-(A-D)	g	235.8			
Peso Bulk (Base Seca) = D/C	g/cm ³	2.448			
Peso Bulk (Base Saturada) = A/C	g/cm ³	2.510			
Peso Aparente (Base Seca) = D/E	g/cm ³	2.608			
% de Absorción = ((A -D)/D)* 100	%	2.50			
					2.510



Ronal Salas Huarac
INGENIERO CIVIL
C.I.P.: 98251



Ronal Salas Huarac
Laboratorista en Mecánica de Suelo

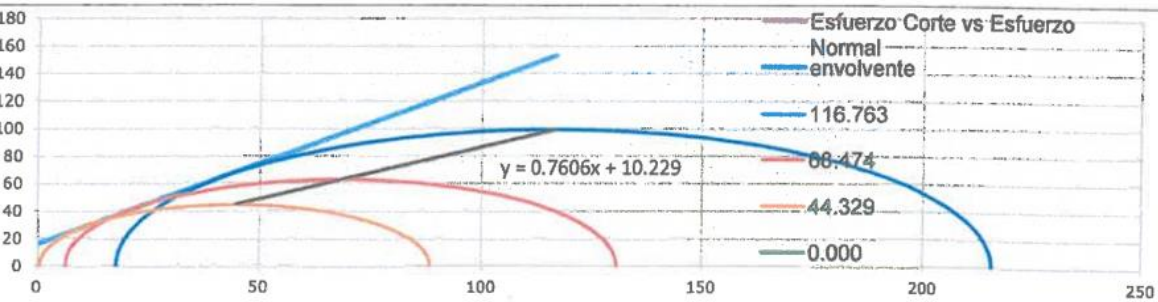
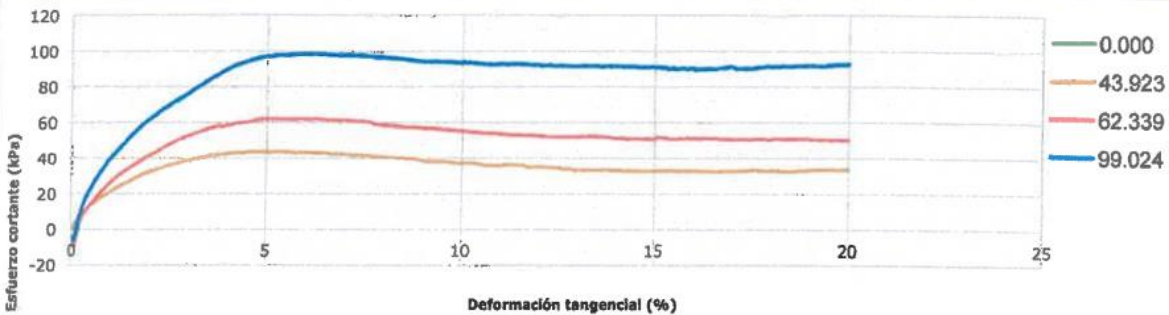
FECHA DE ENSAYO	2024-16-01	ID. MUESTRA	MATERIAL
		1	GC - Grava arcillosa, mezcla grava-arena-arcilla.

INFORMACIÓN GENERAL

No. ENSAYO	CALICATA N° 03
CLIENTE	MATEO VERASTEGUI STARSKY ESTIBEN
PROYECTO	ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023
TRAMO	CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA
SONDEO	ESTABILIZACION DEL TALUD
PROFUNDIDAD	3.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

	ÍTEM 1	ÍTEM 2	ÍTEM 3	ÍTEM 4
DIÁMETRO ó LADO (mm)	50.850	50.850	50.850	0.000
PESO UNITARIO (g/cm ³)	1.869	1.869	1.869	0.000
ÁREA (mm ²)	2030.820	2030.820	2030.820	0.000
ESFUERZO NORMAL (kPa)	116.763	68.474	44.329	0.000
ESFUERZO DE CORTE (kPa)	99.024	62.339	43.923	0.000
COHESIÓN (kPa)	10.229	OBSERVACIONES		
ÁNGULO DE FRICCIÓN	37.255			



Ronal Salas Huarac
INGENIERO CIVIL
C.I.P.: 98251

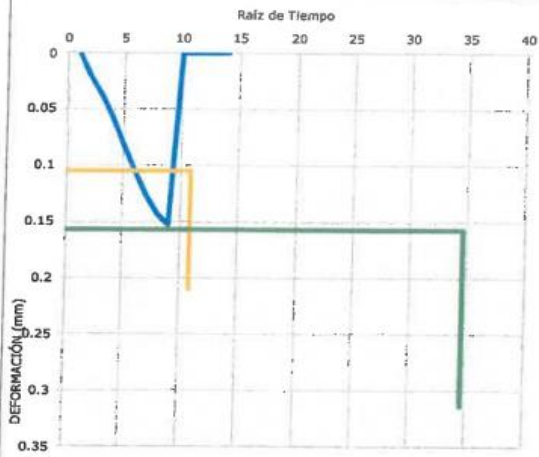
Ronal Salas Huarac
Laboratorio en Mecánica de Suelo

No. ENSAYO

CALICATA N° 03

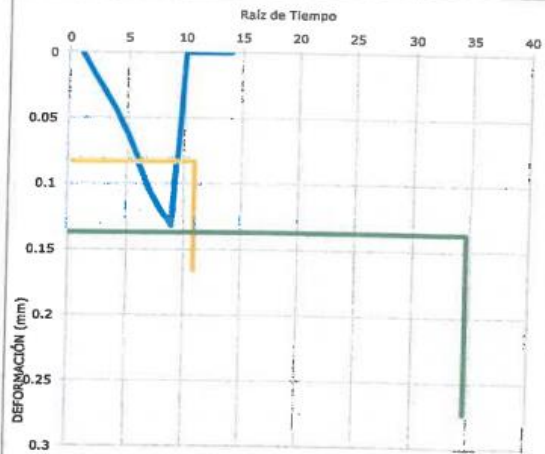
CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 1

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
0.097	0.105	0.105	0.157
	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	119.006281	119.006281	1199.029129



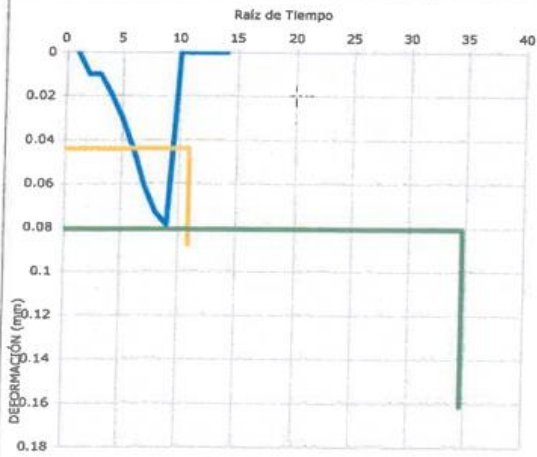
CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 2

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
0.072	0.083	0.083	0.137
	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	119.006281	119.006281	1199.029129



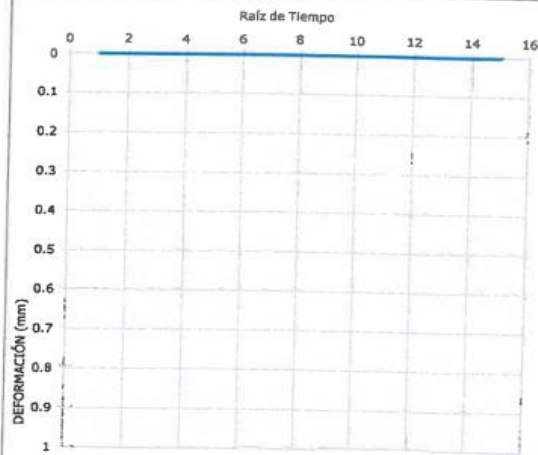
CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 3

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
0.037	0.044	0.044	0.081
	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	119.006281	119.006281	1199.029129



CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 4

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
0	0	0	0
	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	0	0	0



OBSERVACIONES :

Los resultados de los parametros de cohesion y angulo de friccion del suelo del presente reporte, podran ser reinterpretados en caso de ser considerado pertinente por un profesional especialista en geotecnia.

Ronal Salas Huarac
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P.: 98251

Ronal Salas Huarac
 Ronal Salas Huarac
 Laboratorio en Mecánica de Suelo

CALICATA 04



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204

Proyecto : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Cliente : Mateo Verastegui Starsky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Material : Suelo / C - 04

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Procedencia : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Responsable : Ronal Salas Huarac

Fecha de Muestreo : 14/01/2024

Fecha de Ensayo : 15/01/2024

Calicata : N° 04

Muestra : N° 01

M-1 Prof. 3.00m

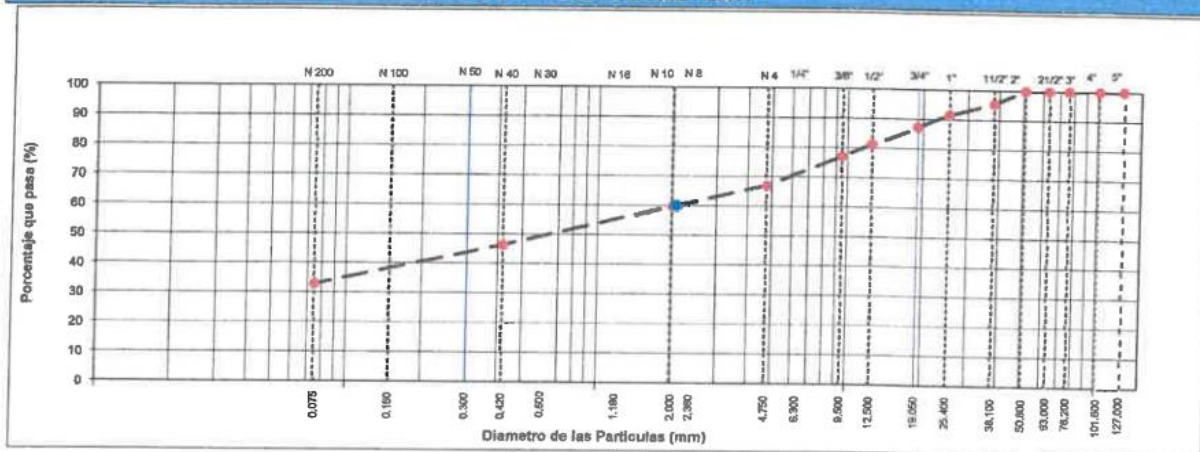
Tamaño Máximo : 2"

Peso Inicial Seco : 9894,4 g

Fracción : 780,8 g

TAMIZO	ABRILTO T-37 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000					Limite Líquido (LL) : 25.0
4"	101.600					Limite Plástico (LP) : 18.8
3"	76.200					Indice Plástico (IP) : 6.3
2 1/2"	63.300					
2"	50.800				100.0	
1 1/2"	38.100	446.0	4.5	4.5	95.5	Max. Dens. Seca : 2.068
1"	25.400	396.1	4.0	8.5	91.5	Opt. Cont. Humedad : 9.84
3/4"	19.050	406.0	4.1	12.6	87.4	
1/2"	12.500	612.4	6.2	18.8	81.2	% Grava : 33.1
3/8"	9.500	420.7	4.3	23.1	76.9	% Arena : 34.1
1/4"	6.300					% Fino : 32.9
N° 4	4.750	991.4	10.0	33.1	68.9	Cu : ---
N° 8	2.360					Cc : ---
N° 10	2.000	85.3	7.2	40.3	59.7	Pot. de Expansión: Estable
N° 16	1.190					Compresibilidad: 0.14
N° 20	0.840					OBSERVACIONES : Profundidad: 0.00 - 3.00 mt.
N° 30	0.600					
N° 40	0.420	157.9	13.4	53.7	46.3	
N° 50	0.300					
N° 80	0.177					
N° 100	0.150					
N° 200	0.075	159.4	13.5	67.1	32.9	
Platillo		388.2	32.9	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA



La profundidad es con respecto al terreno natural existente a la fecha.

Mateo Casarey Salas Huarac
Mateo Casarey Salas Huarac
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P.: 98251

Ronal Salas Huarac
Ronal Salas Huarac
 Laboratorio en Mecanica de Suelo

Proyecto : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Cliente : Mateo Verastegui Starsky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Material : Suelo / C - 04

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Progresiva : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Calicata : N° 04

Muestra : N° 01

Responsable : Ronal Salas Huarac

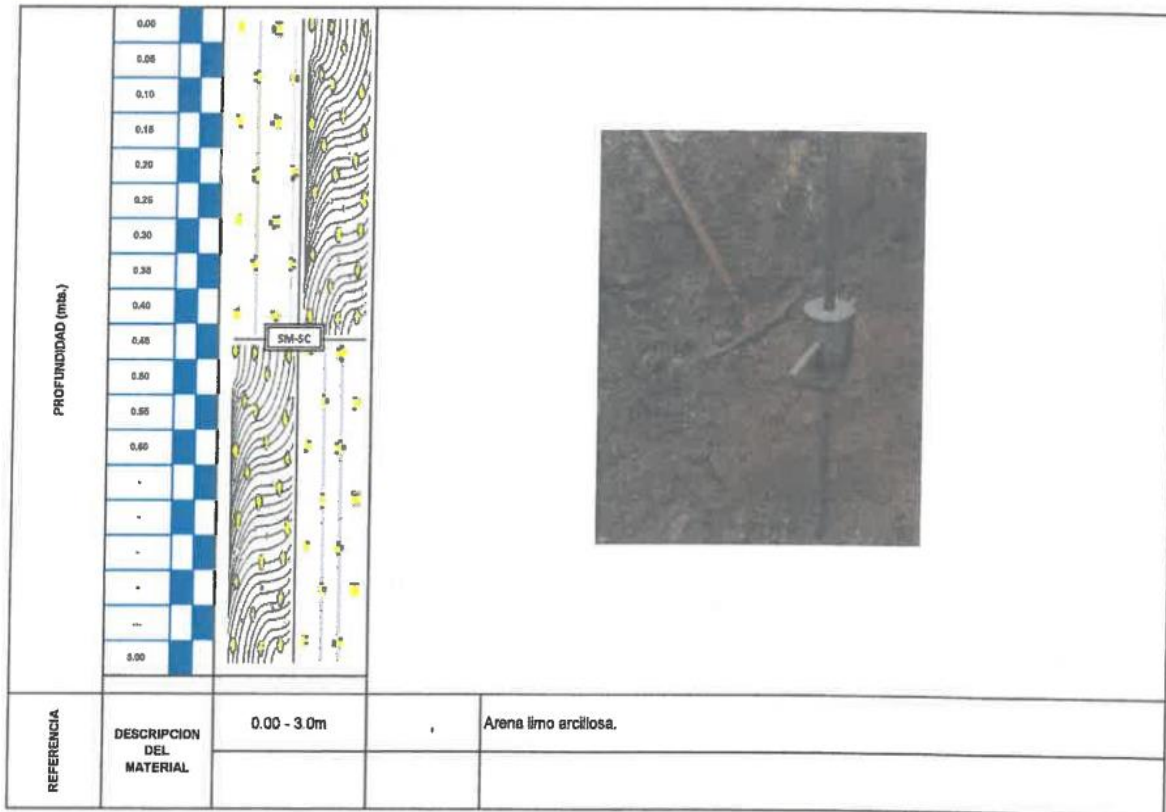
Fecha de Muestreo : 14/01/2024

Fecha de Ensayo : 15/01/2024

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE CALICATA

MATERIAL	:	Suelo / C - 04					
CALICATA	:	N° 04					
MUESTRA	:	N° 01					
LADO	:	Derecho	LL	25.03			
PROFUNDIDAD (mts.)	:	3.00	LP	6.3			
ANCHO (mts.)	:	0.60	H.N %	9.5			



Mateo Verastegui Starsky Estiben
Mateo Verastegui Starsky Estiben
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P.: 98251

Ronal Salas Huarac
Ronal Salas Huarac
 Laboratorio en Mecánica de Suelo

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS
MTC E 108

Proyecto : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Cliente : Mateo Verastegui Starsky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Material : Suelo / C - 04

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Procedencia : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Calicata : N° 04

Muestra : N° 01

Responsable : Ronal Salas Huarac

Fecha de Muestreo : 14/01/2024

Fecha de Ensayo : 16/01/2024

DATOS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION	UND	01	02	03
Número de Tara	N°			
Masa de la muestra húmeda+tara	g	729.2		
Masa de la muestra seca+tara	g	666.0		
Masa de la tara	g			
Masa del agua	g	63.2		
Masa de la muestra seca	g	666.0		
Contenido de humedad	%	9.5		
PROMEDIO	%		9.5	



Ronal Salas Huarac
INGENIERO CIVIL
C.I.P.: 98251



Ronal Salas Huarac
Laborantista en Mecánica de Suelo

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
MTC E-110
MTC E-111

Proyecto : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Cilente : Mateo Verastegui Starsky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Material : Suelo / C - 04

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Procedencia : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Calicata : N° 04

Muestra : N° 01

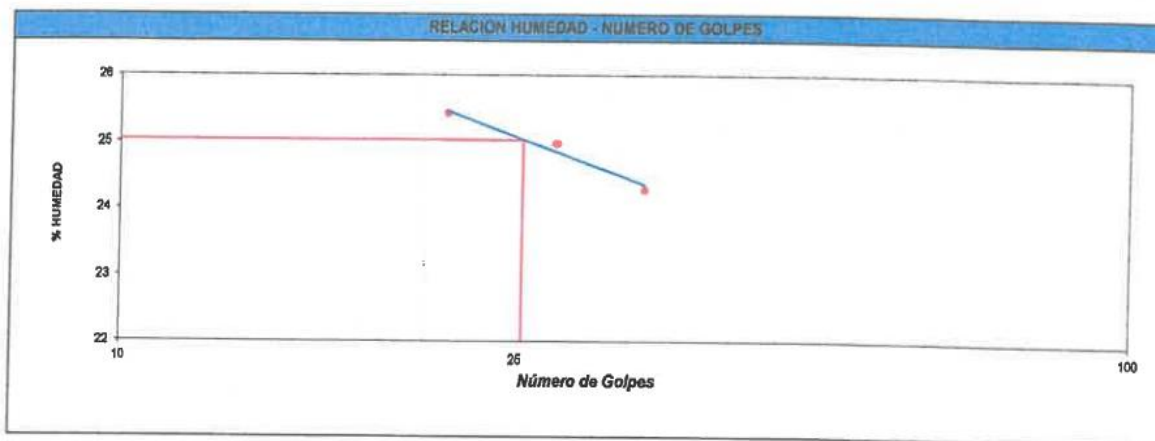
Responsable : Ronal Salas Huarac

Fecha de Muestreo : 14/01/2024

Fecha de Ensayo : 15/01/2024

		Material Pasante Tamiz N° 40					
DESCRIPCION	UNIDAD	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
		19	7	1	15	24	
Recipiente	N°						
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	28.34	28.09	31.01	14.15	14.21	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	25.45	25.18	27.48	13.07	13.10	
Peso de Recipiente (C)	g	13.55	13.53	13.50	7.28	7.23	
Peso del Agua (A-B)	g	2.89	2.91	3.55	1.08	1.11	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	11.90	11.65	13.98	5.79	5.87	
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	24.29	24.98	25.43	18.65	18.61	
Golpes	N°	33	27	21			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	25.0	18.8	6.3



OBSERVACIONES : Los resultados indicados de los registros de todos los pesajes realizados, se encuentran redondeados a 02 decimales, tal como establece el metodo del ensayos; sin embargo los valores se encuentran registrados con 03 decimales.

Mateo Verastegui Starsky Estiben
INGENIERO CIVIL
C.I.P.: 98251

Ronal Salas Huarac
Laborantista en Mecánica de Suelo

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

NTC E-206

Proyecto : "ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023"

Cliente : Mateo Verastegui Starsky Estiben

Tramo : Cerro Toyocoto - KM 0+550 Tomaykichwa

Material : Suelo / C - 04

Muestra : Terreno de talud / M - 01

Procedencia : Calicata del Talud

Lado : Derecho

Calicata : N° 04

Muestra : N° 01

Responsable : Ronal Salas Huarac

Fecha de Muestreo : 14/01/2024

Fecha de Ensayo : 15/01/2024

AGREGADO GRUESO

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	g	663.0			
B). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	g	403.0			
C). Vol. de Masa + Vol de Vacíos = A-B	g	260.0			
D). Peso Material Seco en Estufa (105 °C)	g	642.0			
E). Vol. de Masa = C-(A-D)	g	239.0			
Peso Bulk (Base Seca) = D/C	g/cm3	2.469			
Peso Bulk (Base Saturada) = A/C	g/cm3	2.550			2.550
Peso Aparente (Base Seca) = D/E	g/cm3	2.686			
% de Absorción = ((A - D)/D)* 100	%	3.27			



Ronal Salas Huarac
INGENIERO CIVIL
C.I.P.: 98251



Ronal Salas Huarac
Laboratnsta en Mecánica de Suelo

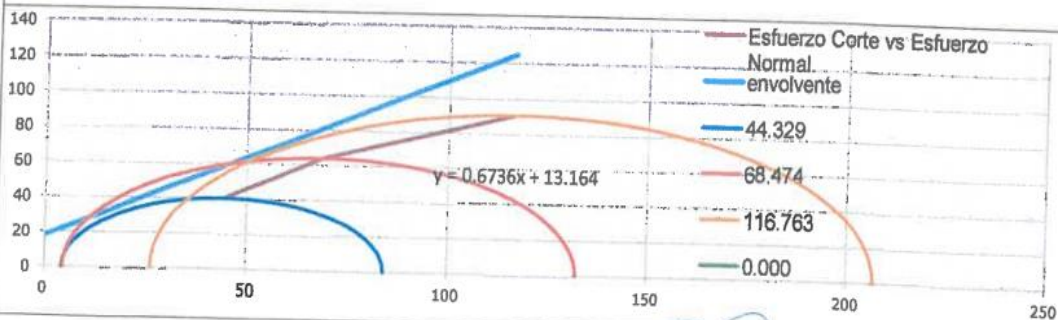
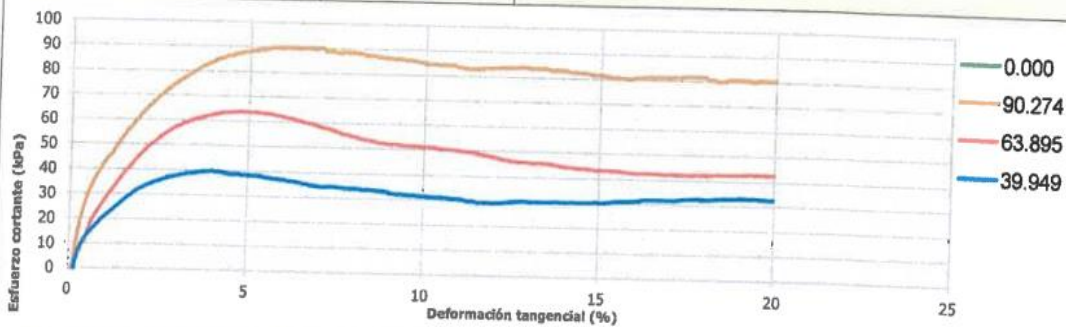
FECHA DE ENSAYO	2024-16-01	ID. MUESTRA	MATERIAL
		1	SM - SC - Arena limo arcillosa.

INFORMACIÓN GENERAL

No. ENSAYO	CALICATA N° 04
CLIENTE	MATEO VERASTEGUI STARSKY ESTIBEN
PROYECTO	ESTABILIDAD DE TALUD CON EL SISTEMA DE GEOSINTETICO TRM UBICADO EN EL CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA - HUANUCO -2023
TRAMO	CERRO TOYOCOTO - KM 0+550 TOMAYKICHWA
SONDEO	ESTABILIZACION DEL TALUD
PROFUNDIDAD	3.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

	ÍTEM 1	ÍTEM 2	ÍTEM 3	ÍTEM 4
DIÁMETRO ó LADO (mm)	50.850	50.850	50.850	0.000
PESO UNITARIO (g/cm ³)	1.945	1.945	1.945	0.000
ÁREA (mm ²)	2030.820	2030.820	2030.820	0.000
ESFUERZO NORMAL (kPa)	44.329	68.474	116.763	0.000
ESFUERZO DE CORTE (kPa)	39.949	63.895	90.274	0.000
COHESIÓN (kPa)	13.164	OBSERVACIONES		
ÁNGULO DE FRICCIÓN	33.962			



Ronal Salas Huarac
INGENIERO CIVIL
C.I.P.: 98251

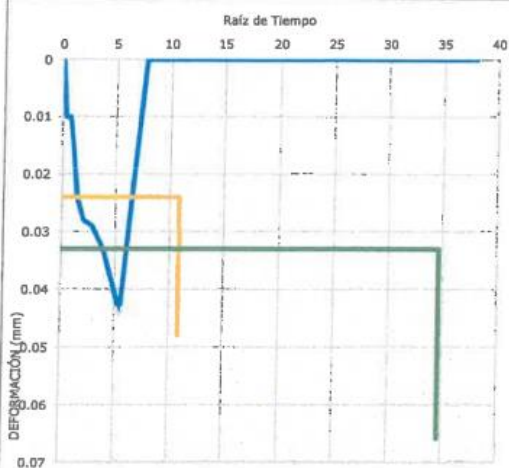
Ronal Salas Huarac
Ronal Salas Huarac
Laborantista en Mecánica de Suelo

No. ENSAYO

CALICATA N° 04

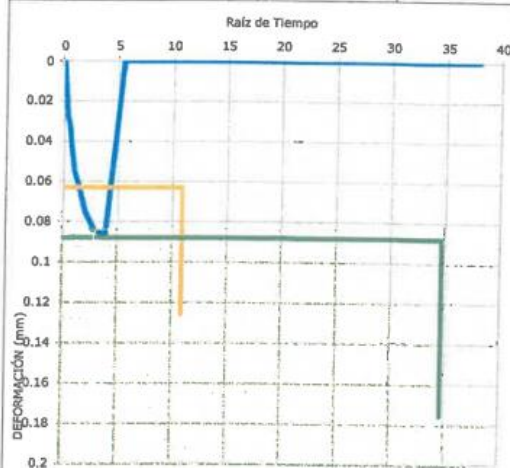
CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 1

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
0.021	0.024	0.024	0.033
	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	119.006281	119.006281	1199.029129



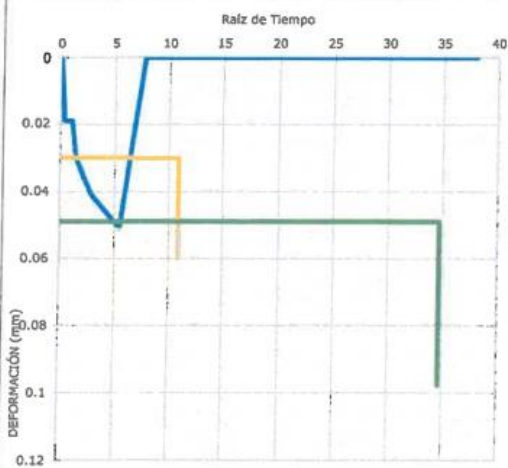
CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 2

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
0.062	0.063	0.063	0.088
	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	119.006281	119.006281	1199.029129



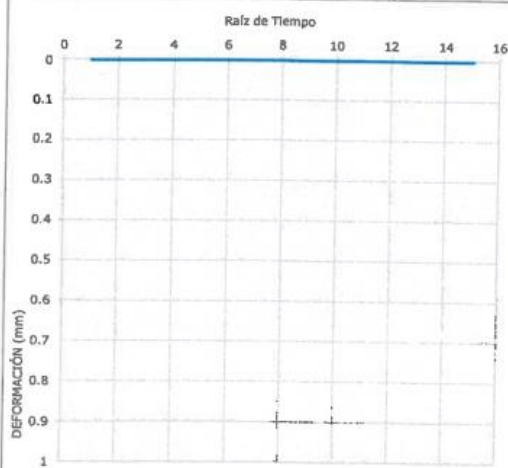
CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 3

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
0.024	0.03	0.03	0.049
	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	119.006281	119.006281	1199.029129



CONSOLIDACIÓN DE LA MUESTRA 4

D0 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	D100 (mm)
0	0	0	0
	T50 (min)	T90 (min)	T100 (min)
	0	0	0



OBSERVACIONES :

Los resultados de los parametros de cohesion y angulo de friccion del suelo del presente reporte, podran ser reinterpretados en caso de ser considerado pertinente por un profesional especialista en geotecnia.


 Marcos Coszely Salas Huarac

INGENIERO CIVIL
 C.I.P.: 98251


 Ronal Salas Huarac
 Laboratorio en Mecánica de Suelo