

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

---

**“Diseño de muro anclado e influencia en el análisis del talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco - 2021”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Mori Berastein, Jhon Edgardo

ASESOR: Jacha Rojas, Johnny Prudencio

HUÁNUCO – PERÚ

2023

# U

### 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 de la construcción

**Disciplina:** Ingeniería civil

### 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 ( )

# D

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40368775

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40895876

Grado/Título: Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información

Código ORCID: 0000-0001-7920-1304

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Lambruschini Espinoza, Reyder Alexander	Título oficial de máster universitario en ingeniería hidráulica y medio ambiente	45250659	0000-0003-0701-2621
2	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
3	Guarniz Flores, Joel Luis	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	46064394	0000-0003-1651-8683

# H

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16.00 horas del día 06 del mes de Febrero del año 2023, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza (Presidente)

Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza (Secretario)

Mg. Joel Luis Guarniz Flores (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° M6 - 2023 - D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

"Diseño de muro anclado e influencia en el análisis del  
talud del pasaje Marcos Durand Martel, Huánuco - 2021"

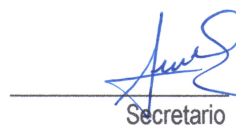
.....", presentado por el (la) Bachiller Jhon Edgardo Mori Berastein, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.

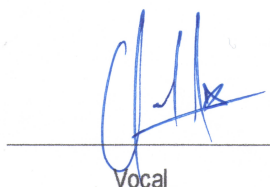
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

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 14 y cualitativo de superior (Art. 47)

Siendo las 16:45 horas del día 06 del mes de febrero del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Vocal



**DIRECTIVA N° 006- 2020- VRI-UDH PARA EL USO DEL SOFTWARE  
ANTIPLAGIO**

**TURNITIN DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
Resolución N° 018-2020-VRI-UDH 03JUL20

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD**

Yo, **Johnny Prudencio Jacha Rojas**, asesor del PA de Ingeniería Civil y designado(a) mediante documento: Resolución **N° 457-2021-D-FI-UDH** del estudiante **Jhon Edgardo MORI BERASTEIN**, de la investigación titulada **“DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANÁLISIS DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL. HUÁNUCO - 2021”**

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del **24%** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio 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, 20 de febrero de 2022


Johnny P. Jacha Rojas  
INGENIERO DE SISTEMAS  
CIP N° 146207

---

**MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS**  
DNI: 40895876  
COD. ORCID: 0000-0001-7920-1304



## TESIS FINAL

### INFORME DE ORIGINALIDAD

**24%**

INDICE DE SIMILITUD

**24%**

FUENTES DE INTERNET

**2%**

PUBLICACIONES

**6%**

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>14%</b>
<b>2</b>	<b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>distancia.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad Continental</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>qdoc.tips</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>repositorio.upt.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>



*Johnny P. Jacha Rojas*  
Johnny P. Jacha Rojas  
INGENIERO DE SISTEMAS  
CIP N° 146207

MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS

DNI: 40895876

COD. ORCID: 0000-0001-7920-1304

## **DEDICATORIA**

Dedico de corazón este trabajo a mi familia maravillosa, a mi hija que siempre cree en mí y por quienes tengo que demostrar que soy un ejemplo de superación, humildad y sacrificio.

Dedico también esto a mis maestros por su apoyo y consejos durante mi etapa estudiantil.

A todos ellos dedico el presente trabajo, porque han fomentado en mí, el deseo de superarme y triunfar en la vida; lo que ha contribuido a la consecución de este logro. Espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme esta gran experiencia, agradecer a la universidad por albergarme en sus instalaciones para poder estudiar, a mis docentes por ser artífices en mi formación profesional y por dejarme humilde trabajo que de alguna manera contribuirá al conocimiento y desarrollo de otras generaciones venideras.

Estas líneas son para ustedes por su apoyo, afecto y amistad en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPITULO I.....	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA .....	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA .....	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
CAPITULO II.....	18
MARCO TEORICO .....	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	20
2.2. BASES TEÓRICAS .....	24
2.2.1. ESTABILIDAD.....	24
2.2.2. TALUDES.....	27
2.2.3. MURO ANCLADO.....	28

2.2.4. FACTOR DE SEGURIDAD .....	34
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	36
2.4. HIPÓTESIS.....	37
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	37
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	37
2.5. VARIABLES.....	38
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	38
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE .....	38
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	39
CAPITULO III.....	40
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	40
3.1.1. ENFOQUE .....	40
3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....	40
3.1.3. DISEÑO .....	41
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	41
3.2.1. POBLACIÓN .....	41
3.2.2. MUESTRA.....	41
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS... 47	
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	47
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	47
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	48
CAPITULO IV.....	49
RESULTADOS.....	49
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	49
4.1.1. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES DEL TALUD SIN LA INFLUENCIA DEL MURO ANCLADO .....	49
4.1.2. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES DEL TALUD CON LA INFLUENCIA DEL MURO ANCLADO .....	65
4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	81
4.2.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	81
4.2.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	82

4.2.3. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	83
CAPITULO V.....	87
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	87
5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	87
CONCLUSIONES .....	89
RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
ANEXOS.....	93



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de diferentes métodos aplicados a método de dovelas ..	26
Tabla 2 Coeficientes de estabilidad de diferentes autores para analizar la estabilidad de los taludes.....	34
Tabla 3 Operacionalización de variables .....	39
Tabla 4 Descripción de los Fs. sin influencia del muro anclado con los 3 métodos presentados .....	64
Tabla 5 Descripción de los Fs. con influencia del muro anclado con los 3 métodos presentados .....	79
Tabla 6 Prueba de normalidad de los datos del análisis de estabilidad sin influencia del muro anclado .....	81
Tabla 7 Prueba de normalidad de los datos del análisis de estabilidad con influencia del muro anclado .....	82
Tabla 8 Prueba de t-student de una muestra de la hipótesis específica 1 ...	83
Tabla 9 Prueba de Wilcoxon de una muestra de la hipótesis específica 2. .	85

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes de que conforman un talud .....	27
Figura 2 Refuerzo típico de pantalla en un muro anclado.....	28
Figura 3 Anclajes de cables tensados .....	30
Figura 4 Anclajes de barra o varilla de alta resistencia.....	30
Figura 5 Detalle de obturador Neumático .....	31
Figura 6 Dispositivos auxiliares en los anclajes .....	33
Figura 7 Obras de drenaje de muros anclados .....	33
Figura 8 Detalle de muro clavado y su revestimiento.....	35
Figura 9 Componentes del Fs.(vuelco) .....	35
Figura 10 Datos del levantamiento con Dron .....	42
Figura 11 Secciones transversales el área de los taludes inestables .....	43
Figura 12 Curvas de nivel del área en análisis .....	44
Figura 13 Sección transversal S1 .....	44
Figura 14 Sección transversal S2 .....	45
Figura 15 Sección transversal S3 .....	45
Figura 16 Sección transversal S4 .....	46
Figura 17 Sección Transversal S5.....	46
Figura 18 Ángulos de inclinación de la sección transversal S1 sin influencia del muro anclado .....	49
Figura 19 Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S1 según el método Janbu Corrected.....	50
Figura 20 Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S1 según el método Spencer.....	50
Figura 21 Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S1 según el Morgenstern-Price .....	51
Figura 22 Pendientes de la sección transversal S2 sin influencia del muro anclado .....	52
Figura 23 Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S2 según el método Janbu Corrected.....	53
Figura 24 Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S2 según el método Spencer.....	53
Figura 25 Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S2 según el	

método Morgenstern-Price.....	54
Figura 26 Pendientes de la sección transversal S3 sin influencia del muro anclado .....	55
Figura 27 Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S3 según el método Janbu Corrected.....	56
Figura 28 Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S3 según el método Spencer.....	56
Figura 29 Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S3 según el método Morgenstern-Price.....	57
Figura 30 Pendientes de la sección transversal S4 sin influencia del muro anclado .....	58
Figura 31 Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S4 según el método Janbu Corrected.....	59
Figura 32 Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S4 según el método Spencer.....	59
Figura 33 Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S4 según el método Morgenstern-Price.....	60
Figura 34 Pendientes de la sección transversal S5 sin influencia del muro anclado .....	61
Figura 35 Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S5 según el método Janbu Corrected .....	62
Figura 36 Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S5 según el método Spencer.....	62
Figura 37 Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S5 según el método Morgenstern-Price.....	63
Figura 38 Descripción de los Fs. sin la influencia del sistema vetiver con los métodos propuestos. ....	64
Figura 39 Predimensionamiento del muro anclado .....	66
Figura 40 Predimensionamiento del muro anclado .....	66
Figura 41 Fs. con influencia del muro anclado de la sección S1 según el método Janbu Corrected.....	67
Figura 42 Fs. con influencia del muro anclado de la sección S1 según el método Spencer.....	67
Figura 43 Fs. con influencia del muro anclado de la sección S1 según el	

método Morgenstern-Price.....	68
Figura 44 Fs. con influencia del muro anclado de la sección S2 según el método Janbu Corrected.....	69
Figura 45 Fs. con influencia del muro anclado de la sección S2 según el método Spencer.....	69
Figura 46 Fs. con influencia del muro anclado de la sección S2 según el método Morgenstern-Price.....	70
Figura 47 Fs. con influencia del muro anclado de la sección S3 según el método Janbu Corrected.....	71
Figura 48 Fs. con influencia del muro anclado de la sección S3 según el método Spencer.....	71
Figura 49 Fs. con influencia del muro anclado de la sección S3 según el método Morgenstern-Price.....	72
Figura 50 Fs. con influencia del muro anclado de la sección S4 según el método Janbu Corrected.....	73
Figura 51 Fs. con influencia del muro anclado de la sección S4 según el método Spencer.....	74
Figura 52 Fs. con influencia del muro anclado de la sección S4 según el método Morgenstern-Price.....	74
Figura 53 Fs. con influencia del muro anclado de la sección S5 según el método Janbu Corrected.....	76
Figura 54 Fs. con influencia del muro anclado de la sección S5 según el método Spencer.....	77
Figura 55 Fs. con influencia del muro anclado de la sección S5 según el método Morgenstern-Price.....	77
Figura 56 Descripción de los Fs. sin la influencia del sistema muro anclado con los métodos propuestos .....	80
Figura 57 Prueba de t-student de una muestra aquí se presenta el comportamiento del Fs. y frecuencia .....	84
Figura 58 Prueba de Wilcoxon de una muestra aquí se presenta el comportamiento del Fs. y Media .....	86

## RESUMEN

En esta investigación, el objetivo fue determinar la influencia del diseño del muro anclado en el análisis del talud del pasaje Marcos Durán Martel. Del estudio de mecánica de suelos, levantamiento topográfico con dron se establecieron los valores de  $C=9.32\text{Kn/m}^2$ ,  $\phi=27.2$ ,  $\gamma=15.41\text{Kn/m}^3$ , donde utilizando la clasificación SUCS el tipo de suelo es una arena limosa arcillosa. El estudio del análisis de estabilidad del talud sin el muro anclado fue por tres métodos: Janbu Corrected, Spencer y Morgenstern-Price mediante el factor de seguridad, luego se realizó el análisis considerando el muro anclado y cómo influye mejorando su estabilidad.

La metodología para esta investigación tiene enfoque cuantitativo, diseño cuasiexperimental y un alcance correlacional. Para el análisis se estableció una población conformada por los taludes del pasaje Marcos Durán Martel que abarcan un área de  $94,200\text{ m}^2$ , ubicada en la ciudad de Huánuco en el Perú. La muestra son 5 secciones transversales, los más representativos de los taludes, mediante un muestreo no probabilístico.

Finalmente se corrobora que el muro anclado estabiliza el área analizadamediante los factores de seguridad con influencia del muro anclado de las secciones analizadas; así las medias del factor de seguridad se incrementan en  $74.23\%$  en la S1, un  $114.50\%$  en la S2, un  $65.69\%$  en la S3, un  $92.79\%$  en la S4y un  $87.17\%$  en la S5. De esta manera podemos afirmar que el muro anclado esuna alternativa de solución a la estabilidad de los taludes del pasaje Marcos Durán Martel.

**Palabras Claves:** Estabilidad, talud, muro anclado, factor de seguridad, influencia.

## ABSTRACT

In the present investigation, the objective was to determine the influence of the anchored wall design and influence on the analysis of the slope of the Marcos Durán Martel passage. From the information obtained from the soil mechanics study and the topographic survey with a drone, the values of  $C = 9.32 \text{Kn} / \text{m}^2$ ,  $\phi = 27.2$ ,  $\gamma = 15.41 \text{Kn} / \text{m}^3$  have been established, where using the SUCS classification gives us the result that the soil type is a loamy sand. 5 cross sections of the slope were delimited in analysis where the slope stability analysis was performed without the wall anchored by three methods: Janbu Corrected, Spencer and Morgenstern-Price using the safety factor and then the analysis was carried out considering the wall anchored to see how much it influences the improvement of its stability.

The methodology used in this research has been a quantitative approach through a quasi-experimental design and has a correlational scope. To proceed with the analysis, a population has been established that is made up of the slopes of the Marcos Durán Martel passage that cover an area of  $94200 \text{m}^2$  located in the city of Huánuco in Peru. It should be noted that we take as a sample 5 cross sections the most representative of the slopes through a non-probabilistic sample.

Finally, it is confirmed that the anchored wall can stabilize the analyzed area by means of the safety factors influenced by the anchored wall of the cross sections drawn in the analyzed area; which show that the safety factor means increase by 74.23% in section S1, by 114.50% in section S2, by 65.69% in section S3, by 92.79% in section S4 and 87.17 % in section S5. In this way we can affirm that the anchored wall is an alternative solution to the stability of the slopes of the Marcos Durán Martel passage.

**Keywords:** Stability, slope, anchored wall, safety factor, influence.



## INTRODUCCIÓN

Durante años se han originado derrumbes en los taludes o laderas volviéndolas inestable y convirtiéndose en un problema cuando pone en peligro a una determinada población de habitantes; por ello, para solucionar estas dificultades se han implementado muchos métodos de estabilización para controlar estos taludes inestables. Entre estos métodos de estabilización destaca el uso de muros anclados como componentes que permiten reforzar el suelo para resistir el corte del suelo, esto debido a la resistencia que ofrece, este método es económico y lo más importante son muy ligeros y fácil de implementar.

La ciudad de Huánuco no es ajena a este problema claro ejemplo de ello es el área de análisis de esta investigación, la cual se ubica dentro del distrito de Amarilis, ubicada en el pasaje Marcos Durán Martel el cual abarca 94,200m<sup>2</sup>.

Dado que la situación del área estudiada es de alta vulnerabilidad, se necesitan soluciones de ingeniería efectivas. En este caso, es necesario evaluar cuan inestable es el talud y retener la estructura con diseño de ingeniería geotécnica, al implantarlos en el talud inestable podemos corregir y evitar estas situaciones potencialmente desfavorables en el tiempo.

La metodología que empleamos en esta investigación ha sido de enfoque cuantitativo a través de un diseño cuasiexperimental y presenta un alcance correlacional, el factor limitante es la situación por el que estamos atravesando de la pandemia debido a que dificulta al momento de obtener los datos de campo, los cuales son indispensables para fundamentar la tesis.

En base a todo lo mencionado se ha planteado los siguientes objetivos: Determinar la influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco-2021.

Evaluar la inestabilidad a través del factor de seguridad sin influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco – 2021

Evaluar la estabilidad mediante el factor de seguridad con influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco – 2021.

La presente investigación se ha dividido en 5 capítulos:

En el capítulo I: Se presenta la descripción del problema, formulación del problema, los objetivos, la justificación de la investigación, las limitaciones y la viabilidad de la investigación.

En el capítulo II: encontramos los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, las definiciones conceptuales, la hipótesis y las variables.

En el capítulo III: presenta el tipo de investigación, la población y la muestra, la técnica e instrumento de recolección de datos y técnicas para el procesamiento y análisis de datos.

En el capítulo IV: en este capítulo se desarrolla el procesamiento de datos, contrastación y prueba de hipótesis

En el capítulo V: finalmente en este capítulo se presenta la discusión de resultados, las conclusiones y las recomendaciones.

# CAPITULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el Perú y en diversas partes del mundo la inestabilidad de los taludes ha sido una dificultad al construir, muchas veces por las propiedades del suelo, la topografía del terreno o los sismos del lugar ya que al ser inestable el talud es vulnerable a sufrir colapsos, que tienden a activarse al verse sometido a sismos o también por las edificaciones de viviendas y vías (Silva, 2018).

La falla en taludes inestables es un fenómeno que repercute afectando a los pobladores colindantes, esto trae consigo, en algunos casos pérdidas de vidas humanas, daños a la infraestructura de las viviendas y ello conlleva grandes pérdidas de dinero. Las fallas en los taludes se pueden prevenir si se identifican con anticipación, para ello es importante la prevención, en muchas situaciones se adicionan técnicas de ingeniería para estabilizarlos (Morales, 2000).

Existen diversos métodos para estabilizar taludes tales como: uso de geosintéticos, gaviones, anclajes, banquetas, muros anclados. El sistema de Muros Anclados consiste en reforzar el suelo mediante la incrustación de varillas de acero con una mezcla de hormigón de alta resistencia, donde el acero realiza la función de tensión de tracción en el área de suelo reforzado (Arias, 2014).

La situación en la que se encuentran los taludes del pasaje Marcos Duran Martel es crítica debido a que cada vez pierde masa de suelo lo cual a la larga produce inestabilidad en los taludes, cabe recalcar que ello pone en peligro dichas viviendas a sufrir colapso, es más pone en peligro sus vidas.

Ello nos lleva a buscar técnicas de estabilización, para proponer una solución que sea eficaz y económica. Es por ello que la presente investigación se centra en proponer una solución para la estabilidad de los taludes con el

método de Muros Anclados y como éste influye en el análisis de la estabilidad del talud para ello se considera el incremento del factor de seguridad a condiciones estáticas apoyándonos del programa Slide.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿De qué manera influye el diseño de muro anclado en el análisis del talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco - 2021?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cómo evaluar la inestabilidad a través del factor de seguridad sin influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco – 2021
- ¿Como Evaluar la estabilidad mediante el factor de seguridad con influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco – 2021?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la influencia del diseño de muro anclado en el análisis del talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco-2021

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la inestabilidad a través del factor de seguridad sin influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco – 2021
- Evaluar la estabilidad mediante el factor de seguridad con influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco – 2021..

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La investigación nos va permitir plantear una propuesta de solución a través del sistema de Muro Anclado, ello influirá en mejorar la estabilidad del talud el cual va a aminorar los posibles daños producto de futuros movimientos sísmicos que provocan su inestabilidad.

### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

La investigación influirá de manera positiva en el sentido que dará a conocer este moderno sistema de Muro Anclado, que es nuevo en nuestra ciudad y a la larga dejara un precedente para que se usen en más obras en la ciudad de Huánuco, debido a que se han realizado con éxito en muchos países del primer mundo.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

Para poder realizar los objetivos de la investigación, se ejecutará siguiendo un plan de manera sistematizada, para el presente trabajo se utilizará la investigación cuantitativa en relación al análisis de estabilidad de los taludes, levantamiento topográfico, ensayo de mecánica de suelos, de esa manera se aporta información confiable y real.

## **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

El factor limitante es la situación que estamos atravesando de la pandemia del Covid-19 debido a que dificulta al momento de obtener los datos de campo, los cuales son indispensables para fundamentar la tesis.

## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

En el desarrollo de la presente investigación se necesitará recursos económicos y administrativos por parte del tesista, por lo que será superado ya que no demanda recursos muy elevados es por ello que el presente trabajo es viable. Además, se contará con los permisos y resultados requeridos de los ensayos del laboratorio de la Universidad de Huánuco.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Según Vizuite (2017), realizó la investigación: *“Aplicación de Microsoft Excel en el Diseño de Anclajes de Muros de Sótano para Suelos LimoArenosos de la Ciudad de Quito”*; se trazó como objetivo simplificar el diseño de anclaje para muros mediante uso de hojas electrónicas para sótanos en la ciudad de Quito, finalmente la investigación llego a las siguientes conclusiones: 1) La estructura de una infraestructura de anclaje pretensado consiste básicamente en el método constructivo mediante el cual se introducen los esfuerzos en la infraestructura formada, es por ello de vital importancia monitorear cuidadosamente la etapa de edificación, para que así actúe la infraestructura como se diseñó en un principio. 2) Es de vital importancia especificar en el diseño cuanto tiempo trabajaran dichos anclajes, debido a que de acuerdo al proyecto en ocasiones serán permanentes y en otras por un periodo de tiempo establecido y esto influirá en los factores de seguridad y comportamiento de los esfuerzos a los que están inmersos y teniendo eso en cuenta es que se los diseñara. 3) Las investigaciones muestran que un factor indispensable es realizar pruebas de “load” para contrastar que lo diseñado actúe acorde con las propiedades heterogéneas del suelo sin superar en 1.5 la carga que se utilizó para el diseño, para adherirse acorde al nivel de confiabilidad adecuado, además la carga con la que se diseñó no debe exceder en 60% a la “load” ultima en tensión, cabe recalcar que la “load” que permite dar seguridad al anclaje no debe exceder en 80% a la “load” ultima entensión. 4) Las distancias entre los que limitan un anclaje esta como mínimo alrededor 9 m y esto se compone de cuatro puntos cinco metros de longitud libre y de cuatro puntos cinco metros de bulbo de



concreto en contacto con el suelo y se emplea de torón de acero, en las varillas de acero la dimensión mínima es aproximadamente tres metros y para su correspondiente bulbo de concreto en roca es tres metros. 5) El comportamiento sísmico no repercute en los esfuerzos de tensión del anclaje, pero si en la dimensión de los anclajes, esto para garantizar cuan estable es en forma global la excavación.

Malo (2018), realizó la investigación: “*Metodología de Construcción de Muros Anclados en Sótano de Parques del Proyecto Inmobiliario Agora XXI, Ciudad Viva*”; se planteó como objetivo describir y analizar una metodología de construcción del sistema de muros anclados en sótano de parques del proyecto inmobiliario Ágora luego la investigación llegó a las siguientes conclusiones: 1) En la construcción de edificaciones con sótano, se debe identificar in situ la región que se procederá a excavar esto para proteger construcciones aledañas. 2) En esta clase de edificaciones con sótano, una buena técnica de construcción es emplear muros de tabiques esto porque son seguras y no requieren mucho espacio. En una ejecución de forma singular que colindaba con una construcción adyacente se realizó con éxito debido a que la construcción adyacente no presentó desperfectos. 3) Esta técnica se implementa de forma eficaz empleando un eficiente sistema para el apuntalado que permita recibir el encofrado, los técnicos perforarán para meter las varas de anclaje conjuntamente con los técnicos que lanzarán el concreto para fijar las barras de acero de anclaje a la superficie del suelo. 4) Esta técnica también se le conoce como hacer una construcción dentro de otra y está dentro de las más difundidas con lo que respecta a planificación y construcción en edificaciones cuyos ambientes engloben sótanos. 5) Si se emplea la técnica de la forma correcta guiándose de la planificación y teniendo en consideración los tiempos de construcción y previendo los posibles contratiempos esto traerá como resultado que la construcción no se vea con retrasos y se cumpla con la culminación de ésta.

## 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Silva (2018), realizó la investigación de “*Análisis Comparativo de Estabilidad de Talud y Propuesta de Solución con Muros Anclados en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018*”; tuvo como objetivo determinar la influencia de los muros anclados para la estabilidad de talud en la carretera Las Pirias-Cajamarca, finalmente la investigación llegó a las siguientes conclusiones: 1) La evaluación de cuán estable es el talud que abarca la carretera Pirias-Cajamarca se realiza mediante el software Slide que utiliza la técnica de equilibrio límite, el cual incide en la evaluación de cuán estable es el talud, como se aprecia el valor del Fs. de 0.91, esto nos muestra que es inestable y esto se respalda debido a que todos los resultados aplicando el método de equilibrio límite son semejantes, cabe recalcar que al implementar el uso del anclaje mejora la estabilidad y esto se refleja en el valor del Fs. que es 1.30 provocando una estabilidad en el área analizada. 2) La evaluación de cuán estable es el talud que abarca la carretera Pirias-Cajamarca se realiza mediante el software Slide que utiliza la técnica de elementos finitos, el cual incide en la evaluación de cuán estable es el talud como se aprecia el valor del Fs. de 0.90, experimenta un deslizamiento de  $15.46 \times 10^3$  m esto nos muestra que es inestable, siguiendo la secuencia del método anterior, es decir que al implementar el uso del anclaje mejora la estabilidad y esto se refleja en el valor del Fs. De 1.43 y experimenta un desplazamiento de  $480 \times 10^3$  m esto nos muestra que es estable. 3) La evaluación de cuán estable es el talud que abarca la carretera Pirias-Cajamarca se analizó aplicando las técnicas de equilibrio límite y elementos finitos, es así que se concluyó de manera unánime que el tramo en análisis es inestable, pero que al aplicar el refuerzo de varillado anclaje mejora de manera notoria su estabilidad, esto se aprecia al incrementarse de manera notoria el Fs. por los dos métodos.

Ugaz (2018), realizó la investigación “*Análisis Técnico del uso de Muros Anclados y Empotrados para Excavaciones Profundas en Suelos*

*Gravosos y Rellenos*"; se trazó como objetivo realizar un análisis comparativo entre un sistema de muros anclados y empotrados para estabilizar excavaciones profundas en suelos gravosos y rellenos, luego la investigación llegó a las siguientes conclusiones: 1) Como la mayoría de edificaciones involucra que se realice excavaciones a gran profundidad, esto se ha venido dando en la capital de Perú, especialmente para la construcción de edificaciones multifamiliares y estas se edifican en el suelo gravoso de la capital del Perú, la técnica que se usan en este tipo de edificaciones son los muros anclados, para estabilizarlos cabe mencionar que existen diversos métodos. Aunque nos encontramos ante suelos de baja plasticidad, es factible emplear, ya sea muros anclados, empotrados o sus diversas formas. Un dato peculiar es que al emplear muros empotrados en la etapa de construcción requieren más tiempo que el de los muros anclados, pero este tiempo se recupera en la partida de movimiento de tierra (excavación). Es así que podemos aseverar que no existe una técnica en particular que se pueda generalizar, más bien la técnica a emplear depende de las condiciones del lugar y lo que se quiera lograr. 2) Las técnicas para estabilizar, propuestos en esta investigación de terrenos con grava y de rellenos, son los muros anclados y empotrados. Como concepto las dos técnicas pueden emplearse en los distintos tipos de suelo y edificación debido a que según los cálculos numéricos todo es posible y pueden lograr la estabilidad. Pero como ingenieros debemos priorizar que el diseño sea viable. 3) En construcciones que impliquen estabilizar taludes lo que se debe analizar es cuán viable es, esto para identificar la mejor técnica para luego hacer un análisis conceptual. Al diseñar geotécnicamente y empleando técnicas de estabilización con muros anclados y empotrados, estos se hacen empleando un análisis bidimensional o renombrado como una evaluación por metro lineal de terreno, ya sea al emplear programas como GGU retain o como GEO5, si bien emplean definiciones teóricas distintas, ambas utilizan para resolver unidades ml. 4) Para el análisis de muros anclados, los Fs. obtenidos a través del programa son procesados y evaluados en un cuadro de cargas, a fin de obtener la

fuerza resultante de empuje activo del terreno, es que se multiplica la distancia longitudinal de la construcción por la carga expresada en unidades de  $m \cdot l$ , de esta manera calcular las cargas en el punto de anclaje. En cuando a la dimensión longitudinal del anclaje es influenciada por un  $F_s$ . por falla de cuña profunda, cabe mencionar que este dimensionamiento longitudinal total del anclaje experimenta una fluctuación por motivo del aumento de la longitud del bulbo por su aguante de carga.

Quinto & Lucio (2020), realizaron la investigación ; *“Análisis numérico del comportamiento del anclaje durante el proceso constructivo de muros anclados en el conglomerado de Lima- Hotel Aeropuerto”*; se planteó como objetivo analizar el comportamiento tensión – deformación del bulbo-suelo de los anclajes utilizados en el proyecto Hotel Aeropuerto, por el método de elementos finitos durante el proceso constructivo y reducir las longitudes de bulbo cada metro para comparar los resultados de su comportamiento con el diseño real , finalmente la investigación llegó a las siguientes conclusiones: 1) Los muros anclados son estructuras de gravedad o semi-gravedad que se sostienen mediante anclajes pretensados o postensados que transmiten la carga de la masa de suelo y las sobrecargas. 2) Las fallas en los muros anclados principalmente son causadas por el exceso de carga, exceso de tensión, secuencias de excavación, fuerzas hidrostáticas o sísmicas. Se dividen en fallas locales (falla del cable y/o acero del anclaje, falla de unión bulbo-suelo, falla del muro o estructura superficial, falla de la masa de suelo y falla entre el tendón y la lechada) y globales o generalizados (falla rotacional, falla por volteo, falla por deslizamiento y falla progresiva). Su proceso constructivo consta de un proceso continuo y repetitivo, la profundidad de excavación dependerá de la singularidad de cada proyecto, sobre todo del tipo de suelo y sus características:

1) El dimensionamiento y la posición de la placa de reparto en la cabeza del anclaje es con la finalidad de evitar deformaciones excesivas,

concentración de tensiones en la estructura a anclar, asentamientos no admisibles, entre otros. 2) En los anclajes activos la longitud de bulbo del anclaje se estima en base a la carga necesaria aplicada para cumplir con los factores de seguridad global de la estructura. 3) Para el análisis pseudo estático se ha considerado un PGA de 0,20g para un periodo de retorno de 100 años y una probabilidad de excedencia de 10% para un tiempo de exposición de 10 años. El coeficiente sísmico utilizado es el 50% del PGA esto de acuerdo con Hynes-Griffin y Franklin (1984). 4) Se ha considerado una carga distribuida de 30kN/m<sup>2</sup> con la finalidad de representar las cargas aledañas y otras cargas presentes como los vehiculares a la sección crítica. 5) En base a la evaluación de la estabilidad por el método de equilibrio límite, y considerando que la sección mostrada es la más crítica, los resultados de los factores de seguridad estáticas y pseudoestática obtenidos son mayores a los mínimos recomendados en los criterios de diseño ver Tabla 5-4, por lo que las condiciones del suelo son estables en todas las fases iterativas de reducción de bulbo. 6) Se ha considerado que los esfuerzos de tensión menores a los 50kN/m pertenecen a la zona no activa. Este criterio se asume como una condición de medida. 7) Los esfuerzos de tensión globales obtenidos del anclaje 1 durante los análisis iterativos en la reducción de longitud de bulbo muestran que el esfuerzo máximo no varía y se mantiene en 457,3kN/m. Sin embargo, el esfuerzo mínimo varía de 17,2kN/m a 105kN/m. Esto demuestra que a lo largo de la longitud del bulbo el esfuerzo de tensión disminuye se puede concluir que aproximadamente a partir de los 4 m el bulbo no trabaja.

8) Los esfuerzos de tensión globales obtenidos del anclaje 2 durante los análisis iterativos en la reducción de longitud de bulbo muestran que el esfuerzo máximo varía de 494,5kN/m a 474,5kN/m. Del mismo modo, el esfuerzo mínimo varía de 12,1kN/m a 80,1kN/m. A partir de los 4 m el bulbo no trabaja. Sin embargo, para un bulbo de 3,50 m de longitud se observa que toda la longitud trabaja. Así mismo, se puede observar que a partir de 170kN/m de esfuerzo de tensión el desarrollo de la distribución de esfuerzos es diferente en cada longitud. 9) Anclaje 1 - el comportamiento de esfuerzo de tensión del bulbo presenta cambios

durante cada etapa del proceso constructivo tal como se observa en el Anexo E.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. ESTABILIDAD**

#### **2.2.1.1. MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN**

Se extrae de Valiente, Sobrecases, & Diaz (Sf.) que “Las técnicas para calcular y analizar cuán estable es un talud podemos dividirlo en dos métodos, entre estos tenemos el cálculo mediante modelos numéricos o a través de métodos de equilibrio límite” (p51). Para la presente investigación debido a condiciones de topográficas es que emplearemos el método de equilibrio límite. Es así que pasaremos a explicar el método de equilibrio límite, Valiente et al., (Sf) menciona que:

“El modelo de equilibrio límite se basa en una ley estática para calcular el balance de una región de terreno, que es propenso a fallar. La primordial limitante es que asumen lo resistente del suelo a la cortante del suelo se mueve de forma completa y continuamente a través de la región de corte, independientemente del estado de tensión o la cantidad de deformación. El movimiento del suelo provoca cambios en sus propiedades de resistencia y este tipo de modelo no puede tener esto en cuenta. Lo favorable es que ayuda en el cálculo de formas singulares de forma veloz y confiable, y generan con mucha fidelidad la región de falla más propensa. Su uso es muy conocido porque, a pesar de su gran velocidad y su fácil entendimiento, en la práctica están relacionados y son bien conocidos sus límites y fiabilidad.” (p.52)

Para enriquecer esta parte tenemos a Suarez (2001) quien menciona que “el método de equilibrio límite se divide en tres grupos a) Aproximados: Tabla de Jambu y Tabla de Taylor b) No exactos: Métodos de Estabilidad general y técnica de Dovelas c)



Métodos exactos: Cuña simple, cuña triple, Cuña doble” para la presente investigación lo haremos por método de las dovelas.

#### **2.2.1.2. MÉTODO DE ESTABILIZACIÓN EMPLEANDO LAS DOVELAS**

Suarez (2001) afirma que:

En la mayoría de los casos con deslizamientos circulares o curvos, el área que se encuentra en la zona superior del área a posible deslizamiento se divide en rebanadas verticales. La cantidad de rebanadas está en función de la forma topográfica del talud y de cuanta exactitud se requiera para el análisis. Mientras aumente el número de rebanadas se extrapola que el cálculo será más preciso. En el cálculo con rebanadas, casi siempre se tiene en cuenta el equilibrio de momentos en función con las rebanadas y el centro de gravedad del círculo.

De los diferentes métodos que emplean dovelas, hay cosas que los distinguen y se da con más énfasis en las interacciones que accionan en los muros de las tajadas, por ejemplo, el método ordinario o de Fellenius desprecia las fuerzas que accionan en las tejadas.

Otra particularidad es el caso del método simplificado de Bishop, aquí asume que las fuerzas que accionan de forma lateral en las tejadas tienen solo componente en la parte horizontal y considera como nulas las fuerzas cortantes, otro caso es el de Morgenstern Price, donde se emplea una función para hallar las fuerzas que se dan entre dovelas.

## Comparativo de diversos métodos

Tabla 1

Resumen de diferentes métodos aplicados a método de dovelas

PROCEDIMIENTO	Condición de equilibrio. satisfecha				Ecuaciones e incógnitas	Forma de la superficie de falla	Aplicable a	
	Momento total	Momento Dovela Ind.	Ver	Hor			Cálculos Manuales	Cálculos por computadora
Método ordinario de dovelas	Si	No	No	No	1	Circular	Si	Si
Método de Bishop modificado	Si	No	Si	No	N+1 3N	Circular	Si	Si
Método de Jambu procedimiento generalizado de dovelas	Si	Si	Si			Cualquiera	Si	Si
Método de Spencer y Morgenstern y Price	Si	Si	Si		3N	Cualquiera	No	Si
método de Lowe y karafiath	No	No	Si		2N	Cualquiera	Si	Si
Método de espiral logarítmica	Si	----			3	Espiral Logarítmica	Si	Si

Fuente: Obtenido de Alva Hurtado (1994)

## 2.2.2. TALUDES

### 2.2.2.1. TIPOS DE TALUDES

Matteis (2003) afirma que:

“Cuando la pendiente se forma naturalmente, no hay intervención humana, se llama un talud natural. Cuando las pendientes son hechas por los humanos llamados recortes o pendientes artificiales, dependiendo del género de su capacitación se les denomina taludes artificiales” (p.3)

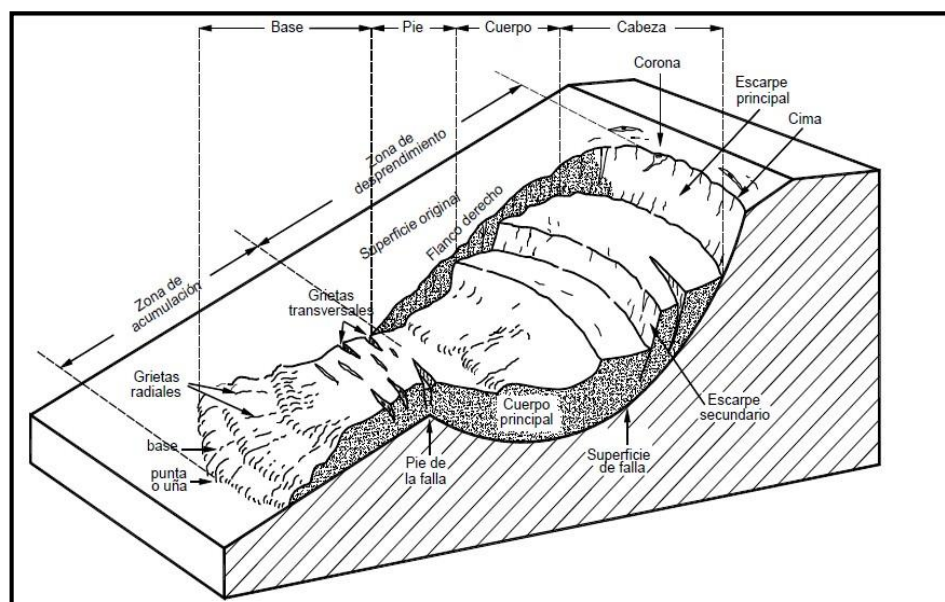
### 2.2.2.2. PARTES DE UN TALUD

De Suarez (2001) se extrae que:

El talud abarca una parte superior el cual se compone de la parte conocida como cabeza o cima en este lugar se da el fenómeno de erosión, también contiene una parte media semirrecta y en la parte baja tenemos lo que se conoce como parte baja o inferior es aquí donde se da el fenómeno de depositación.

#### Figura 1

*Partes de que conforman un talud*



Fuente: Obtenido de Jaime Suarez (2001)

## 2.2.3. MURO ANCLADO

### 2.2.3.1. PARTES DEL MURO ANCLADO

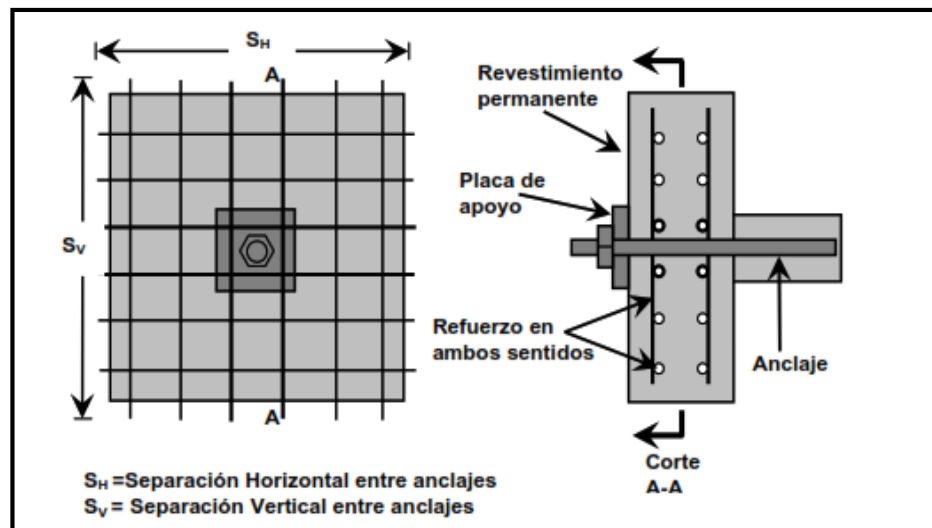
De Figueroa, Rodríguez & Zelada (2011) se extrae, Las partes que componen el muro anclado son: Muro revestido, anclaje y elementos de drenaje.

### 2.2.3.2. MURO REVESTIDO

Es un protector facial, es una losa sólida de concreto reforzado, en su mayoría es construida con concreto que se lanza para brindar continuidad a la superficie y soporte de anclaje.

**Figura 2**

Refuerzo típico de pantalla en un muro anclado



Fuente: Obtenido de Jaime Suarez (2001)

Para el refuerzo de los muros o pantallas, a menudo se emplean mallas de alambre soldadas eléctricamente o barras de refuerzo en forma corrugado (Figura 1), siempre que se asegure la resistencia para poder soportar las demandas de los momentos actuantes. El hormigón proyectado o lanzado se puede aplicar como una combinación ya sea seca como húmeda con una proporción de H<sub>2</sub>O a cemento de 0.4 aprox.

### **2.2.3.3. ANCLAJE**

Según Vásquez (2019) el anclaje es un componente de la estructura colocado en el terreno o la roca que se emplea para pasar las cargas de tracción que actúan sobre el terreno. Por su parte Suarez (2001) menciona que el anclaje es un método de soporte que básicamente lo que hace es incrustar dentro de las rocas o suelo una barra de acero el cual adiciona una resistencia a tracción y permite confinar el suelo o material rocoso y que emplea o aprovecha las características de resistencia propias del lugar.

#### **2.2.3.3.1. TENDONES**

Se extrae de Figueroa, Rodríguez & Zelada (2011):

Tenemos en tipos de tendones, los cables, las barras de resistencia alta, las anclas especiales: donde los cables están conformados por fierros que emplean 7 alambres con mucha resistencia cuya capacidad de tensión última es de 1.86 MPa cuyo diámetro vario de 1/2" a 3/5" (inches) acorde a la especificación de la norma ASTM A-416. El número de alambres y de hilos están en función de la carga con que se diseñó. Lo bueno de los cables radica en que pueden seccionarse a la medida que se necesita y no necesitan nexos ni tampoco ser soldadas.

**Figura 3**

*Anclajes de cables tensados*



Fuente: Obtenido de Carlos Cabañes (2001)

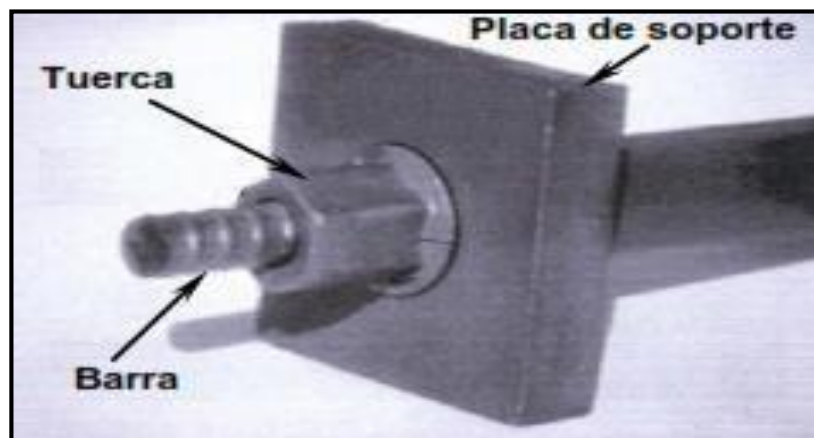
**Las barras de resistencia alta:** son barra cuya resistencia última a la tensión es de 1050 MPa (150 Ksi) cuyos diámetros varían entre 1.0 y

2.5 (inches) y que satisfaga la especificación de la norma ASTM A-722 tipo II, o también la norma de la ASTM A-416. En varios países es complicado conseguir barras cuya longitud supere los 12 metros y de resistencia requerida, el problema con las varillas en adquirir uniones o soldaduras.

**Anclas de categoría especial:** Se emplean fierros que pueden ser de grado 60 o 75, o también anclas en forma helicoidal y anclas metálicas de categoría especial.

**Figura 4**

*Anclajes de barra o varilla de alta resistencia*



Fuente: Obtenido de Carlos Cabañes (Sf.)

### 2.2.3.3.2. Cabeza y Placa de Apoyo

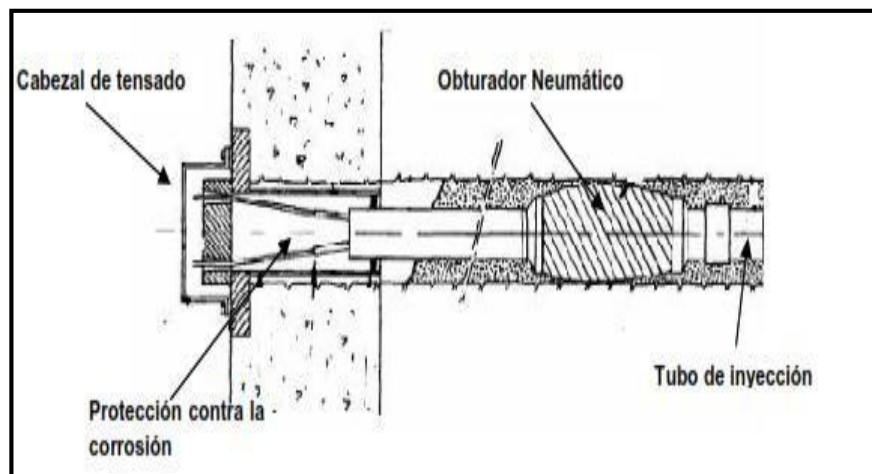
Menciona Figueroa et al. (2011) que “El componente conocido como cabeza es el conector de la barra con la placa de soporte. La idoneidad del soporte puede incluir pernos como es el caso de conosde encaje o maceros para cables. Los paneles de soporte generalmente se colocan en la placa de reacción responsable de la transmisión de la fuerza del suelo”.

### 2.2.3.3.3. DISPOSITIVOS AUXILIARES

**Obturador** Menciona Figueroa et al. (2011) que “Consta de un tapón de goma por el que pasa la boquilla. El obturador se infla con aire para obtener un buen sellado, que se puede completar bombeando en la parte superior del bulbo. (ver figura 5)

**Figura 5**

*Detalle de obturador Neumático*



Fuente Obtenido de J Sabatini, G. Pass & C. Bachus (1999)

**Tubo de Inyección** Menciona Figueroa et al. (2011) que “Tiene forma de una varilla con una serie de orificios los cuales están envueltos por bandas de goma, como se aprecia en las figuras 5 y 6, el tubo que inyectara en concreto se pone en el agujero, donde la lechada sale por

estos agujeros. Las varillas de acero se colocan alrededor del tubo que inyectará el concreto, cabe mencionar que abarcará toda la longitud del barreno, desde la entrada o boca llegando hasta la parte final o fondo.”.

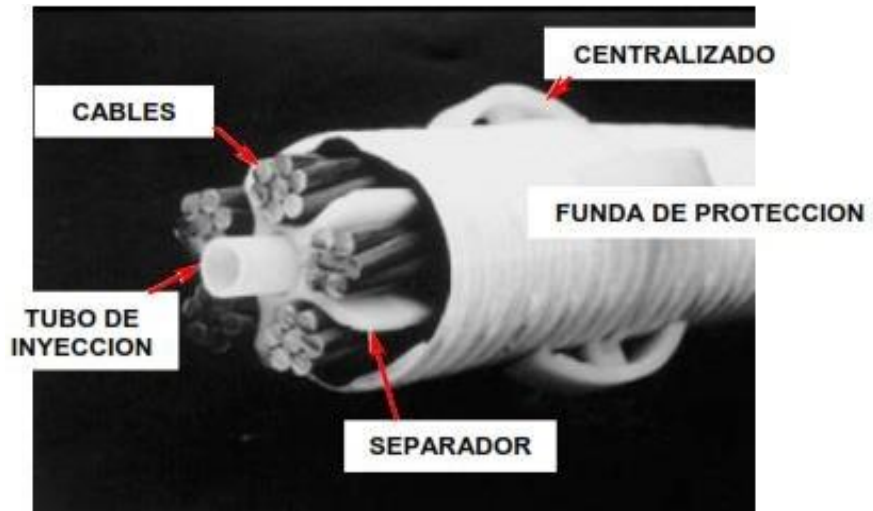
**Funda de Protección** Menciona Figueroa, et al. (2011) que “Está constituido por un tubo sin rugosidad, generalmente de material de PVC o HDPE, por dentro tenemos las varillas, en la parte libre del anclaje tal como se aprecia en la figura 6. Este cobertor empieza en la cabeza del anclaje y culmina conectándose de manera fuerte y segura al obturador; se llena con concreto líquido también conocido como lechada, finalmente se le embarra con material grasoso para prolongar su vida útil y protegerlo de la corrosión.

**Separadores** Menciona Figueroa et al. (2011) que “Estas son placas de plástico redondas con tipo circular perforado o en forma de estrella (ver Figura 6). El manguito tiene tubos estos presentan orificios cubiertos con alambre de goma, pasa a través del orificio central de los elementos que son los separadores o varillas. Se ponen dentro del bulbo de inyección, a longitudes espaciadas de tal manera que permita que las varillas no se rocen entre sí durante su conducción y para no dejar que rocen el tubo de la inyección.



**Figura 6**

*Dispositivos auxiliares en los anclajes*

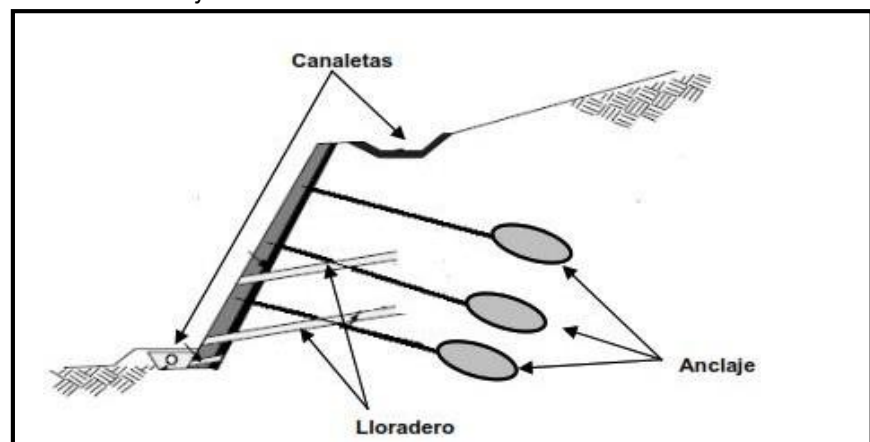


Fuente: Obtenido de J Sabatini, G. Pass, & C. Bachus (1999)

**Elementos de Drenaje** Menciona Figueroa et al. (2011) que “Los componentes incluyen tubos de plástico, perforados y recubiertos con un geotextil absorbente. Además, otros trabajos que sirven para drenar son la canaleta ubicada en la región superior de la pared y en sus pies para recoger el agua y el flujo de escorrentía en la superficie(ver figura 7)”.

**Figura 7**

*Obras de drenaje de muros anclados*



Fuente: Obtenido de J Sabatini, G. Pass, & C. Bachus (1999)

Los lloraderos según Figueroa et al. (2011) son

componentes que permiten la salida del agua que pueda acumularse detrás de pared omuros de concreto. Están hechos con tubos de material de PVC con aberturas los cuales están cubiertos con geotextil absorbente, el diámetro comúnmente utilizado es de 2 pulgadas que es 5 centímetros y se ubican y/o colocan al final de la red. Cabe mencionar que se debe realizar una inspección para asegurarse de que el tambor no se obstruya y cree problemas en la línea de drenaje. Por ello es que los geotextiles tienen que poseer una buena calidad tanto en material como al momento de colocarse para que no genere obstrucciones en el futuro.

## 2.2.4. FACTOR DE SEGURIDAD

### 2.2.4.1. CONDICIÓN ESTÁTICA Y PSEUDOESTÁTICA O SÍSMICA

**Tabla 2**

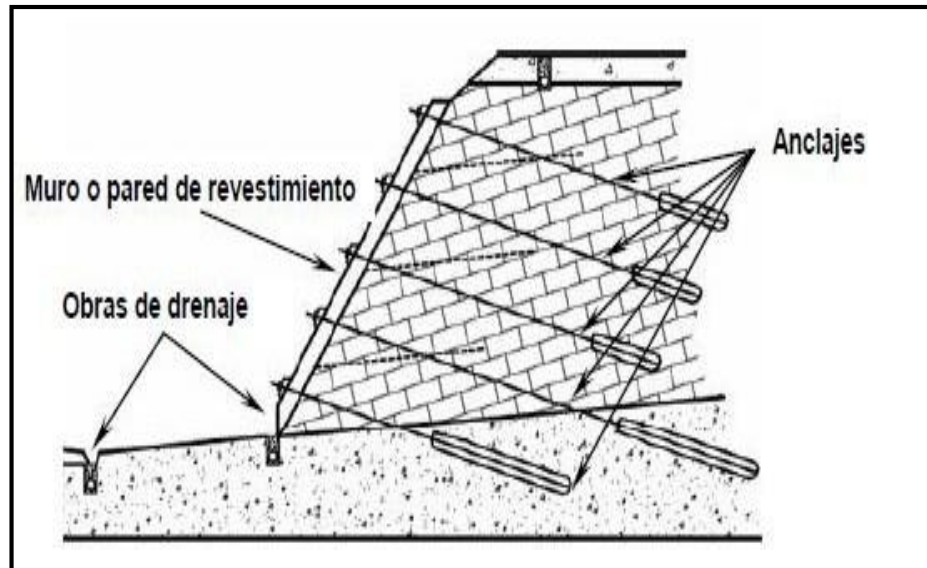
*Coefficientes de estabilidad de diferentes autores para analizar la estabilidad de los taludes*

Normativa	Talud Temporal		Talud Permanente	
	Estática	Sísmica	Estática	Sísmica
AASHTO LRDF	1,33-1,53	1,1	1,33-1,53	1,1
NAVFAC	1,3-1,25	1,2-1,15	1,5	1,2-1,15
FHWA-NHI-11-032	—	1,1		1,1
CE.020	—	—	1,5	1,25

Fuente: Obtenido de Valiente Sanz, Sobrecases Marti, & Diaz Orrego (Sf)

**Figura 8**

*Detalle de muro clavado y su revestimiento*

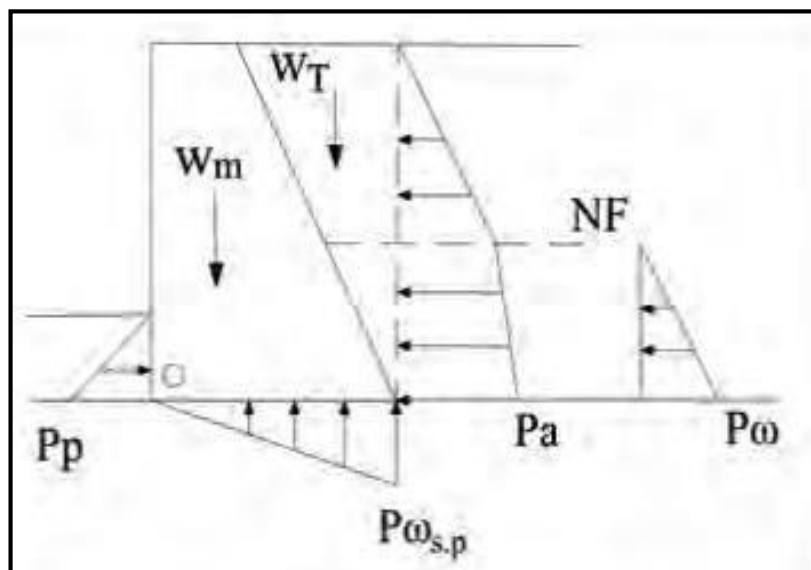


Fuente: Obtenido de (Cachón Irigaray, 1996)

Vásquez Bustamante (2019) afirma que “El factor de seguridad al vuelco debe ser mayor o igual a 2 y se define como sumatoria de fuerzas estabilizantes entre sumatoria de fuerzas desestabilizantes”. (p.100)

**Figura 9**

Componentes del  $F_s$ .(vuelco)



Fuente: Obtenido de Walter (2019)

Vásquez Bustamante (2019) afirma que “El factor de seguridad al deslizamiento debe ser mayor o igual a 1.5 y se

define como la suma de las fuerzas que resisten dividido por la suma de las fuerzas que actúan.

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

**Estabilidad:** Matteis (2003) menciona que por estabilidad se entiende a la capacidad de brindar seguridad del terreno frente a movimientos o roturas.

**Taludes:** Matteis (2003) menciona que talud viene a ser un área de terreno o superficie topográfica que posee una cierta inclinación del contorno del talud respecto al plano horizontal que tienden a adoptar en ocasiones de manera permanente

**Muro Anclado:** Figueroa et al. (2011) define: El muro de anclaje es una estructura de gravedad, pantalla o semi-gravedad; son soportados por anclajes que se tensan ya sea insitu o de forma industrial a los que se les procede a llamar como pretensados o postensados; funcionan con bulbos los cuales se colocan a gran profundidad de manera que puedan pasar las cargas de tracción al suelo o roca sobre los que se colocan.

**Factor de Seguridad:** Braja M (2017) menciona que el Fs. se expresa como la relación de  $(T_r)$  que viene a ser la resistencia cortante, que es una propiedad del suelo; entre  $(T_d)$  que es el esfuerzo que se genera a lo largo del área que podría fallar” (p.339).

**Ángulo de fricción interna:** El ángulo de rozamiento o también conocido como ángulo de fricción es la inclinación máxima respecto a la horizontal que genera un material granular en estado de reposo. También es conocido como la capacidad de resistir el movimiento generado por otras partículas o materiales. (Terzaghi & Peck, 1978).

**Cohesión:** Es el fenómeno que provoca que los componentes de un material permanezcan adheridos entre sí mediante fuerzas internas, cabe recalcar que las fuerzas generadas no necesitan que haya algo que las comprima, la intensidad depende del número de traslapes que se generan entre estos. (Terzaghi & Peck, 1978).

**Corte directo:** Se describe como el deslizamiento de una parte del suelo relativo a otra a través del plano de falla, bajo una fuerza que genera corte. (NTP 339.171).

**Geotecnia:** Pertenece a la parte de la geología aplicada que se encarga de estudiar la característica, propiedad del área de suelo que se ubica más cerca de la superficie, que el que recibe a las distintas construcciones (Norma Española UNE 103-801-94).

**Ladera:** Sección generada de manera natural en dirección del suelo superficial y posee una determinada pendiente. (Vásquez, 2019).

**Peso específico:** Es una relación que se obtiene al dividir el volumen del aire que ocupa un determinado material a temperatura a condiciones normales entre el volumen similar del espacio que ocupa el agua destilada a temperatura a condiciones normales (NTP 339.131).

**Superficie de rotura o falla:** Es la región de suelo no perturbada debajo de la superficie de falla o deslizamiento que define el volumen del suelo (Suarez, 2001).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

H1: El diseño del muro anclado influye en el análisis del talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco -2021.

H0: El diseño del muro anclado no influye en el análisis del talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco -2021.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

H1: Se evalúa la inestabilidad a través del factor de seguridad sin influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco – 2021.

H0: No se evalúa la inestabilidad a través del factor de seguridad

sin influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco – 2021.

H2: Se evalúa la estabilidad mediante el factor de seguridad con influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco – 2021.

H0: No se evalúa la estabilidad mediante el factor de seguridad con influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco – 2021.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Diseño de Muro anclado

### **2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Análisis de Talud

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 3**

*Operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Dimensión	indicador
Independiente: Propuesta de Muro Anclado	Figueroa, Rodríguez & Zelada (2011) Afirman que es una estructura de gravedad, pantalla o semi-gravedad; son soportados por anclajes que se tensan ya sea insitu o de forma industrial a los que se les procede a llamar como pretensados o postensados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espaciamiento de anclaje</li> <li>• Longitud de anclaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factor de seguridad</li> <li>• Planos</li> </ul>
Dependiente: Estabilidad de Taludes	Vásquez (2019) Menciona que analizar un talud implica una secuencia de pasos que consisten en calcular de forma cuantitativa y/o numérica el factor de seguridad correspondiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equilibrio Limite</li> <li>• Estudio de Mecánica de suelos</li> <li>• Levantamiento Topográfico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factor de seguridad</li> </ul>

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Este trabajo de investigación será de tipo Básica -Orientada, José Salinas (S.f.), afirma que en este tipo de investigación a corto plazo los resultados no dan la solución al problema, pero si brindan información necesaria para intentar resolverlo y es orientada debido a que encamina los problemas específicos acercándolos a la solución, cabe recalcar que no los resuelve de manera instantánea

Será Básica-Orientada porque en base al análisis del talud (estabilidad) propondremos una posible solución con el sistema Muro Anclado.

##### **3.1.1. ENFOQUE**

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, según Hernández, et al. (2014), es cuantitativo cuando se emplea la recopilación de valores para contrastar la hipótesis apoyándose en el cálculo mediante números y las estadísticas, con el objetivo y la finalidad de determinar los patrones de desempeño y corroborar otras definiciones.

Será cuantitativo, porque, con los valores calculados del estudio del terreno luego se miden numéricamente cuan estable es el talud en base al factor de seguridad (FS) con apoyo del programa Slide.

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

Esta investigación será de alcance correlacional, Hernández et al. (2014) mencionan que en este tipo de alcance el objetivo es dilucidar el nexo o grado de conexión entre dos o más variables o definiciones.

Será correlacional porque se analizará la influencia del sistema Muro Anclado en el análisis del talud (estabilidad).



### **3.1.3. DISEÑO**

El diseño de la investigación será cuasiexperimental, porque según Hernández, et al (2014), en este caso los participantes no se asignan aleatoriamente a estos conjuntos, pero estos conjuntos se formaron antes del experimento, eran conjuntos intactos, por qué surgen y se integran de manera independientemente o fuera del experimento”.

Será diseño cuasiexperimental “Porque analizaremos los taludes más críticos o representativos no aplicaremos aleatoriedad”

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

Borja (2012) afirma que se conoce con el nombre de población al grupo de componentes o elementos que serán objeto de análisis”.

La población está conformada por los taludes del pasaje Marcos Durán Martel y abarca un área de  $0.0942\text{Km}^2=94200\text{m}^2$ .

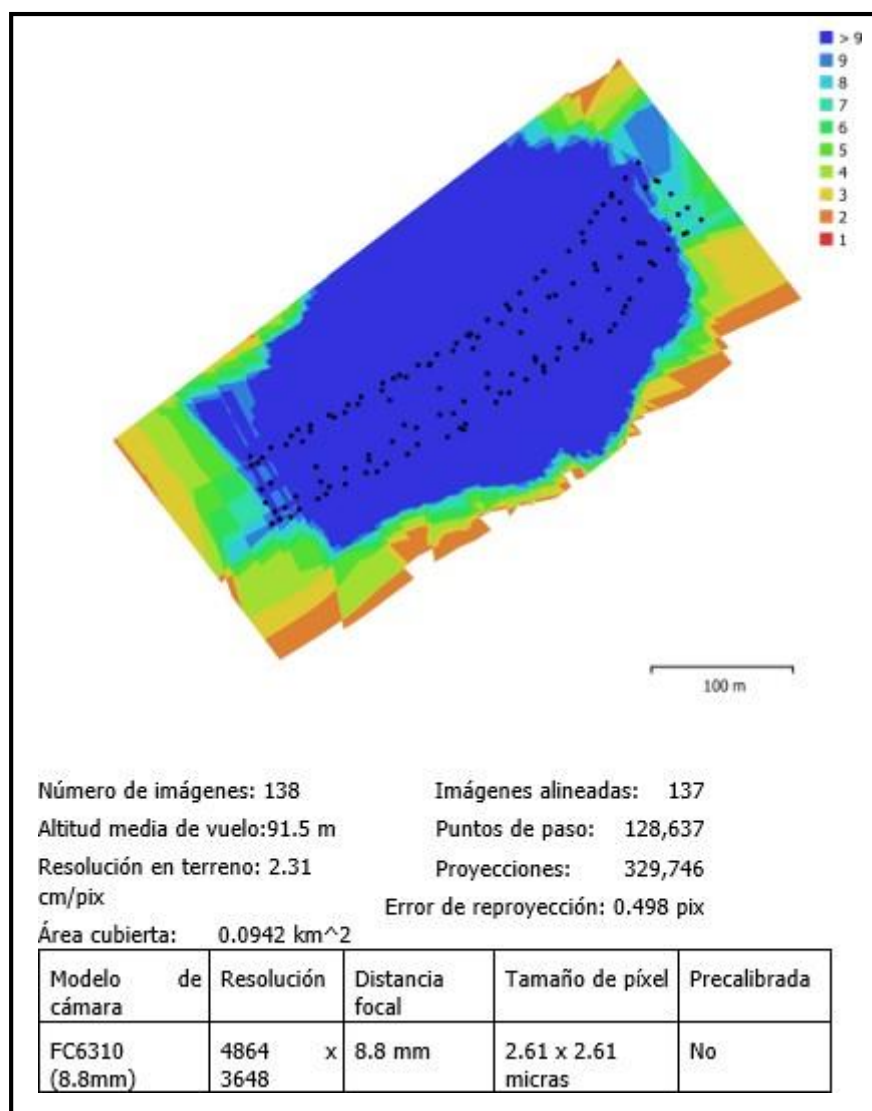
### **3.2.2. MUESTRA**

Para Hernández, el (2014) menciona que la muestra es una parte representativa del conjunto denominado como población”

La muestra son los 5 taludes representativos del lugar, obtenidos del levantamiento topográfico.

**Figura 10**

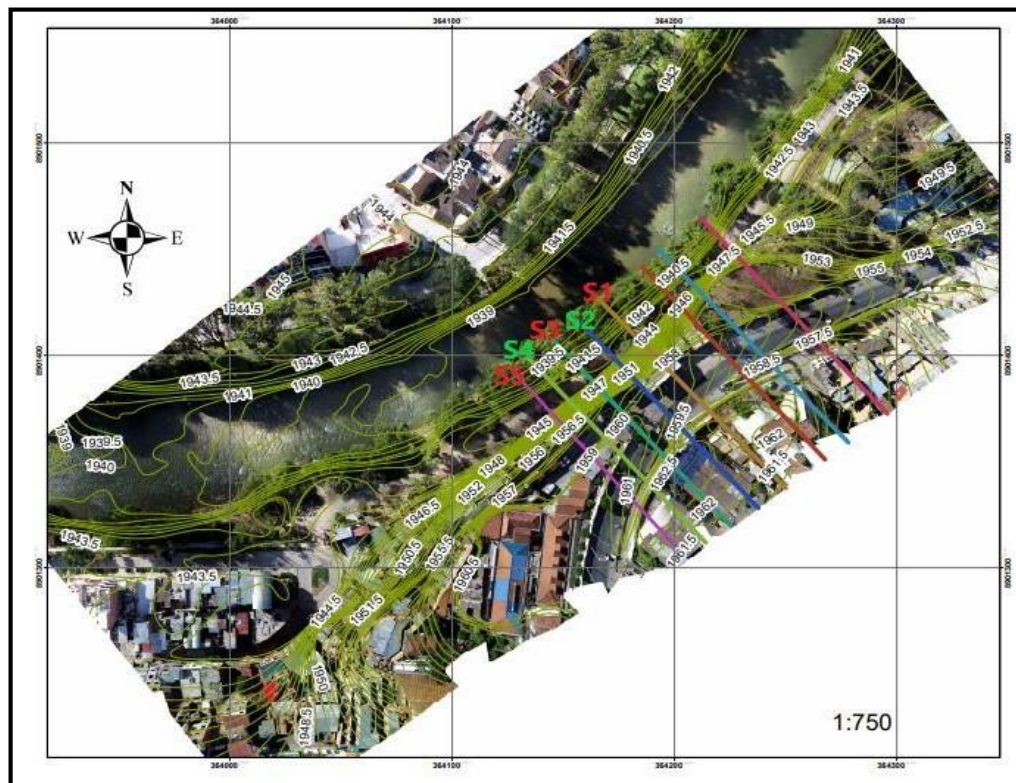
*Datos del levantamiento con Dron*



Fuente: Obtenido del levantamiento con Dron (2021), procesado en el software ArcGIS v.10.5

**Figura 11**

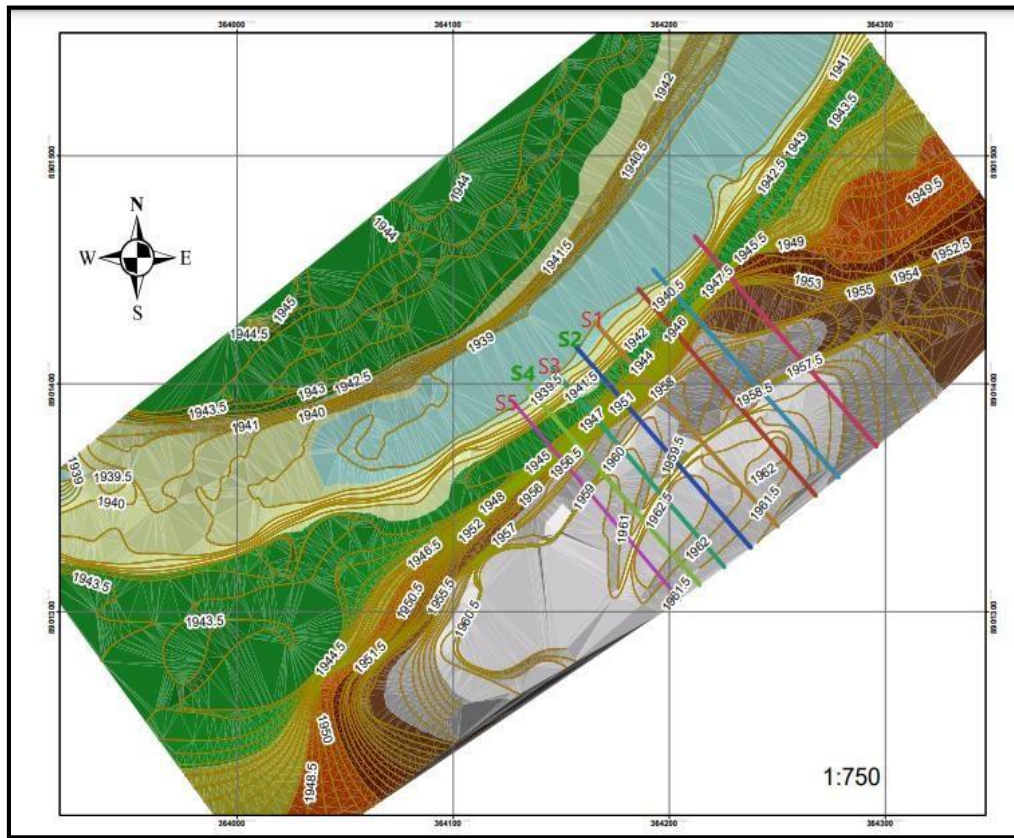
*Secciones transversales el área de los taludes inestables*



Fuente: Obtenido del levantamiento con Dron (2021), procesado en el software ArcGIS v.10.5

**Figura 12**

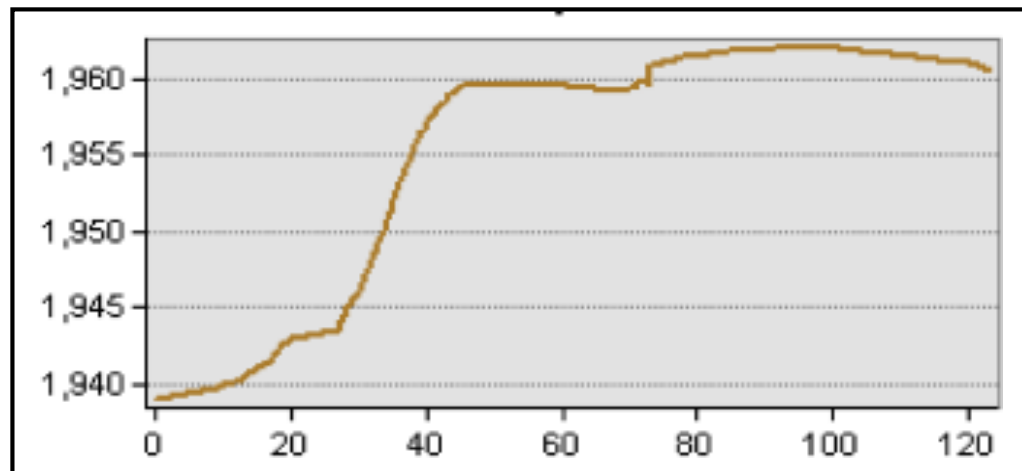
*Curvas de nivel del área en análisis*



Fuente: Obtenido del levantamiento con Dron (2021), procesado en el software ArcGIS v.10.5

**Figura 13**

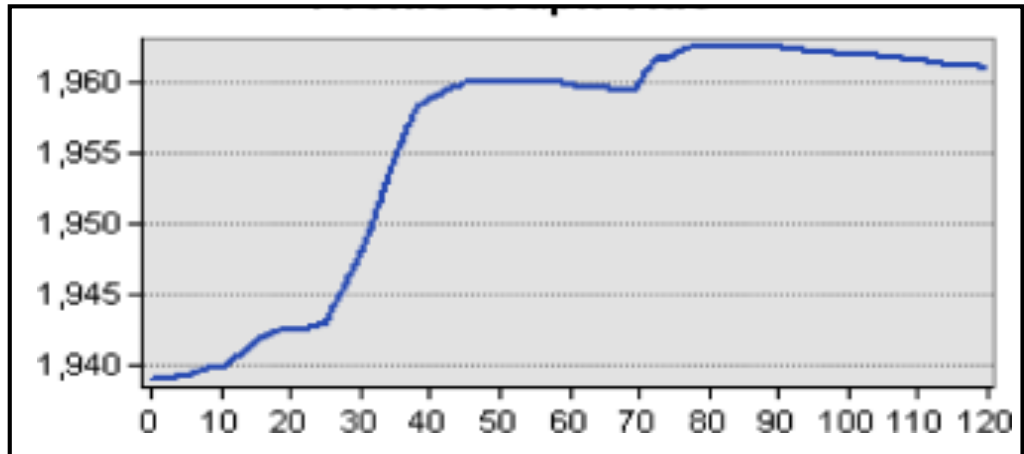
*Sección transversal S1*



Fuente: Obtenido del levantamiento con Dron (2021), procesado en el software ArcGIS v.10.5

**Figura 14**

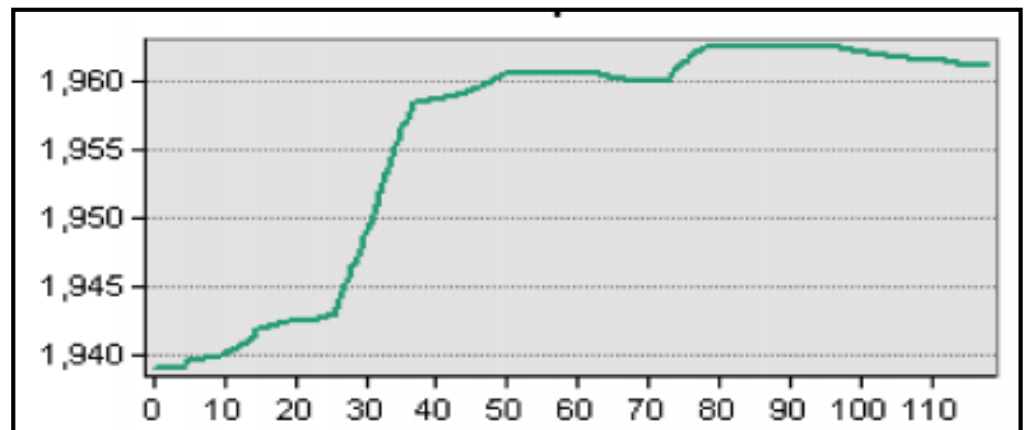
*Sección transversal S2*



Fuente: Obtenido del levantamiento con Dron (2021), procesado en el software ArcGIS v.10.5

**Figura 15**

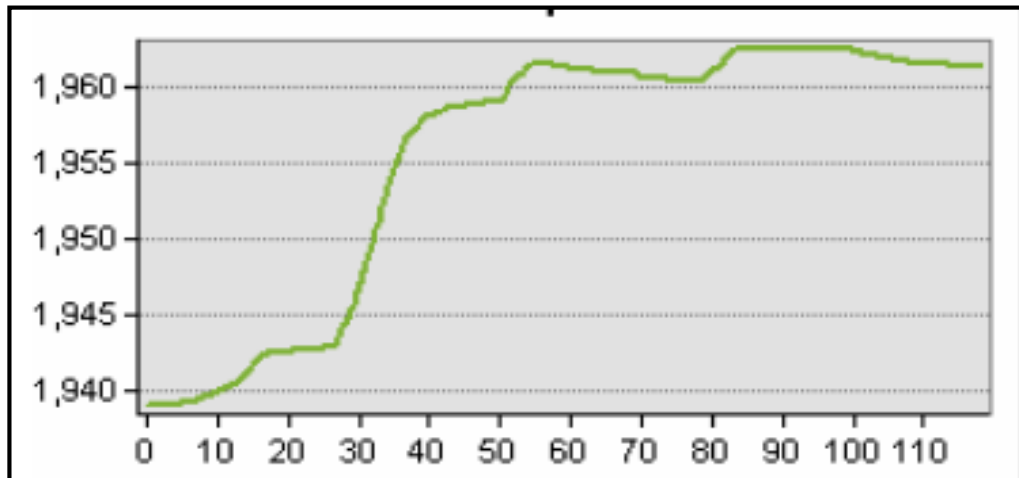
*Sección transversal S3*



Fuente: Obtenido del levantamiento con Dron (2021), procesado en el software ArcGIS v.10.5

**Figura 16**

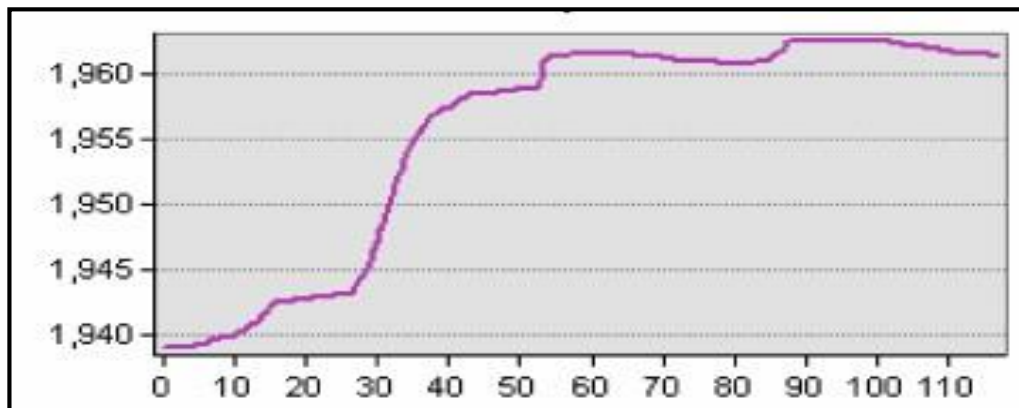
*Sección transversal S4*



Fuente: Obtenido del levantamiento con Dron (2021), procesado en el software ArcGIS v.10.5

**Figura 17**

*Sección Transversal S5*



Fuente: Obtenido del levantamiento con Dron (2021), procesado en el software ArcGIS v.10.5

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

##### **Técnica**

Borja (2012) menciona que la técnica de observación es empleada en trabajos de investigación de las distintas ramas de la ingeniería, estos datos de observación deben ingresarse en plantillas de recopilación de información apropiados; ej.: plantillas para la recopilación de datos del suelo, datos topográficos.

Para el proyecto la técnica que se empleará para la recopilación de valores será la observación, porque el levantamiento topográfico de los 5 perfiles se hará observando cuales son las más pronunciadas.

##### **Instrumento**

Según Salinas (2001) afirma que el instrumento de recopilación de datos para un trabajo de investigación que es utilizado para la observación o experimentación, se consideran comúnmente dos tipos de herramientas de recopilación de datos, el tipo utilizado en el estudio documental y descripción de la investigación y el tipo utilizado en los trabajos experimentales.

Los instrumentos que se utilizarán serán

Para la primera parte: “Caracterización de la población”

- Ficha para estudio de mecánica de suelos
- Ficha de levantamiento topográfico

#### **3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

La selección del talud más crítico, análisis de estabilidad y diseño del sistema muro anclado se realizará en el software Slide respectivamente y se usará conceptos de estadística para la selección de los taludes más crítico o representativos; los cuales se procesarán

en el software de Microsoft Office Excel 2020.

### **3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

Se aplicará el método de Equilibrio Limite para el análisis de estabilidad, empleando los métodos de Janbu Corrected, Spencer y Morgenstern-Price para el cálculo del FS en software Slide. Se seleccionará los taludes más representativos aplicando estadística y ello lo procesaremos en el software de Microsoft Office Excel 2020, luego se analizará en el software Slide la propuesta del Muro Anclado.

Los resultados se presentarán en Gráficos, Tablas y para ello se empleará valores de porcentajes, a partir de eso se elaborarán comentarios en relación con los objetivos e hipótesis del proyecto.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS

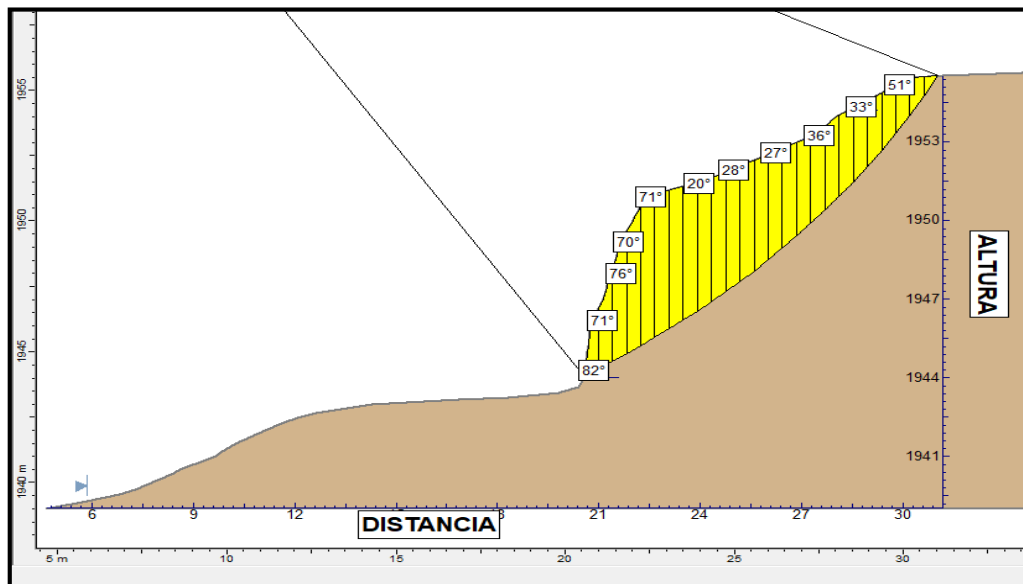
#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

##### 4.1.1. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES DEL TALUD SIN LA INFLUENCIA DEL MURO ANCLADO

Se muestra que las figuras 18-21 describen las variaciones de los ángulos y los Fs. los cuales han sido obtenidos introduciendo los datos geotécnicos del suelo, clasificación del lugar en análisis según SUCS; en el software Slide v.5.0 sin influencia del muro anclado en la sección transversal S1 presentada en la figura 10. A través de los métodos Janbu Corrected, Spencer y Morgenstern-Price.

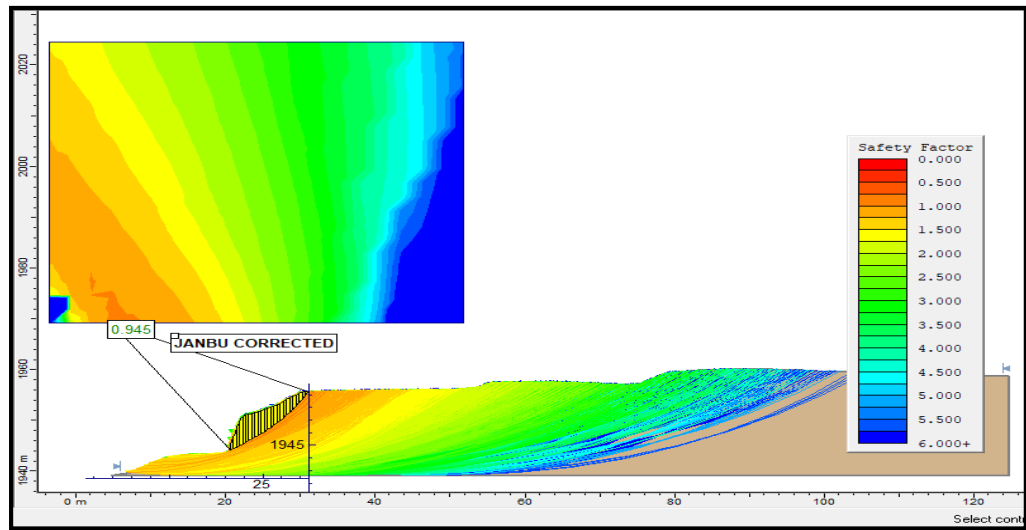
**Figura 18**

*Ángulos de inclinación de la sección transversal S1 sin influencia del muro anclado*



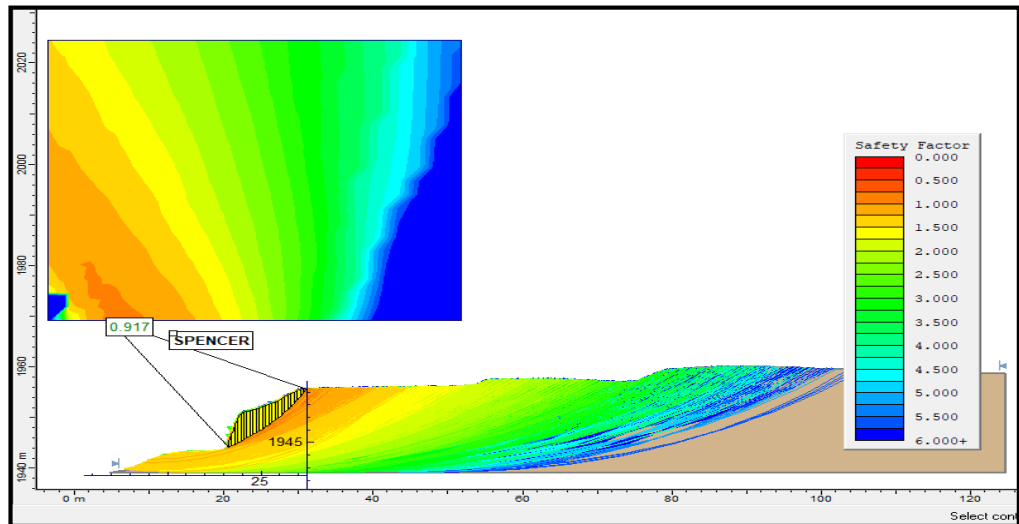
**Figura 19**

*Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S1 según el método Janbu Corrected*



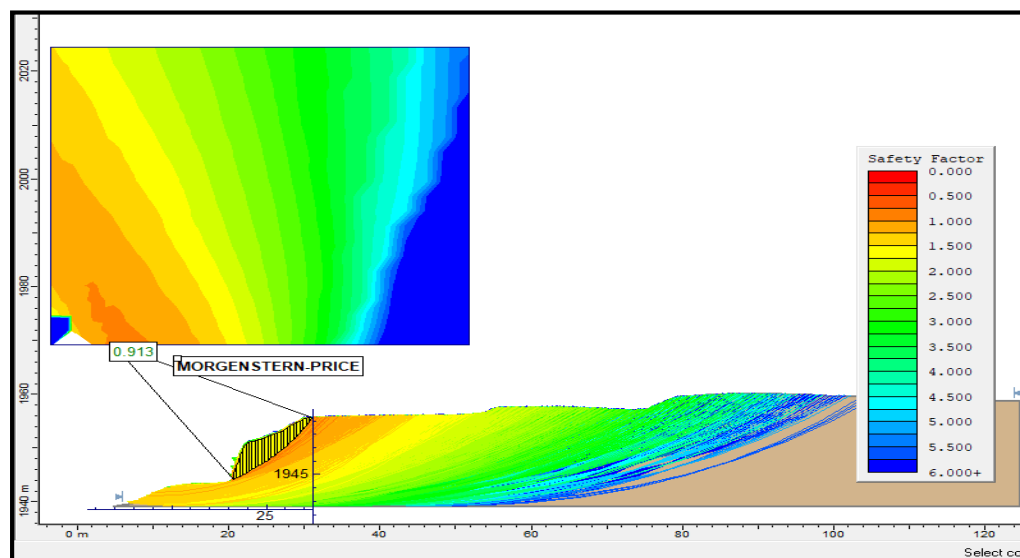
**Figura 20**

**Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S1 según el método Spencer**



**Figura 21**

*Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S1 según el Morgenstern-Price*



**Interpretación:**

Las figuras presentan las secciones transversales de los taludes sin influencia del muro anclado que van desde una pendiente de 20° a 82° acordeal sentido y dirección de la sección S1; en el cual se caracteriza la región desuelo que probablemente se desplazaría sobre el área que tiende a la rotura. La región de suelo que tiende a la rotura se particiona en 25 franjas, cuyas elevaciones en la vertical de la rotura van desde 0.75m a 5.46m, para

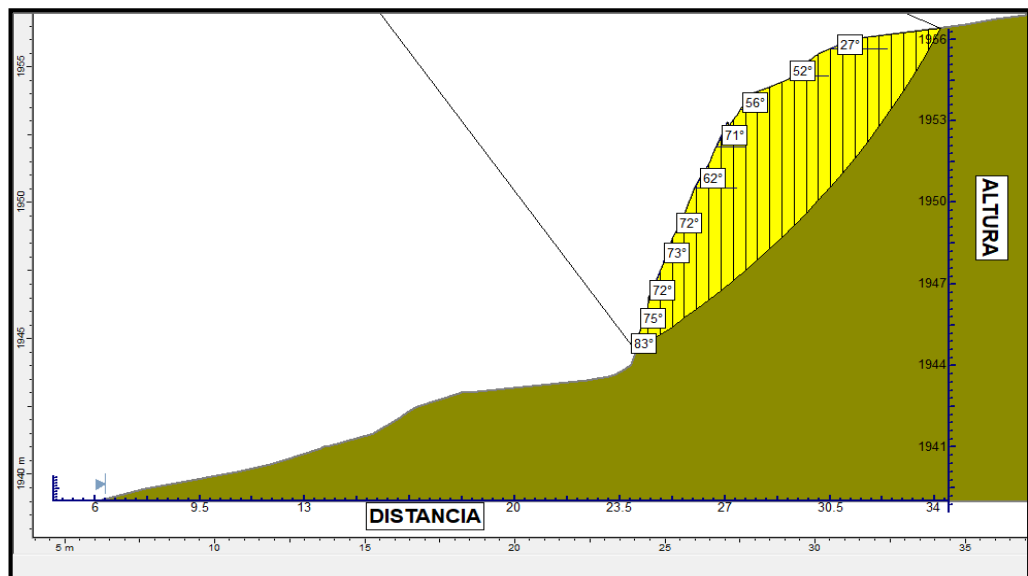
su procesamiento y posterior análisis por los 3 métodos que usaremos.

Al realizar el análisis obtuvimos un Fs. de 0.945 empleando el método Janbu Corrected, un Fs. de 0.917 empleando el método de Spencer; y un Fs. de 0.913 empleando el método de Morgenstern-Price.

Se muestra que las figuras 22-25 describen las variaciones de los ángulos y los Fs. los cuales han sido obtenidos introduciendo los datos geotécnicos del suelo, clasificación del lugar en análisis según SUCS; en el software Slide v.5.0 sin influencia del muro anclado en la sección transversal S2 presentada en la figura 10. Empleando los métodos Janbu Corrected, Spencer y Morgenstern-Price.

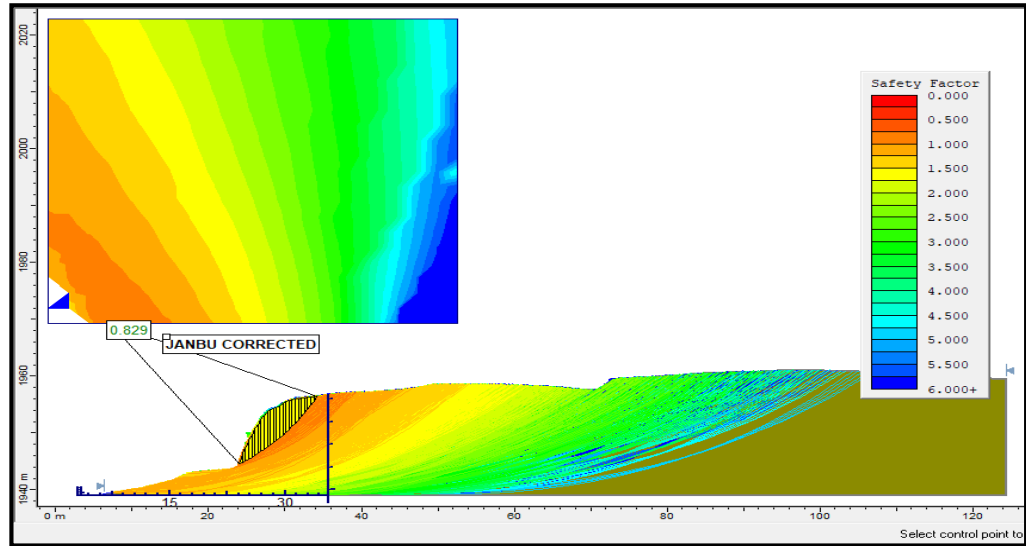
**Figura 22**

*Pendientes de la sección transversal S2 sin influencia del muro anclado*



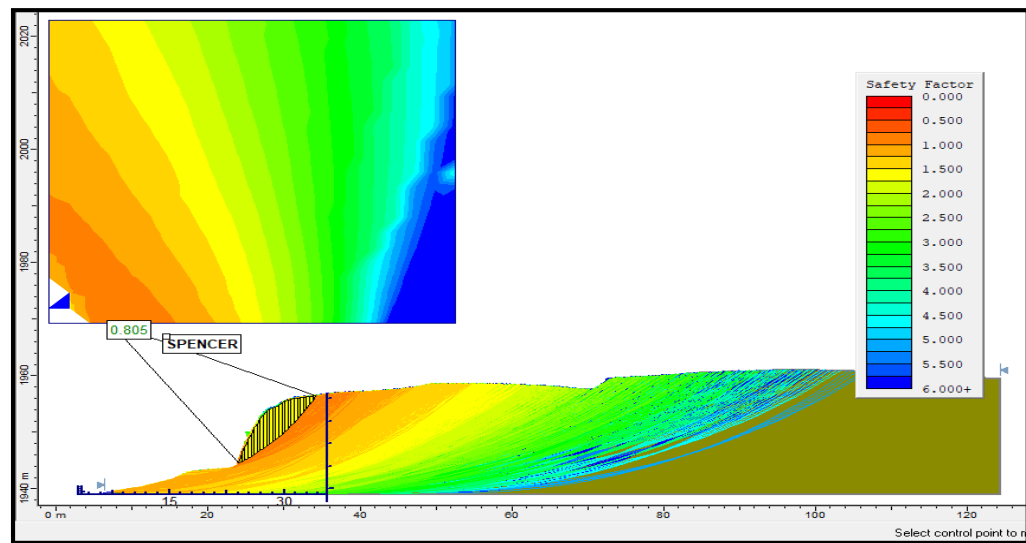
**Figura 23**

*Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S2 según el método Janbu Corrected*



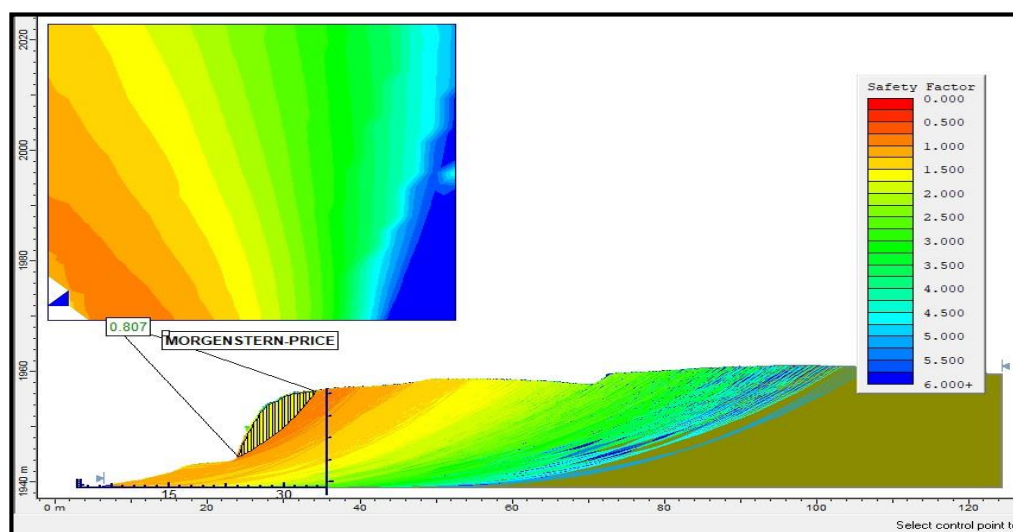
**Figura 24**

*Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S2 según el método Spencer*



**Figura 25**

*Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S2 según el método Morgenstern-Price*



**Interpretación:**

Las figuras presentan las secciones transversales de los taludes sin influencia del muro anclado que van desde una pendiente de 27° a 83° acordeal sentido y dirección de la sección S2; en el cual se caracteriza la región desuelo que probablemente se desplazaría sobre el área que tiende a la rotura. La región de suelo que tiende a la rotura se particiona en 25 franjas,

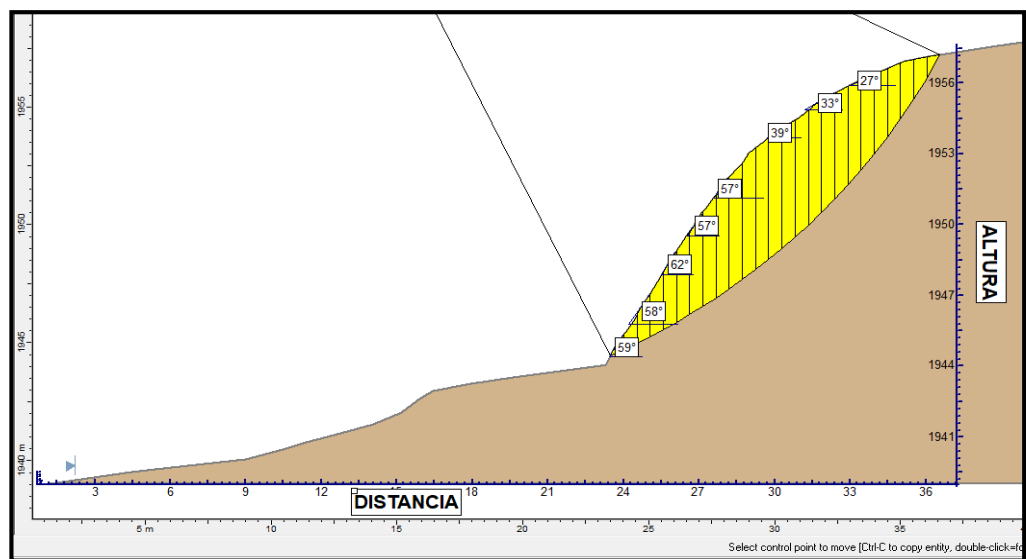
cuyas elevaciones en la vertical de la rotura van desde 0.76m a 5.93m, para su procesamiento y posterior análisis por los 3 métodos que usaremos.

Al realizar el análisis obtuvimos un Fs. de 0.829 empleando Janbu Corrected, un Fs. de 0.805 empleando Spencer; y un Fs. de 0.807 empleando el método de Morgenstern-Price.

Se muestra que las figuras 26-29 describen las variaciones de los ángulos y los Fs. los cuales han sido obtenidos introduciendo los datos geotécnicos del suelo, clasificación del lugar en análisis según SUCS; en el software Slide v.5.0 sin influencia del muro anclado en la sección transversal S3 presentada en la figura 10. A través de los métodos Janbu Corrected, Spencer y Morgenstern-Price.

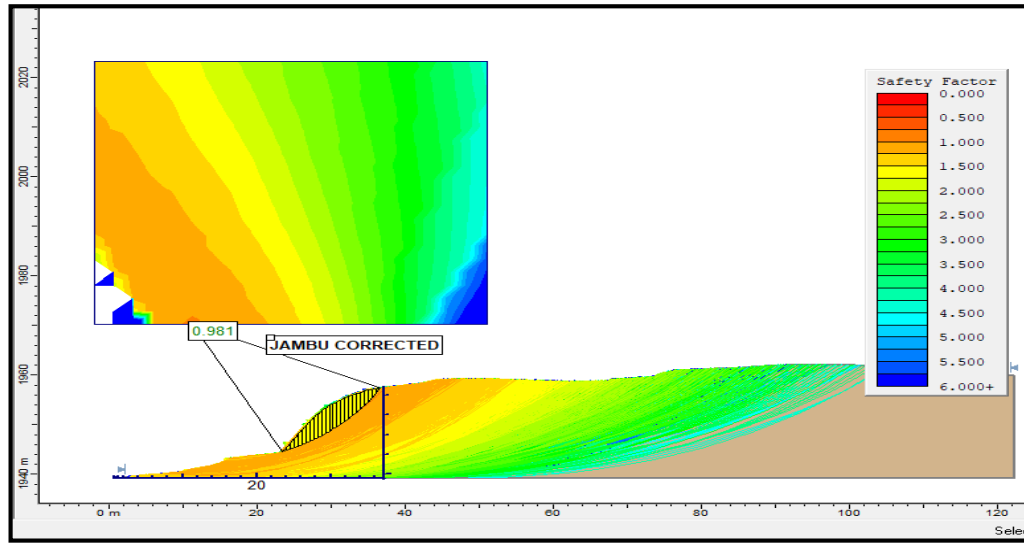
**Figura 26**

*Pendientes de la sección transversal S3 sin influencia del muro anclado*



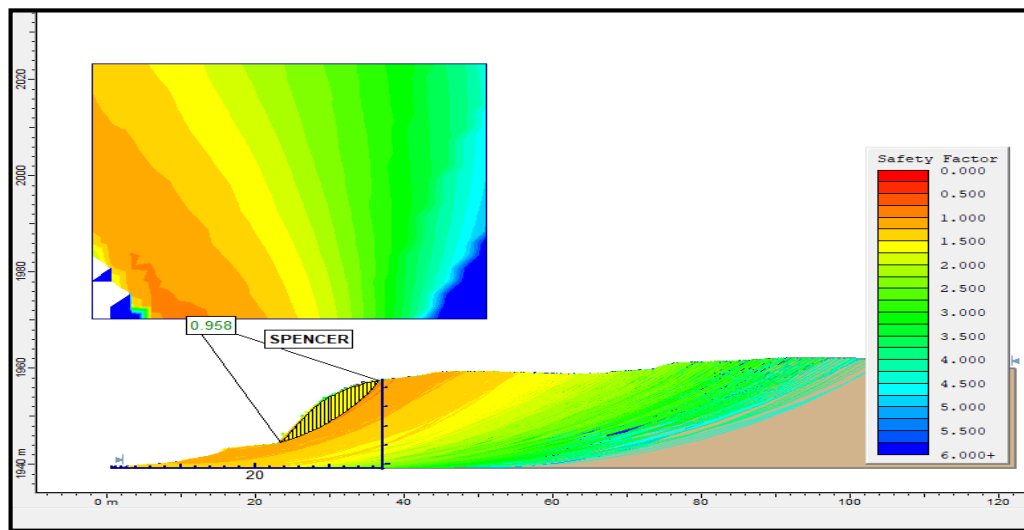
**Figura 27**

*Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S3 según el método Janbu Corrected*



**Figura 28**

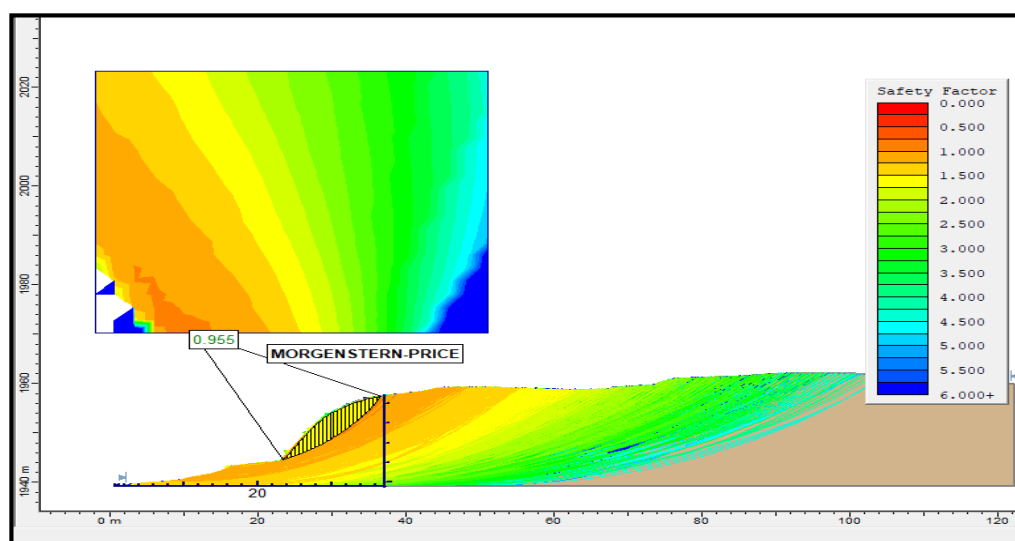
*Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S3 según el método Spencer*





**Figura 29**

*Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S3 según el método Morgenstern-Price*



**Interpretación:**

Las figuras presentan las secciones transversales de los taludes sin influencia del muro anclado que van desde una pendiente de 27° a 62° acordeal sentido y dirección de la sección S3; en el cual se caracteriza la región desuelo que probablemente se desplazaría sobre el área que tiende a la rotura. La región de suelo que tiende a la rotura se particiona en 25 franjas,

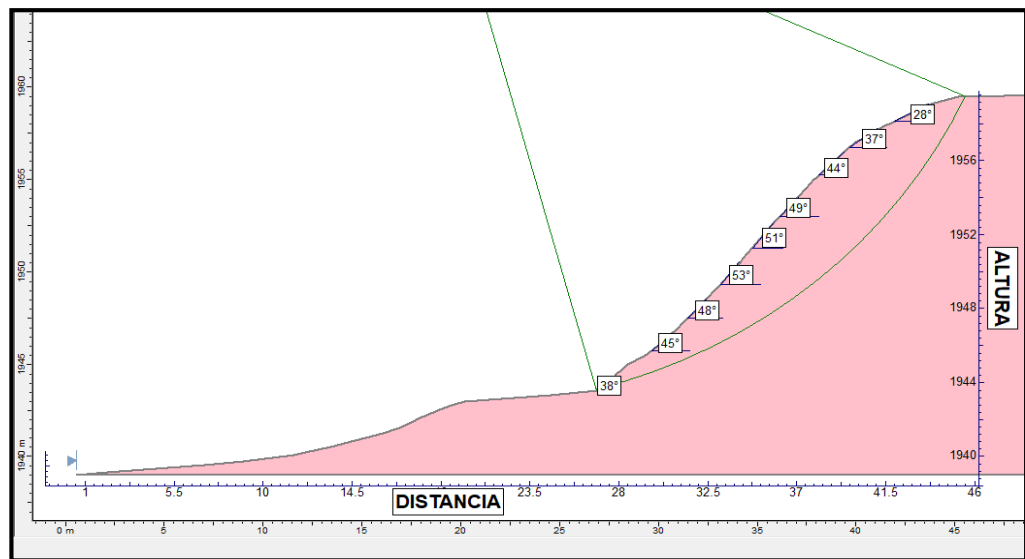
cuyas elevaciones en la vertical de la rotura van desde 0.90m a 5.15m, para su procesamiento y posterior análisis por los 3 métodos que usaremos.

Al realizar el análisis obtuvimos un Fs. de 0.981 empleando el método Janbu Corrected, un Fs. de 0.958 empleando Spencer; y un Fs. de 0.955 empleando el método de Morgenstern-Price.

Se muestra que las figuras 30-33 describen las variaciones de los ángulos y los Fs. los cuales han sido obtenidos introduciendo los datos geotécnicos del suelo; clasificación del lugar en análisis según SUCS; en el software Slide v.5.0 sin influencia del muro anclado en la sección transversal trazada S4 presentada en la figura 10. A través de los métodos Janbu Corrected, Spencer y Morgenstern-Price.

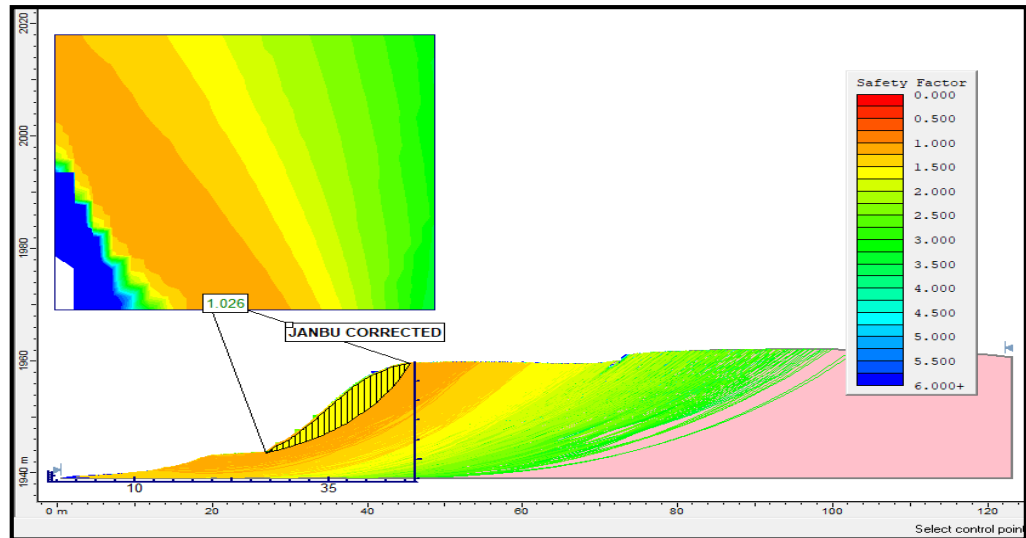
**Figura 30**

*Pendientes de la sección transversal S4 sin influencia del muro anclado*



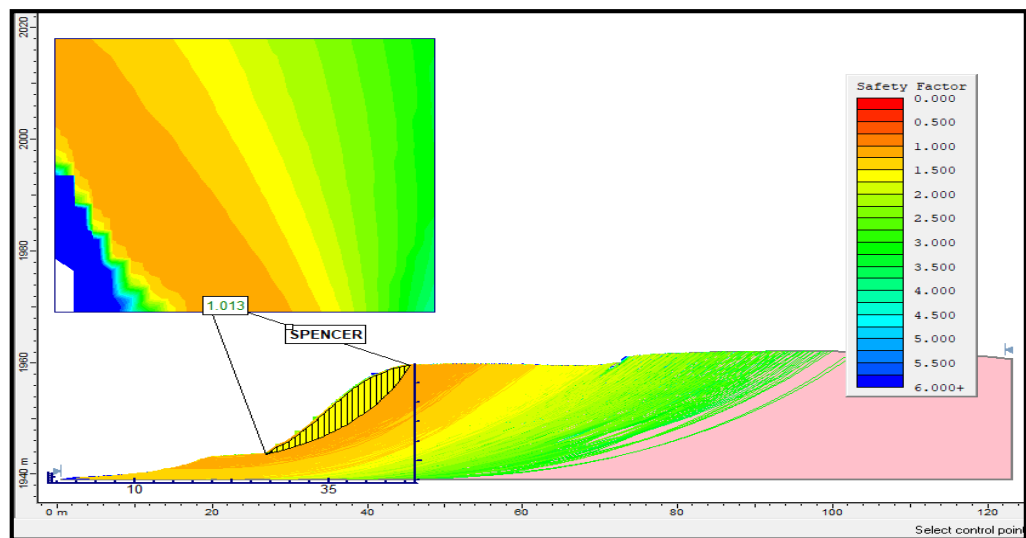
**Figura 31**

*Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S4 según el método Janbu Corrected*



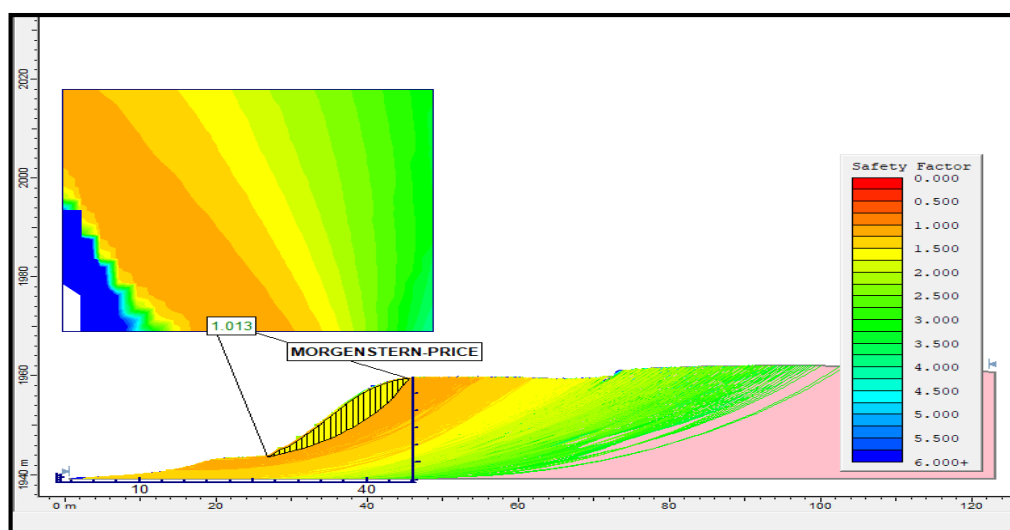
**Figura 32**

*Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S4 según el método Spencer*



**Figura 33**

*Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S4 según el método Morgenstern-Price*



**Interpretación:**

Las figuras presentan las secciones transversales de los taludes sin influencia del muro anclado que van desde una pendiente de 28° a 53° acordeal sentido y dirección de la sección S4; en el cual se caracteriza la región desuelo que probablemente se desplazaría sobre el área que tiende a la rotura. La región de suelo que tiende a la rotura se particiona en 25 franjas,

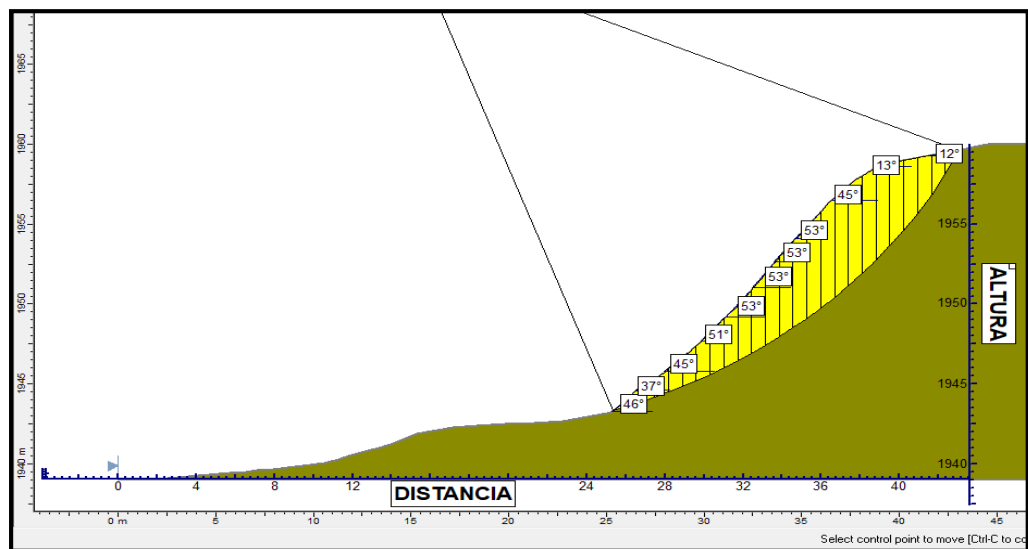
cuyas elevaciones en la vertical de la rotura van desde 0.38m a 5.72m, para su procesamiento y posterior análisis por los 3 métodos que usaremos.

Al hacer el análisis obtuvimos un Fs. 1.026 empleando el método JanbuCorrected, un Fs. de 1.013 empleando Spencer; y un Fs. de 1.013 empleando el método de Morgenstern-Price.

Se muestra que las figuras 34-37 describen las variaciones de los ángulos y los Fs. los cuales han sido obtenidos introduciendo los datos geotécnicos del suelo, clasificación del lugar en análisis según SUCS; en el software Slide v.5.0 sin influencia del muro anclado en la región transversal S5 presentada en la figura 10. A través de los métodos Janbu Corrected, Spencery Morgenstern-Price.

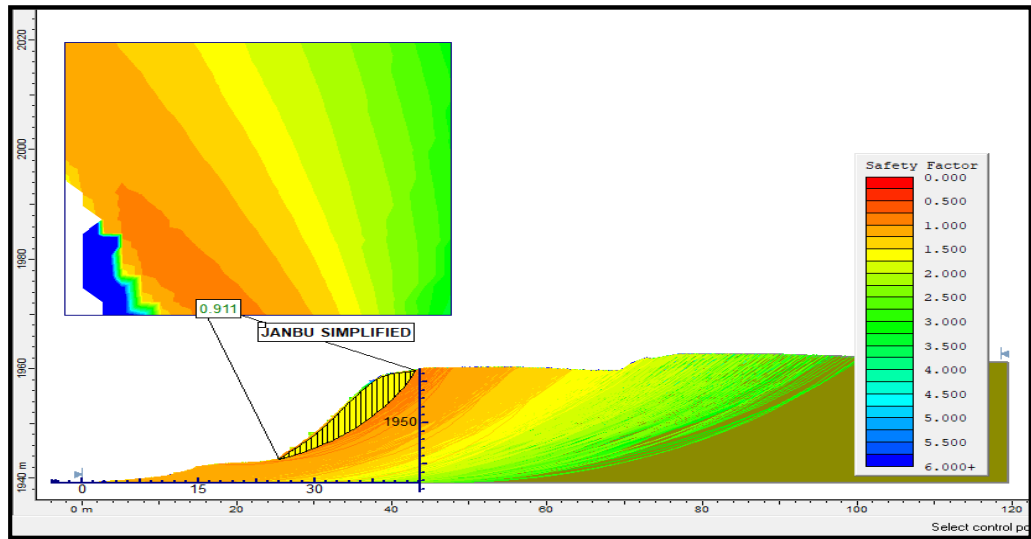
**Figura 34**

*Pendientes de la sección transversal S5 sin influencia del muro anclado*



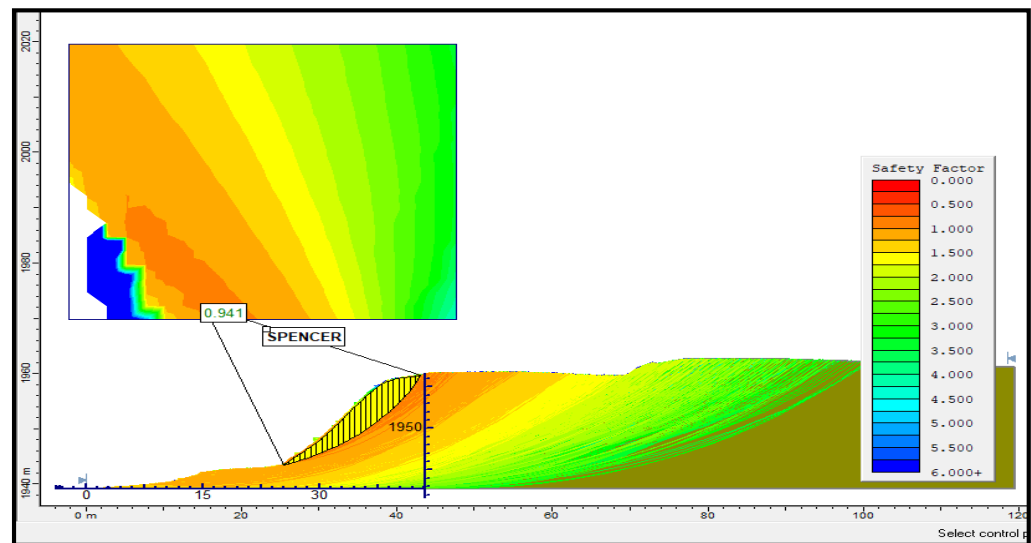
**Figura 35**

*Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S5 según el método Janbu Corrected*



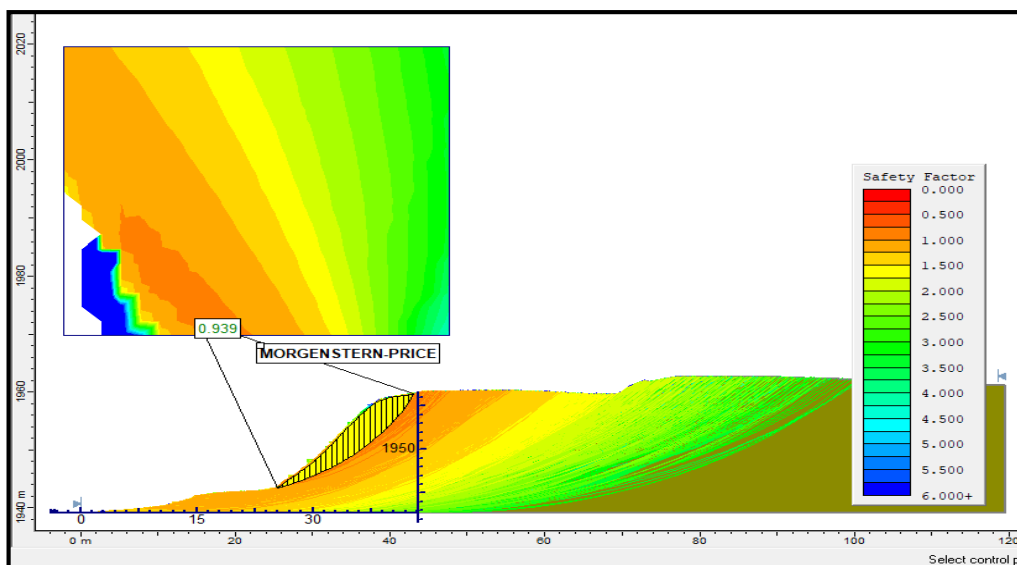
**Figura 36**

*Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S5 según el método Spencer*



**Figura 37**

*Fs. sin influencia del muro anclado de la sección S5 según el método Morgenstern-Price*



**Interpretación:**

Las figuras presentan las secciones transversales de los taludes sin influencia del muro anclado que van desde una pendiente de 12° a 53° acorde al sentido y dirección de la sección S5; en el cual se caracteriza la región desuelo que probablemente se desplazaría sobre el área que tiende a la rotura. La región de suelo que tiende a la rotura se particiona en 25 franjas,

cuyas elevaciones en la vertical de la rotura que van desde 0.46m a 6.07m, para su procesamiento y posterior análisis por los 3 métodos que usaremos.

Al realizar el análisis obtuvimos un Fs. de 0.911 empleando el método Janbu Corrected, un Fs. de 0.941 empleando Spencer; y un Fs. de 0.939 empleando el método de Morgenstern-Price.

En la tabla 4 se presenta los Fs. adquiridos al analizar la estabilidad del talud sin la influencia del muro anclado, en las 5 secciones transversales trazadas.

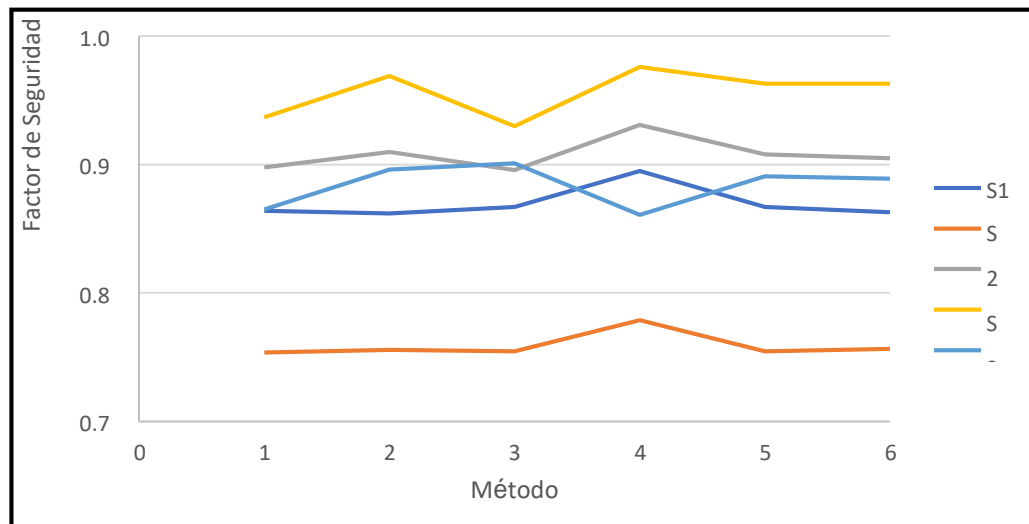
**Tabla 4**

*Descripción de los Fs. sin influencia del muro anclado con los 3 métodos presentados*

Secciones	Fs.	Fs. mínimo	Fs. máximo
	0.945		
	0.917		
Sección S1	0.913	0.913	0.945
	0.829		
	0.805		
Sección S2	0.807	0.805	0.829
	0.981		
	0.958		
Sección S3	0.955	0.955	0.981
	1.026		
	1.013		
Sección S4	1.013	1.013	1.026
	0.911		
	0.941		
Sección S5	0.939	0.911	0.941

**Figura 38**

*Descripción de los Fs. sin la influencia del sistema vetiver con los métodos propuestos*





### **Interpretación:**

Como podemos observar la región S1 muestra los Fs. calculados mediante las técnicas empleadas donde el Fs. mínimo es 0.913 y un factor de seguridad máximo de 0.945.

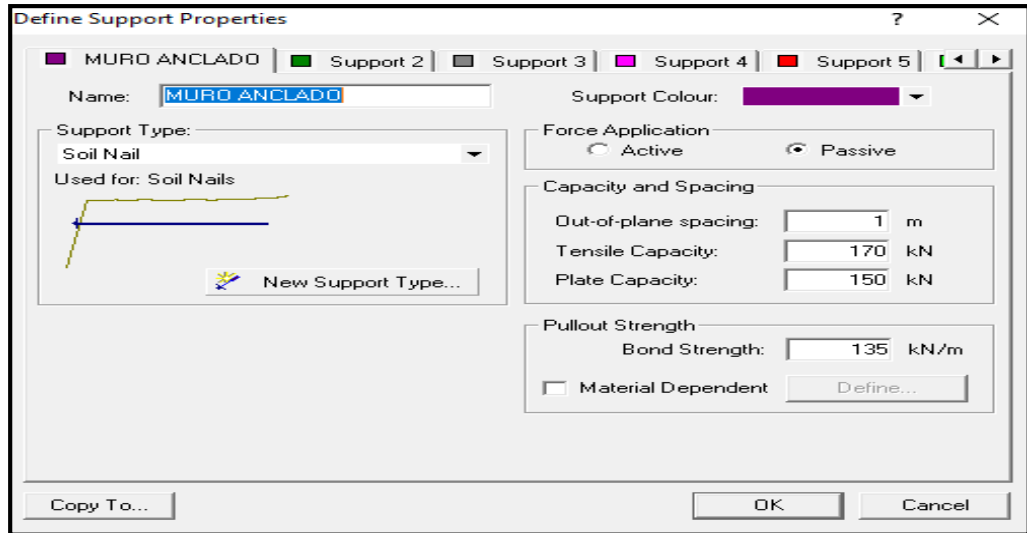
Se observa que la región S2 muestra los Fs. calculados mediante las técnicas empleadas, donde el Fs. mínimo es 0.805 y un Fs. máximo de 0.829. Se observa que la región S3 muestra los Fs. calculados mediante las técnicas empleadas, donde el Fs. mínimo es 0.955 y un Fs. máximo de 0.981. Se observa que la región S4 muestra los Fs. calculados mediante las técnicas empleadas, donde el Fs. mínimo es 1.013 y un Fs. máximo de 1.026. Se observa que la región S5 muestra los Fs. calculados mediante las técnicas empleadas, donde el Fs. mínimo es 0.911 y un Fs. máximo de 0.941.

#### **4.1.2. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES DEL TALUD CON LA INFLUENCIA DEL MURO ANCLADO**

Se aprecia de las figuras 39-43 el predimensionamiento y los factores de seguridad los cuales han sido obtenidos introduciendo los datos geotécnicos del suelo, clasificación del lugar en análisis según SUCS; en el software Slide v.5.0 con influencia del muro anclado en la región S1 que se presenta figura 10. Aplicando las técnicas de Janbu Corrected, Spencer y Morgenstern-Price.

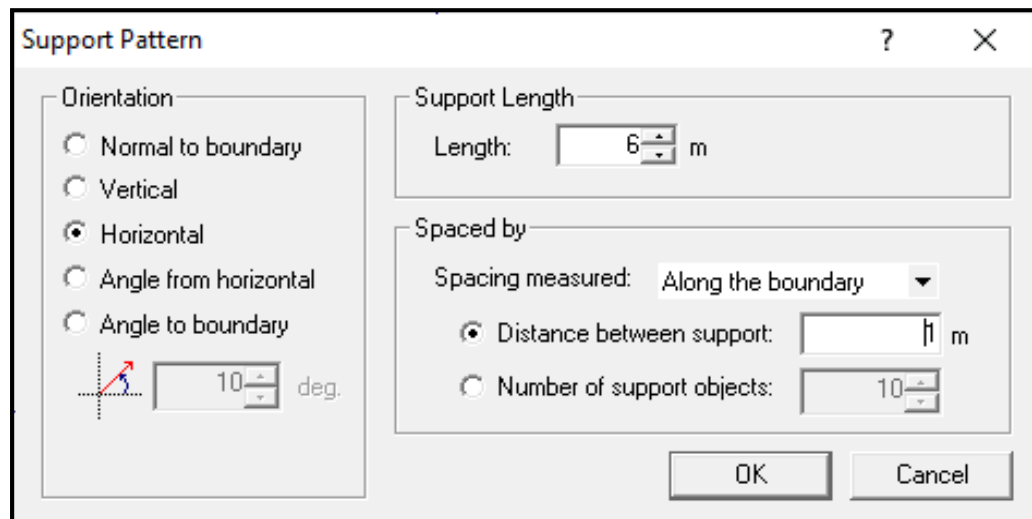
**Figura 39**

*Predimensionamiento del muro anclado*



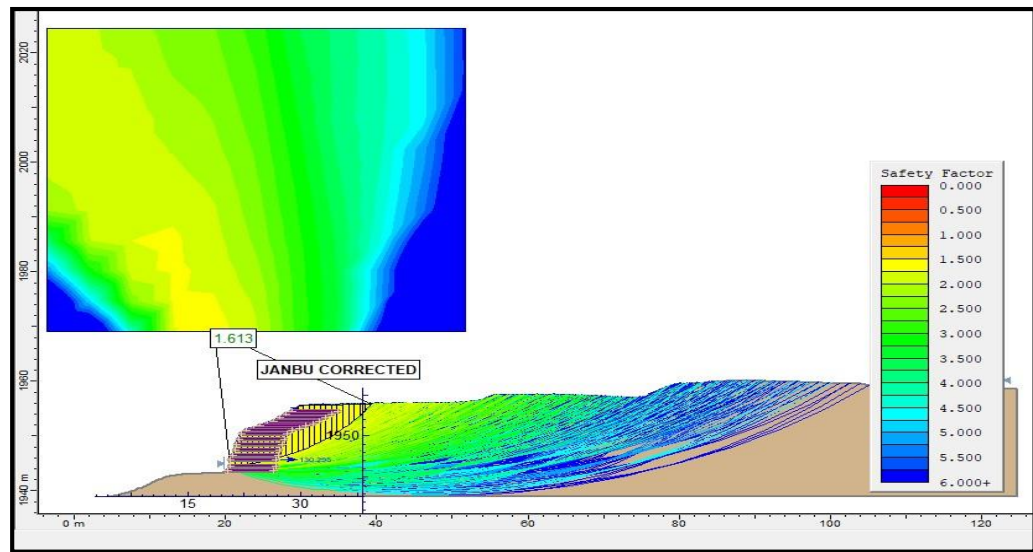
**Figura 40**

*Predimensionamiento del muro anclado*



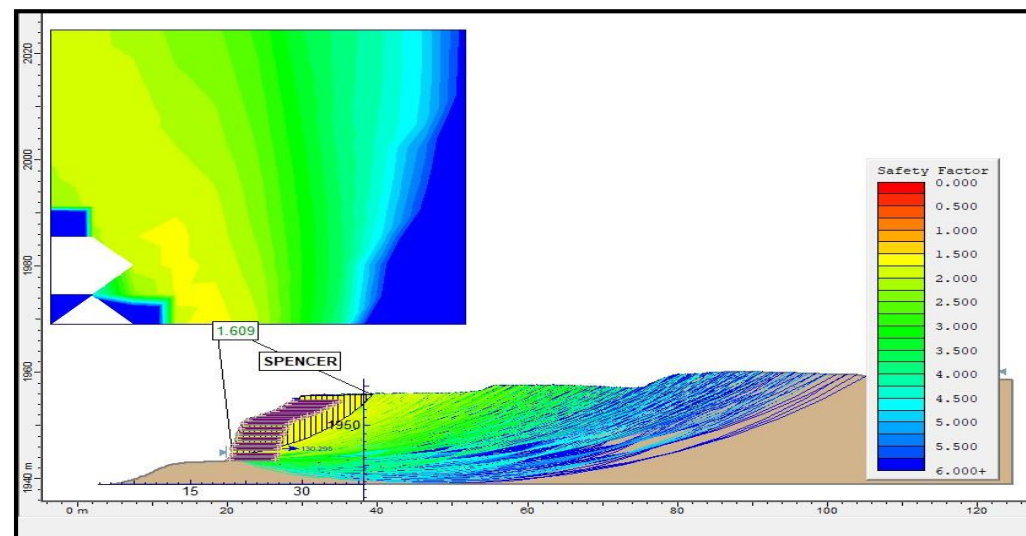
**Figura 41**

*Fs. con influencia del muro anclado de la sección S1 según el método Janbu Corrected*



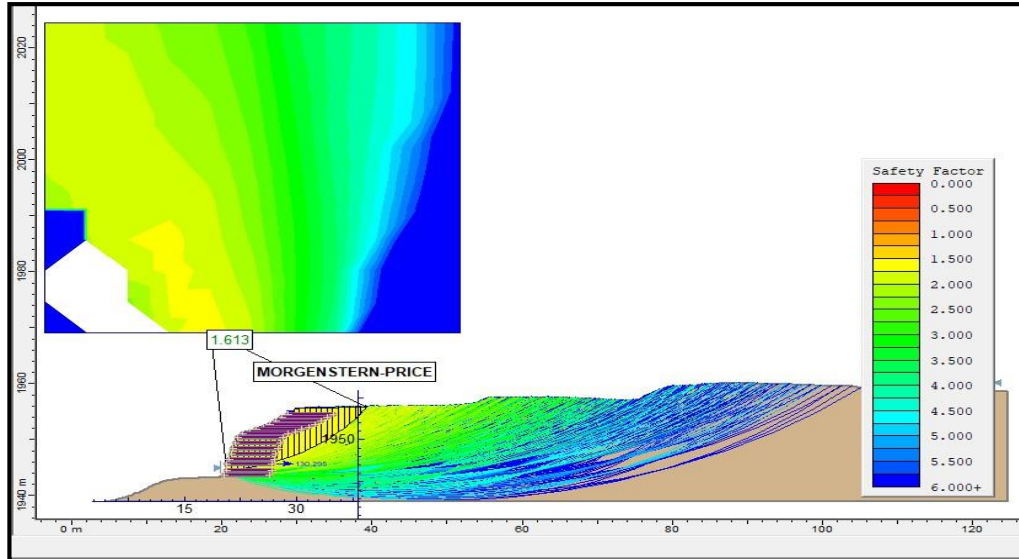
**Figura 42**

*Fs. con influencia del muro anclado de la sección S1 según el método Spencer*



**Figura 43**

*Fs. con influencia del muro anclado de la sección S1 según el método Morgenstern-Price*



**Interpretación:**

Las figuras presentan las secciones transversales de los taludes con influencia del muro anclado donde el anclaje tiene una inclinación de 10°, este espaciado a 1 metro y tiene una longitud de 6m acorde al sentido y dirección de la sección S1; el cual se representa en el área de suelo que probablemente se desplazaría a través del área que probablemente presentaría un deslizamiento.

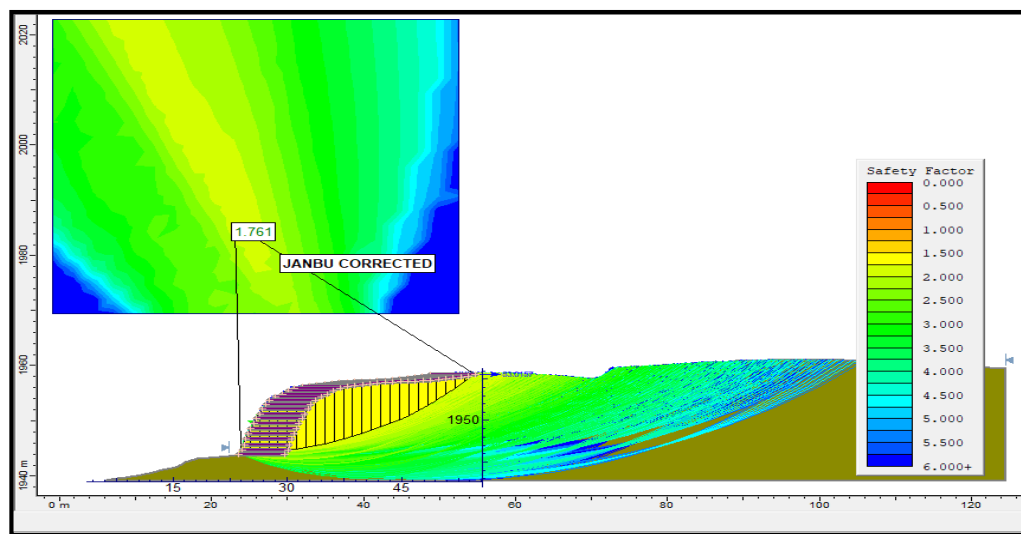
El área de suelo que podría presentar un deslizamiento se particiona en 25 franjas, con distancias en el sentido y de rotura, que van desde 1.07m a 7.97m, para el posterior análisis y cálculo por los 3 métodos que usaremos.

Al realizar el análisis obtuvimos un Fs. 1.613 mediante el método JanbuCorrected, un Fs. de 1.609 según el método de Spencer; y un Fs. de 1.613 según el método de Morgenstern-Price.

En las figuras 44-47 se describe los factores de seguridad los cuales han sido obtenidos introduciendo los datos geotécnicos del suelo, clasificación del lugar en análisis según SUCS; en el software Slide v.5.0 con influencia del muro anclado en la región transversal S2 presentada en la figura 10. A través de los métodos Janbu Corrected, Spencer y Morgenstern-Price.

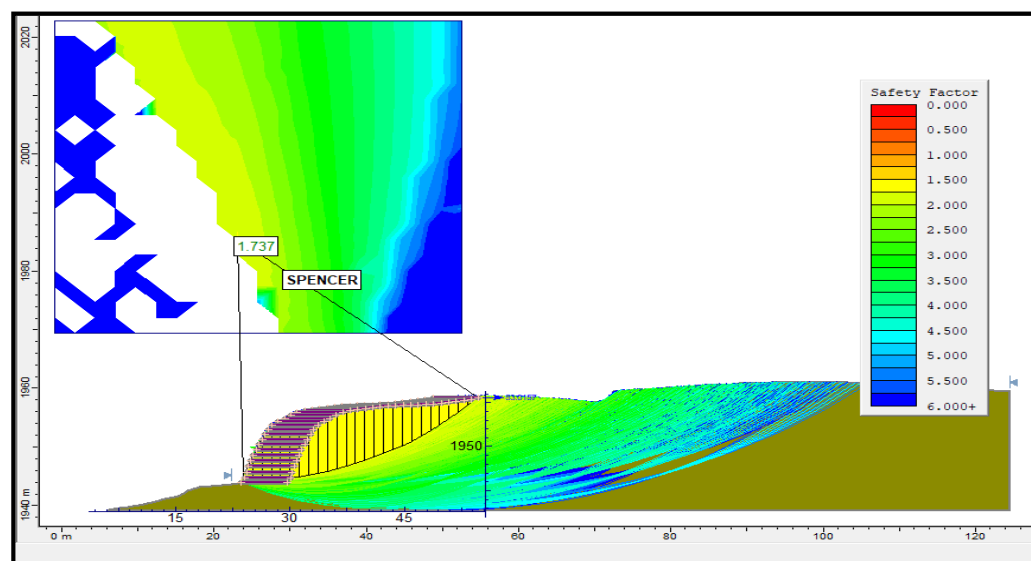
**Figura 44**

*Fs. con influencia del muro anclado de la sección S2 según el método Janbu Corrected*



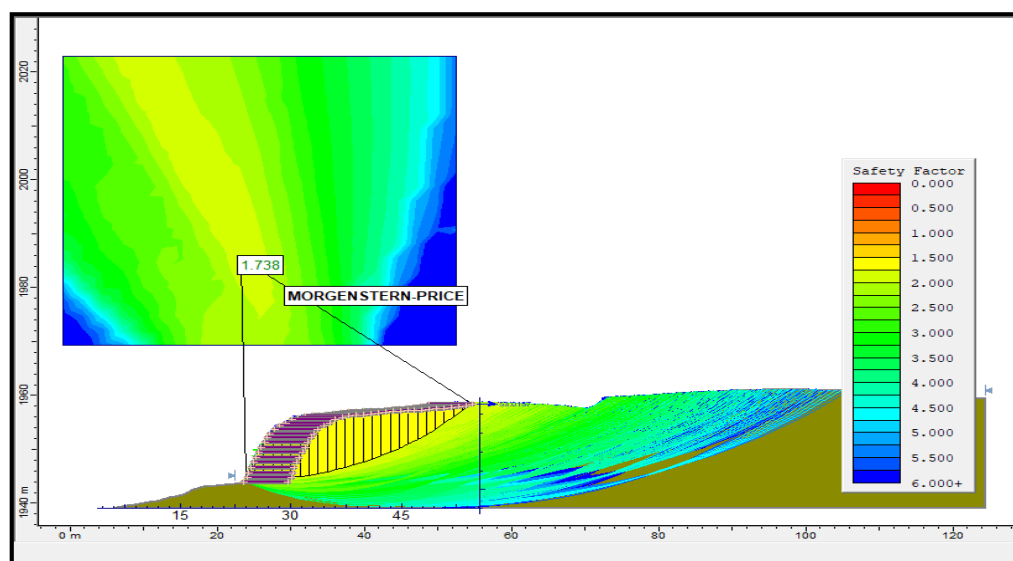
**Figura 45**

*Fs. con influencia del muro anclado de la sección S2 según el método Spencer*



**Figura 46**

*Fs. con influencia del muro anclado de la sección S2 según el método Morgenstern-Price*



**Interpretación:**

Las figuras presentan las secciones transversales de los taludes con influencia del muro anclado donde el anclaje tiene una inclinación de 10°, está espaciado a 1 metro y tiene una longitud de 6m acorde al sentido y dirección de la sección S2; el cual se representa en el área de suelo que probablemente se desplazaría a través del área que probablemente presentaría un deslizamiento.

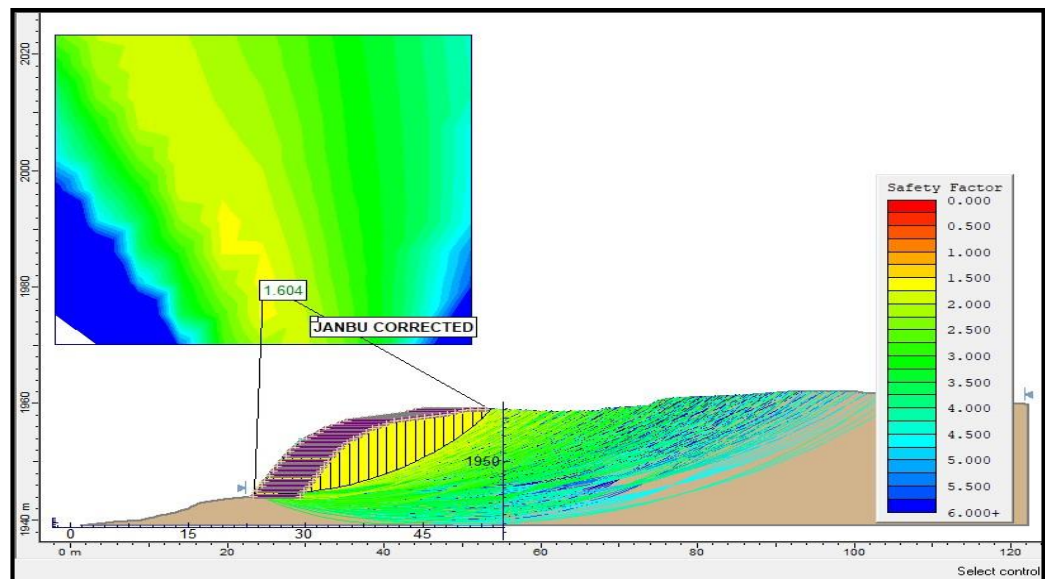
El área de suelo que podría presentar un deslizamiento se particiona en 25 franjas, con distancias en el sentido y de rotura que van desde 1.382m a 11.206m, para su posterior análisis y cálculo por los 3 métodos que usaremos.

Al realizar el análisis obtuvimos un Fs. de 1.761 mediante el método Janbu Corrected, un Fs. de 1.737 mediante el método de Spencer; y un Fs. de 1.738 mediante el método de Morgenstern-Price.

En las figuras 47-49 se describe los factores de seguridad los cuales han sido obtenidos introduciendo los datos geotécnicos del suelo, clasificación del lugar en análisis según SUCS; en el software Slide v.5.0 con influencia del muro anclado en la región transversal S3 presentada en la figura 10. A través de los métodos Janbu Corrected, Spencer y Morgenstern-Price.

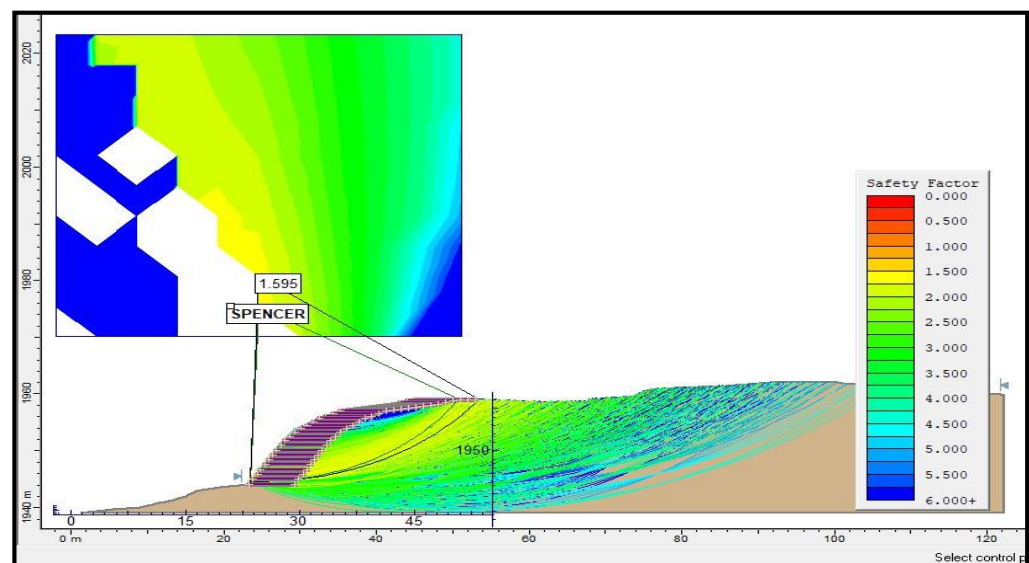
**Figura 47**

*Fs. con influencia del muro anclado de la sección S3 según el método Janbu Corrected*



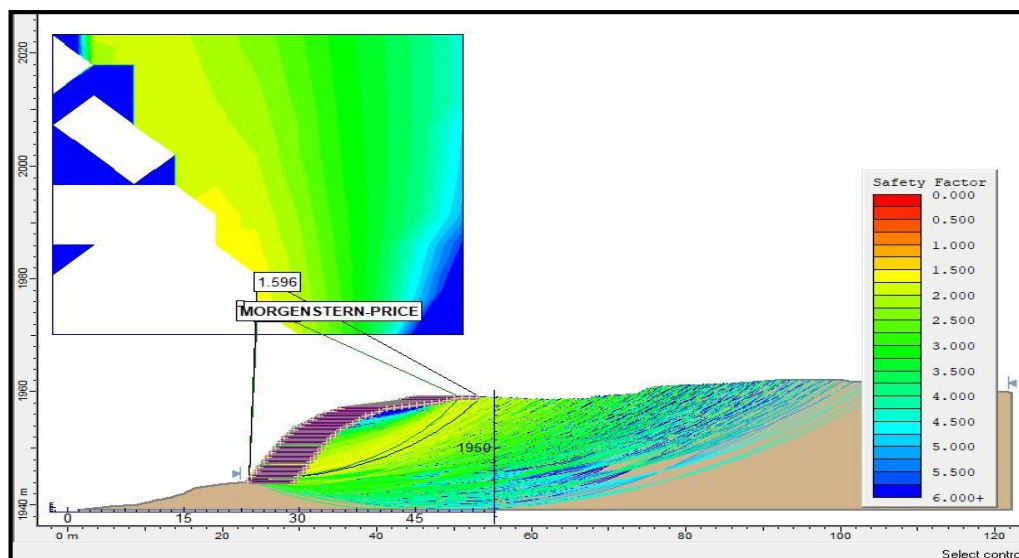
**Figura 48**

*Fs. con influencia del muro anclado de la sección S3 según el método Spencer*



**Figura 49**

*Fs. con influencia del muro anclado de la sección S3 según el método Morgenstern-Price*



**Interpretación:**

Las figuras presentan las secciones transversales de los taludes con influencia del muro anclado donde el anclaje tiene una inclinación de 10°, está espaciado a 1 metro y tiene una longitud de 6m acorde al sentido y dirección de la sección S3; el cual se representa en el área de suelo que probablemente se desplazaría a través del área que probablemente presentaría un deslizamiento.

El área de suelo que podría presentar un deslizamiento se particiona en 25 franjas, con distancias en el sentido y de rotura que van desde 1.646 m a 10.10m, para su posterior análisis y cálculo por los 3 métodos que usaremos.

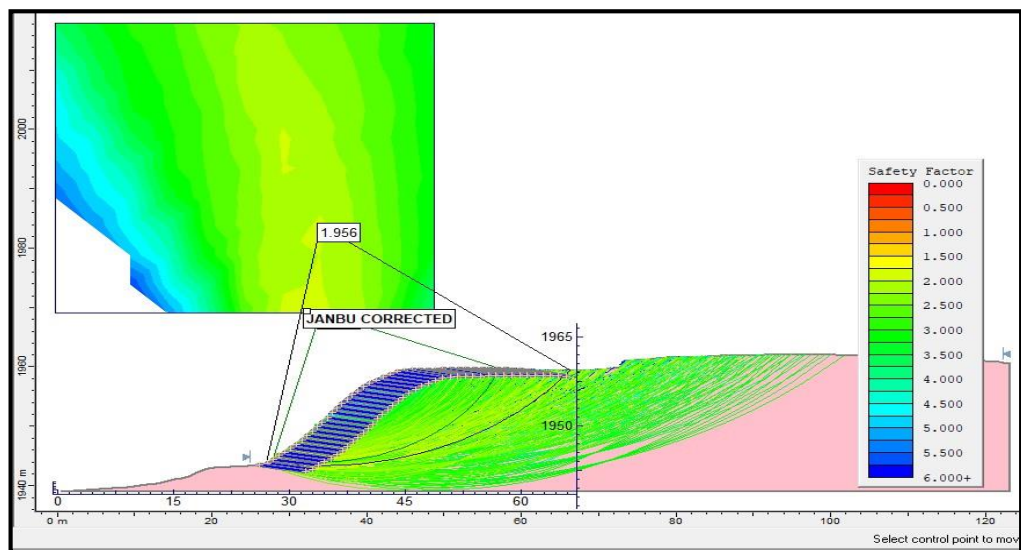
Al realizar el análisis obtuvimos un Fs. de 1.604 según el método Janbu Corrected, un Fs. de 1.595 mediante el método de Spencer; y un Fs. de 1.596 mediante el método de Morgenstern-Price



En las figuras 50-52 se describe los factores de seguridad los cuales han sido obtenidos introduciendo los datos geotécnicos del suelo, clasificación del lugar en análisis según SUCS; en el software Slide v.5.0 con influencia del muro anclado en la región transversal S4 presentada en la figura 10. A través de los métodos Janbu Corrected, Spencer y Morgenstern-Price.

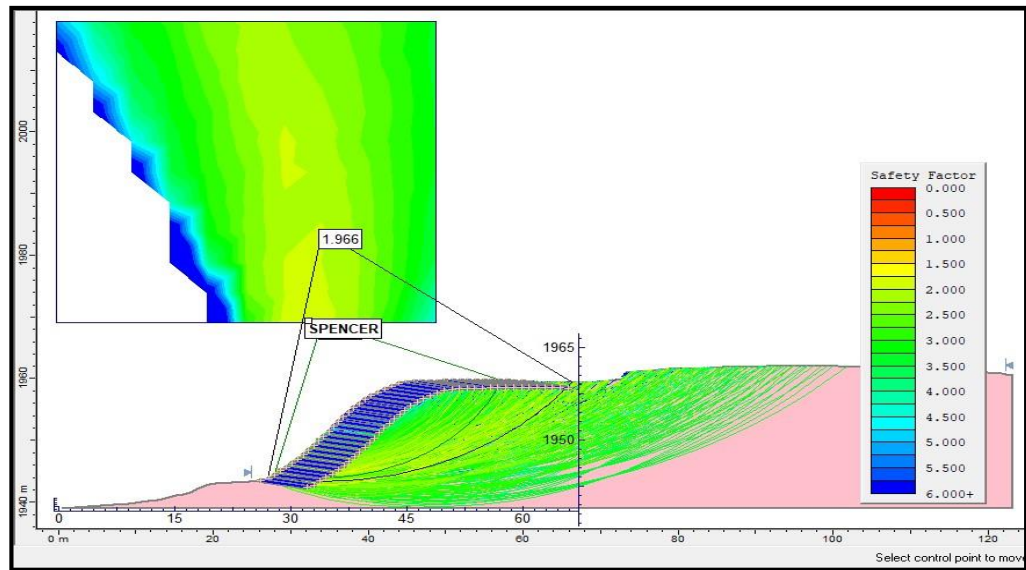
**Figura 50**

*Fs. con influencia del muro anclado de la sección S4 según el método Janbu Corrected*



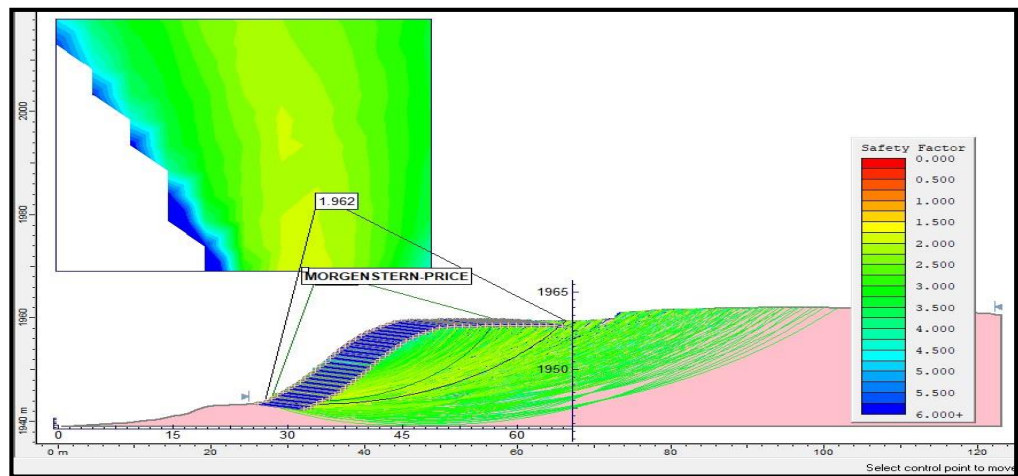
**Figura 51**

*Fs. con influencia del muro anclado de la sección S4 según el método Spencer*



**Figura 52**

*Fs. con influencia del muro anclado de la sección S4 según el método Morgenstern-Price*



### **Interpretación:**

Las figuras presentan las secciones transversales de los taludes con influencia del muro anclado donde el anclaje tiene una inclinación de  $10^\circ$ , está espaciado a 1 metro y tiene una longitud de 6m acorde al sentido y dirección de la sección S4; el cual se representa en el área de suelo que probablemente se desplazaría a través del área que probablemente presentaría un deslizamiento.

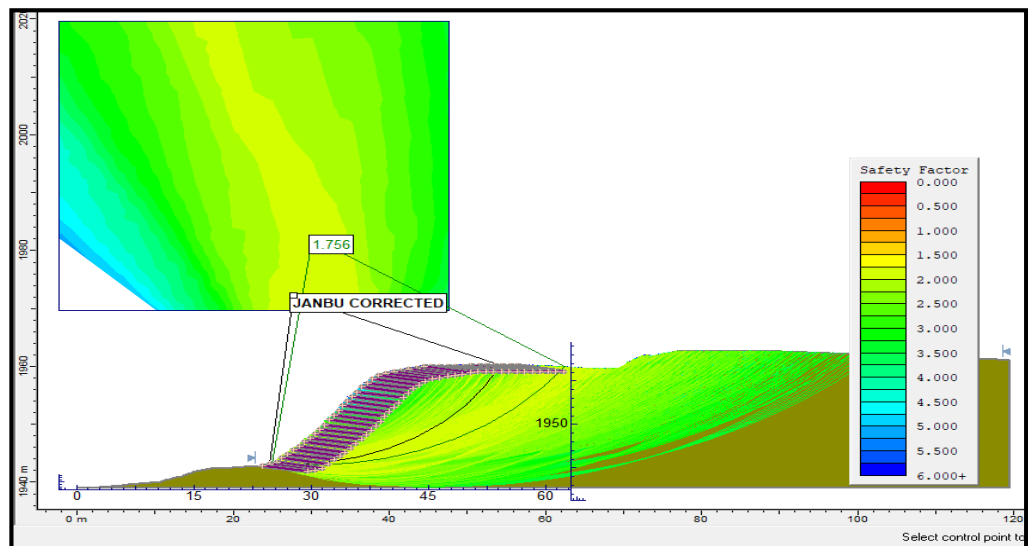
El área de suelo que podría presentar un deslizamiento se particiona en 25 franjas, distancias en el sentido y de rotura que van desde 1.163 m a

12.93 m, para su posterior análisis y cálculo por los 3 métodos que usaremos. Al realizar el análisis obtuvimos un Fs. de 1.956 mediante el método Janbu Corrected, un Fs. de 1.966 mediante el método de Spencer; y un Fs. de 1.962 mediante el método de Morgenstern-Price.

En las figuras 53-55 se describe los factores de seguridad los cuales han sido obtenidos introduciendo los datos geotécnicos del suelo, clasificación del lugar en análisis según SUCS; en el software Slide v.5.0 con influencia del muro anclado en la región transversal S5 presentada en la figura 10. A través de los métodos Janbu Corrected, Spencer y Morgenstern-Price.

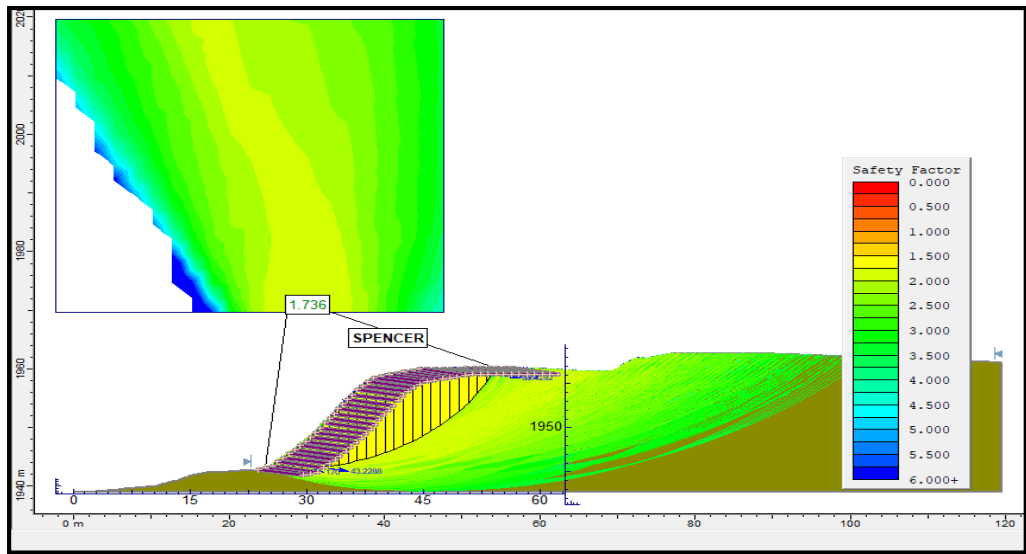
**Figura 53**

*Fs. con influencia del muro anclado de la sección S5 según el método Janbu Corrected*



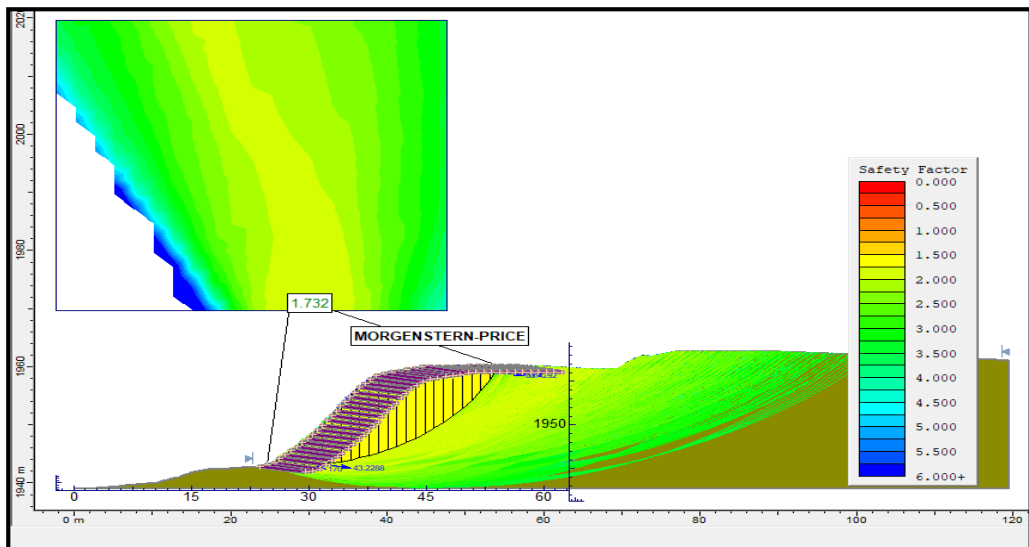
**Figura 54**

*Fs. con influencia del muro anclado de la sección S5 según el método Spencer*



**Figura 55**

*Fs. con influencia del muro anclado de la sección S5 según el método Morgenstern-Price*



### **Interpretación:**

Las figuras presentan las secciones transversales de los taludes con influencia del muro anclado donde el anclaje tiene una inclinación de  $10^\circ$ , está espaciado a 1 metro y tiene una longitud de 6m acorde al sentido y dirección de la sección S5; en el cual se representa el área de suelo que probablemente se desplazaría a través del área que probablemente presentaría un deslizamiento.

El área de suelo que podría presentar un deslizamiento se particiona en 25 franjas, con distancias en el sentido y de rotura que van desde 0.771 m a 13.548 m, para su posterior análisis y cálculo por los 3 métodos que usaremos.

Al realizar el análisis obtuvimos un Fs. 1.756 mediante el método JanbuCorrected, un Fs. de 1.736 mediante el método de Spencer; y un Fs. de 1.732 mediante el método de Morgenstern-Price.

En la tabla 5 se presenta los Fs. que se adquirieron al analizar la estabilidad talud sin la influencia del muro anclado, en las 5 secciones transversales trazadas.

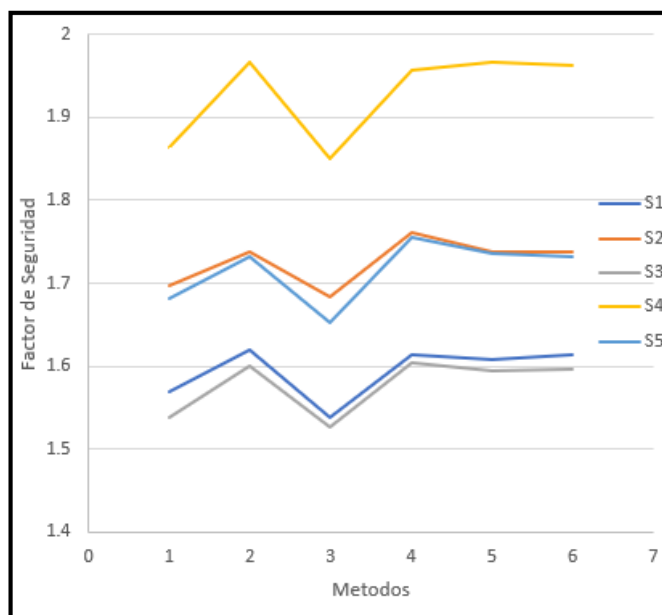
**Tabla 5**

*Descripción de los Fs. con influencia del muro anclado con los 3 métodos presentados*

Secciones	Fs.	Fs. mínimo	Fs. máximo
	1.613		
	1.609		
Sección S1	1.613	1.609	1.613
	1.761		
	1.737		
Sección S2	1.738	1.737	1.761
	1.604		
	1.595		
Sección S3	1.596	1.595	1.604
	1.956		
	1.966		
Sección S4	1.962	1.962	1.966
	1.756		
	1.736		
Sección S5	1.732	1.732	1.756

**Figura 56**

*Descripción de los Fs. sin la influencia del sistema muro anclado con los métodos propuestos*



**Interpretación:**

Como podemos observar la sección S1 muestra los Fs. calculados mediante los métodos propuestos, donde el Fs. mínimo es 1.609 y un Fs. máximo de 1.613.

Se observa en el área delimitada por la sección S2, donde se muestralos Fs. calculados con los métodos propuestos, donde el Fs. mínimo es 1.737y un Fs. máximo de 1.761.

Se observa en el área delimitada por la sección S3, donde se muestralos Fs. calculados con los métodos propuestos, donde el Fs. mínimo es 1.595y un Fs. máximo de 1.604.

Se observa en el área delimitada que la sección S4 donde se muestra los Fs. calculados con los métodos propuestos, donde el Fs. mínimo es 1.962y un Fs. máximo de 1.966.

Se observa que la sección S5 muestra los Fs. calculados con los métodos propuestos, donde el Fs. mínimo es 1.732 y un Fs. de 1.756.



## 4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

### 4.2.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Procedimos a realizar el cálculo estadístico aplicando de Shapiro – Wilk, utilizando los 15 Fs. adquiridos de las 5 regiones transversales de talud en el análisis de estabilidad sin influencia del muro anclado. Luego procedimos a calcular para ver si los valores obtenidos presentan o no presentan una distribución normal para ello pasamos a definir las hipótesis aplicando la prueba de normalidad de valores:

Ho: Si p-valor  $\geq 0.05$ , los valores presentan una distribución normal.

H1: Si p-valor  $< 0.05$ , los valores no presentan una distribución normal.

**Tabla 6**

*Prueba de normalidad de los datos del análisis de estabilidad sin influencia del muro anclado*

Variable	Shapiro-Wilk		Estadísticos Descriptivos		
	gl	Sig.	Media	Mediana	Desviación Estándar
Fs. sin muro anclado	15	0.098	0.93	0.941	0.07

#### **Interpretación:**

Como puede apreciarse de los cálculos realizados los valores obtenidos presentan un comportamiento asimétrico, debido a que la media es 0.930 es menor que la mediana de 0.941. Además se aprecia que el cálculo de normalidad de Shapiro-Wilk tiene un p-valor de  $0.098 > 0.05$ , en resumidas presenta un nivel de significancia mayor al de 0.05; es por ello que se acepta la hipótesis nula “Ho” entonces se define que los valores del análisis de estabilidad sin influencia del muro anclado presentan una distribución normal. Es por ello que se procederá a realizar la contrastación de su hipótesis específica utilizando la prueba de t-student de una muestra, el cual es considerada una prueba

paramétrica para valores asimétricos que presentan un comportamiento de distribución normal.

#### 4.2.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Procedimos a realizar la prueba estadística de Shapiro – Wilk, con los 15 Fs. adquiridos de las 5 secciones transversales de talud en los cuales se analizó la estabilidad teniendo en cuenta la influencia del muro anclado. Luego procedimos a calcular para ver si los valores obtenidos poseen o no un comportamiento como el de una distribución normal para ello pasamos a definir las hipótesis teniendo en consideración el criterio de normalidad de los valores obtenidos:

Ho: Si p-valor  $\geq 0.05$ , entonces los valores tienen una distribución normal. H1: Si p-valor  $< 0.05$ , entonces los valores no tienen una distribución normal.

**Tabla 7**

*Prueba de normalidad de los datos del análisis de estabilidad con influencia del muro anclado*

Variable	Shapiro-Wilk		Estadísticos Descriptivos		
	gl	Sig.	Media	Mediana	Desviación Estándar
Fs. con muro anclado	15	0.02	1.73253	1.73300	0.1345

#### **Interpretación:**

Como puede apreciarse de los cálculos realizados los valores obtenidos son asimétricos, debido a que la media es 1.73253 es menor que la mediana de 1.73300. Como se aprecia que el cálculo de Shapiro-Wilk muestra un p-valor de  $0.02 < 0.05$ , es decir que presenta un nivel de significancia menor que 0.05; por ello se rechaza la hipótesis nula “Ho” y se recibe como afirmativa la hipótesis alterna “H1” en el que los valores del análisis de estabilidad teniendo en cuenta la influencia del muro anclado presentan que no tienen una distribución normal.

Es por ello que se procederá a realizar la contrastación de su hipótesis específica aplicando la prueba de Wilcoxon de una muestra, el cual se considera una prueba no paramétrica para valores asimétricos que no tienen una distribución normal.

#### 4.2.3. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Procedemos a realizar la prueba de t-student de una muestra para evaluar la Hipótesis Específica 1:

Método:

$u$  = media del factor de seguridad sin influencia del muro anclado. Planteamos la hipótesis:

$H_0$ : No se evalúa la inestabilidad a través del factor de seguridad sin influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco - 2021.

$$H_0: u \geq 1.5$$

$H_1$ : Se evalúa la inestabilidad a través del factor de seguridad sin influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco - 2021.

$$H_1: u < 1.5$$

Prueba:

Si  $p$ -valor  $\geq 0.05$ , entonces se acepta la  $H_0$ . Si  $p$ -valor  $< 0.05$ , entonces se rechaza la  $H_0$ .

**Tabla 8**

*Prueba de t-student de una muestra de la hipótesis específica 1*

Muestra	t	gl	p-valor	media	Desviación estándar	Al 95% del intervalo de confianza
Fs. sin muro anclado	-31.3	14	0.000	0.930	0.070	p-valor < $\alpha$ 0.000 < 0.05

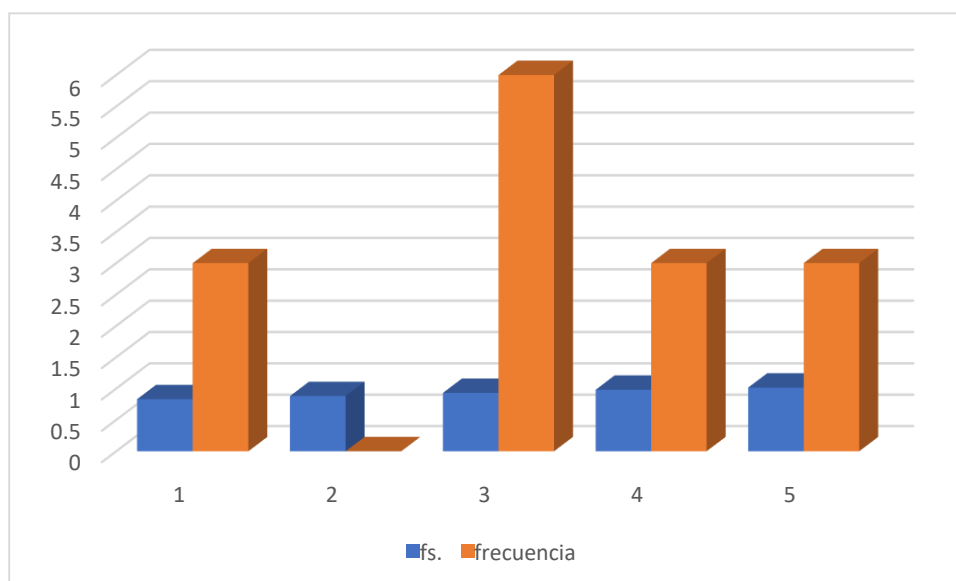
Resultado

( $P$ -valor = 0.000) < ( $\alpha$  = 0.05), entonces procedemos a rechazar la  $H_0$

❖ Se acepta la hipótesis específica 1

**Figura 57**

*Prueba de t-student de una muestra aquí se presenta el comportamiento del Fs. y frecuencia*



**Interpretación:**

Del análisis estadístico podemos observar que mediante la prueba de t-student que la media calculada es 0.930 que como podemos observar no es mayor que la media hipotética de 1.50; además podemos ver que toda la frecuencia de los valores, están en un intervalo menor a 1.50. Es por ello que podemos afirmar en un nivel de confianza de 95% que el Fs. sin influencia del muro anclado se ubica muy por inferior del Fs. de 1.50 que como menciona el reglamento nacional de edificaciones. Es por ello que podemos concluir que la región analizada sin influencia del muro anclado mostraría taludes inestables no siendo seguro para ser poblado.

Procedemos a realizar la prueba de Wilcoxon de una muestra para evaluarla:

**Hipótesis Especifica 2:**

Método:

u=mediana del factor de seguridad con influencia del muro anclado.

Planteamos la hipótesis:

Ho: No se evalúa la estabilidad mediante el factor de seguridad con influenciadel diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco - 2021.

$$Ho: u < 1.5$$

H2: Se evalúa la estabilidad mediante el factor de seguridad con influencia deldiseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco - 2021

$$H1: u \geq 1.5$$

Prueba:

Si p-valor  $\geq 0.05$ , entonces se acepta la HoSi p-valor  $< 0.05$ , entonces se rechaza la Ho

**Tabla 9**

*Prueba de Wilcoxon de una muestra de la hipótesis especifica 2.*

Hipótesis nula	Mediana	Sig.	Decisión	Valores críticos	N
La mediana de Fs. con muro anclado es menor a 1.5	1.73	0.001	Desestimar la hipótesis nula	0	15

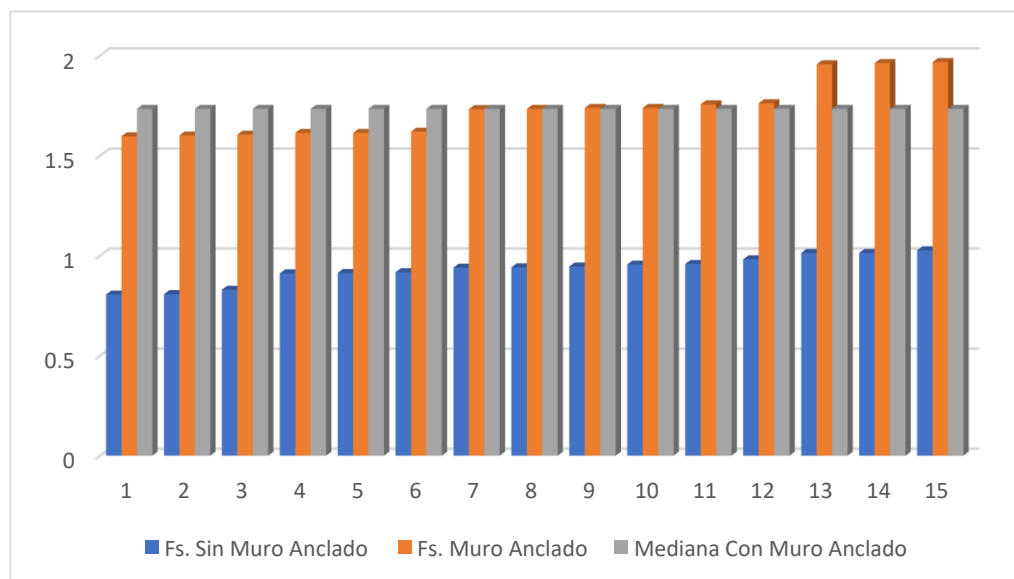
Resultado

(P-valor=0.001)  $<$  ( $\alpha = 0.05$ ), entonces procedemos a rechazar la Ho

❖ Se acepta la hipótesis especifica 2

**Figura 58**

*Prueba de Wilcoxon de una muestra aquí se presenta el comportamiento del Fs. y Media*



**Interpretación:**

Del análisis estadístico podemos observar que mediante la prueba de Wilcoxon que la mediana calculada es 1.733 que como podemos observar no es menor que la mediana hipotética de 1.50; además podemos ver de toda la frecuencia de datos que están en un intervalo mayor a 1.50. Es por ello que podemos afirmar en un nivel de confianza de 95% que el Fs. con influencia del muro anclado se ubica superior al Fs. de 1.50 mencionado en el reglamento nacional de edificaciones. Es por ello que podemos concluir que la sección analizada con influencia del muro anclado presentaría taludes estables siendo seguro para ser poblado.

Luego del análisis hecho podemos concluir que las hipótesis específicas 1 y 2 son afirmativas es por ello que también es aceptada la hipótesis general concluyendo así que “El diseño del muro anclado influye en la solución a la estabilidad del talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco -2021”.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Procedemos a realizar la contrastación de los resultados que hemos obtenido en esta investigación con respecto a investigaciones anteriores. Luego de los resultados obtenidos, aceptamos la hipótesis general que establece que: “El diseño del muro anclado influye en la solución a la estabilidad del talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco -2021”, en el que se calculó por medio de equilibrio límite aplicando el método de “Janbu Corrected, Spencer y Morgenstern-Price” en el software Slide en donde se hizo un análisis general de las secciones del talud más crítica donde el muro anclado genera un aumento alto en la mejora de la estabilidad del talud.

Vizuite (2017), en su tesis desarrolla la: “Aplicación de Microsoft Excel en el Diseño de Anclajes de Muros de Sótano para Suelos Limo Arenosos de la Ciudad de Quito”, determinado así que la longitud libre mínima para la barra de acero es 3m y para el bulbo de hormigón 3m lo cual sumado sería 6m.

De manera parecida en la presente investigación como se muestra en la figura 33 en la parte de predimensionamiento del anclaje me salió que se necesita una longitud de anclaje de 6m.

Silva (2018), en su tesis realiza el “Análisis Comparativo de Estabilidad de Talud y Propuesta de Solución con Muros Anclados en la Carretera Las Pirias- Cajamarca donde obtiene como resultado el factor de seguridad empleando el equilibrio límite 0.928 sin muro anclado y de 1.487 con muro anclado.

Mientras que en esta investigación se realiza el análisis de la estabilidad de 5 secciones del talud aplicando tres métodos distintos: Janbu Corrected, Spencer y Morgenstern-Price y de ello obtuvimos factores de seguridad con un mínimo de 0.825 sin muro anclado y de 1.609 con muro anclado que como

puede observarse es latente el incremento de la estabilidad del talud al aplicar el muro anclado.

Ugaz (2018), en su tesis desarrolla el “Análisis Técnico del uso de Muros Anclados y Empotrados para Excavaciones Profundas en Suelos Gravosos y Rellenos” donde obtiene que la longitud del anclaje es de 7m con un ángulo de inclinación de 15° y espaciado a 1.66m.

Mientras que en la presente investigación como muestra la figura 32 y la figura 33 se obtiene que la longitud del anclaje es de 6m con un ángulo de inclinación de 10°, espaciado cada 1m.

Quinto & Lucio (2020), realizó la investigación; “Análisis numérico del comportamiento del anclaje durante el proceso constructivo de muros anclados en el conglomerado de Lima- Hotel Aeropuerto”.



## CONCLUSIONES

Se corrobora que es inestable el talud analizado mediante los Fs. de las regiones transversales trazadas en la superficie inestable los cuales se aprecian en (tabla 4) un Fs. mínimo de 0.913 y un Fs. máximo de 0.945 en la región 1, un Fs. mínimo es 0.805 y un Fs. máximo de 0.829 en la región 2, un Fs. mínimo es 0.955 y un Fs. máximo de 0.981 en la región S3, un Fs. mínimo es 1.013 y un Fs. máximo de 1.026 en la región S4, un Fs. mínimo es 0.911 y un Fs. máximo de 0.941 en la región 5 como podemos observar estos valores se encuentran por debajo de 1.50 como establece el reglamento nacional de edificaciones.

Se corrobora que el muro anclado estabiliza la superficie analizada empleando los Fs. con influencia del muro anclado de las regiones transversales trazadas en el superficie analizada; los cuales se aprecian en la (tabla 5) un Fs. mínimo de 1.609 y un Fs. máximo de 1.613 en la región S1, un Fs. mínimo de 1.737 y un Fs. máximo de 1.761 en la región S2, un Fs. mínimo es 1.595 y un Fs. máximo de 1.604 en la región S3, un Fs. mínimo es 1.962 y un Fs. máximo de 1.966 en la región S4, un Fs. mínimo es 1.732 y un Fs. máximo de 1.756 en la región S5 como podemos apreciar estos valores se encuentran por encima de 1.50 el cual está establecido en el reglamento nacional de edificaciones.

Se demuestra al analizar las secciones transversales S1, S2, S3, S4, S5 empleando los métodos de Janbu Corrected, Spencer y Morgenstern-Price que las medias del Fs. se incrementen en un 74.23% en la región S1, en un 114.50% en la región S2, en un 65.69% en la región S3, en un 92.79% en la región S4 y un 87.17% en la región S5. El estudio de mecánica de suelo realizado muestra que la zona en estudio tiene un tipo de suelo SM-Arena limosa arcillosa, un peso específico  $\gamma=1.686$  Ton/m<sup>3</sup>, un ángulo de fricción  $\phi=27.3$  y una cohesión  $C=0.09$  Kg/cm<sup>2</sup> estos fueron indispensables para poder realizar el análisis de la estabilidad del talud y cuanto mejora este al aplicársele el muro anclado.

## RECOMENDACIONES

Evaluar el proceso constructivo-tiempo-costos de la implementación del muro anclado con otros métodos de estabilización de taludes, para de esa forma poder evaluar la eficiencia y lo económico de aplicar el sistema muro anclado como solución para estabilizar taludes.

Promover la investigación y aplicación del sistema muro anclado como método de solución para estabilizar taludes, debido a que las teorías relacionadas al tema son muy pocas en nuestro país.

El lugar que estamos analizando se encuentra alto riesgo por ello se recomienda implementar medidas rápidas y a la brevedad posible de refuerzo hacia el suelo para que el talud permanezca estable y así evitar pérdidas humanas y económicas.

En caso se analice la zona del presente proyecto en posteriores años aplicando el método de equilibrio límite se recomienda hacer nuevos estudios debido a que las características topográficas cambian con el pasar del tiempo al haber deslizamiento y las propiedades del suelo también cambian por ende varía también el factor de seguridad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva Hurtado, J. E. (1994). Análisis de Estabilidad de Taludes.
- Arias Pineda, L. (2014). Seguridad Industrial en la Estabilización de Taludes por el Método de Soil Nailing según normas Osha. Guatemala.
- Borja, S. (2012). Metodología de la Investigación Científica. Chiclayo.
- Braja M, D. (2017). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.
- Cachón Irrigaray. (1996). Estructuras de Contención o Anclaje.
- Carlos Cabañes, J. (S.f.). Proyecto y construcción de muros anclados. F de Matteis, A. (2003). Estabilidad de Taludes.
- Figuroa Diaz, G. E., Rodríguez Aguilar, F. A., & Zelada Segundo, E. E. (2011). Análisis y Diseño de Estructuras de Retención de Aplicación Reciente en el Salvador. El Salvador.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). Metodología de la Investigación. México: McGraw Hill.
- J Sabatini, P., G. Pass, D., & C. Bachus, R. (1999). Geotechnical Engineering Circular.
- Jaime Suarez. (S.f.). Análisis de Estabilidad.
- José Salinas, P. (S.f.). Metodología De La Investigación Científica. Mérida.
- Malo David, D. F. (2018). Metodología de Construcción de Muros Anclados en Sótano de Parques del Proyecto Inmobiliario Ágora XXI, Ciudad Viva. Guayaquil, Ecuador.
- Morales C, U. (2000). Análisis y Diseño de Taludes Mediante Métodos Computacionales. Universidad Nacional De Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Lima.
- Quinto Pacahuala, D. K., & Lucio Morillo, Y. (2020). Análisis numérico del comportamiento del anclaje durante el proceso constructivo de muros

anclados en el conglomerado de Lima- Hotel Aeropuerto. Lima, Perú.

Silva Quesquén, P. A. (2018). Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018. Lima, Perú.

Terzaghi. (1978). Soil Mechanics in Engineering Practice. New York.

Ugaz Sánchez, J. H. (2018). Análisis Técnico del uso de Muros Anclados y Empotrados para Excavaciones Profundas en Suelos Gravosos y Rellenos. Lima, Perú.

Valiente Sanz, R., Sobrecases Marti, S., & Diaz Orrego, A. (S.f.). Estabilidad de Taludes: Conceptos Básicos, Parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo.

Vásquez Bustamante, O. (2019). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima.

Vizuite Orozco, J. S. (2017). Aplicación de Microsoft Excel en el Diseño de Anclajes de Muros de Sótano para Suelos Limo Arenosos de la Ciudad de Quito. Quito, Ecuador.

Walter Villavicencio. (2019). Reglamento Nacional de Edificaciones. Obtenido de <https://waltervillavicencio.com/reglamento-nacional-de-edificaciones-rne-actualizado-con-texto-copiable/>

### **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Mori Berastein, J. (2023). *Diseño de muro anclado e influencia en el análisis del talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco - 2021* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

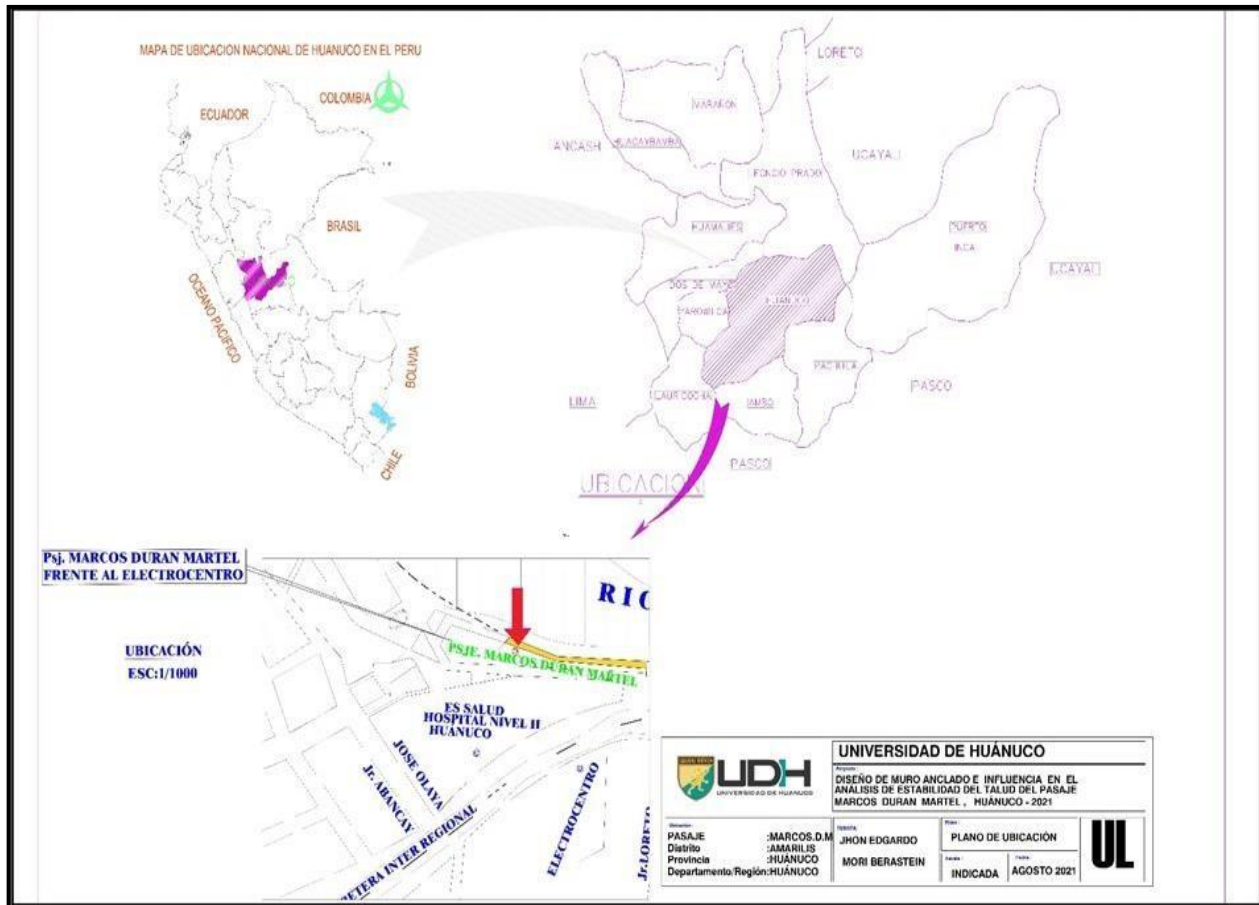
## Anexo N° 01: Matriz de Consistencia

### TITULO: “DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANÁLISIS DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUÁNUCO - 2021”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p><u>Problema General:</u> ¿De qué manera influye el diseño de muro anclado en análisis del talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco - 2021?</p> <p><u>Problema Específicos:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cómo evaluar la inestabilidad a través del factor de seguridad sin influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco – 2021?</li> <li>2. ¿Como Evaluar la estabilidad mediante el factor de seguridad con influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco – 2021?</li> </ol>	<p><u>Objetivo General:</u> Determinar la influencia del diseño de muro anclado en el análisis del talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco-2021.</p> <p><u>Objetivos Específicos:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluar la inestabilidad a través del factor de seguridad sin influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco – 2021.</li> <li>2. Evaluar la estabilidad mediante el factor de seguridad con influencia del diseño de muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco – 2021.</li> </ol>	<p><u>Hipótesis General:</u> El diseño del muro anclado influye en el análisis del talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco -2021.</p> <p><u>Hipótesis Específica:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se evalúa la inestabilidad a través del factor de seguridad sin influencia del diseño del muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco - 2021</li> <li>2. Se evalúa la estabilidad mediante el factor de seguridad con influencia del diseño del muro anclado en el talud del pasaje Marcos Durán Martel, Huánuco - 2021</li> </ol>	<p><u>Variable independiente</u> Diseño de Muro anclado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espaciamiento de anclaje</li> <li>• Longitud de anclaje</li> </ul> <p><u>Variable dependiente</u> Análisis de Talud</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equilibrio Limite</li> <li>• Estudio de Mecánica de suelos</li> <li>• Levantamiento Topográfico</li> </ul>	<p><u>Tipo de investigación:</u> tipo Básica -Orientada</p> <p><u>Nivel de investigación:</u> alcance correlacional</p> <p><u>Diseño de Investigación:</u> diseño cuasiexperimental</p> <p><u>Población:</u> La población está conformada por los taludes del pasaje Marcos Durán Martel y abarca un área de 0.0942Km2=94200m2</p> <p><u>Muestra:</u> La muestra son los 5 taludes representativos del lugar, obtenidos del levantamiento topográfico.</p> <p><u>Técnica:</u> técnica de Observación</p> <p><u>Instrumento:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha para estudio de mecánica de suelos</li> <li>• Ficha de levantamiento topográfico</li> </ul> <p><u>Técnica de procesamiento de datos:</u> Se aplicará el método de Equilibrio Limite para el análisis de estabilidad, empleando los métodos, Janbu Corrected, Spencer y Morgenstern-Price para el cálculo del FS en software Slide. Se analizará aplicando estadística y ello lo procesaremos en el software de Microsoft Office Excel 2020</p>

## Anexo N° 02: Plano de Ubicación

Plano de ubicación y localización del proyecto



**Anexo N° 03: Ensayo de Mecánica de Suelos**

**INFORME TECNICO DE SUELOS CON  
FINES DE CIMENTACION**



**LABORTEC**  
LABORATORIO TECNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO



**PROYECTO:**  
"DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUÁNUCO - 2021"

**SOLICITANTE:**  
JHON EDGARDO MORI BERASTEIN

**UBICACIÓN**

DISTRITO : AMARILIE  
PROVINCIA : HUÁNUCO  
DEPARTAMENTO : HUÁNUCO

**EJECUTADO:**  
LABORTEC E.I.R.L

**TECNICO:**  
SAAVEDRA CABRERA ELIO AUGUSTO





## INFORME TECNICO

### 1. GENERALIDADES

#### 1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene por objetivo describir los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, llevados a cabo para la evaluación geotécnica del proyecto "DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUANUCO - 2021". Ubicado en el Distrito de Amarilis, Provincia de Huánuco y Departamento de Huánuco; para determinar las características físico-mecánicas del suelo dentro de la profundidad activa y a partir de ello, los parámetros necesarios para el diseño de la estructura. Dichos parámetros son: profundidad, tipo de cimentación, capacidad portante admisible del terreno adoptado como suelo de cimentación, pautas generales de diseño y construcción en relación con los suelos.

#### 1.2 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA OBRA A CIMENTAR:

Para los fines de la determinación del Programa de Investigación Mínimo (PIM) del Estudio de Mecánica de Suelos, las edificaciones serán calificadas, según la Tabla 1, donde I, II y III designan la Importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la Investigación de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el A más exigente que el II y éste que el III.

**TABLA Nº01 - TIPO DE EDIFICACIÓN PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN**

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS * (m)	Nº DE PISOS (INCLUIDOS SOTANOS)			
		<= 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	<12	III	III	III	II
PORTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	<10	III	III	II	I
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERIA	<12	II	I	-	-
BASE DE MAQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	I	-	-	-
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	I	I	I	I
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	II	I	I	I
* Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificara en el tipo de edificación inmediato superior.					
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES		≤ 9 m de altura		> 9 m de altura	
		II		I	
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA		III			
INSTALACIONES SANITARIAS DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN OBRAS URBANAS		IV			

Fuente E-060

Por Información proporcionada por el "Solicitante" el proyecto presenta la siguiente característica.



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



- Estructura: Elementos estructurales de concreto armado, pórticos, albañilería.  
Por lo que la edificación califica en una categoría III\*

Tabla 04 - Número de puntos de Investigación	
Tipo de edificación (tabla 01)	Números de puntos de Investigación (n)
I	Uno por cada 225 m <sup>2</sup> de área techada
II	Uno por cada 450 m <sup>2</sup> de área techada
III	Uno por cada 900 m <sup>2</sup> de área techada
IV	uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas
Urbanizaciones para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habilitar

Cuando se conozca el emplazamiento exacto de la estructura, n se determinará en función del área techada en planta del primer piso de esta; cuando no se conozca dicho emplazamiento, n se determinará en función del área total del terreno.

Sabiendo que la estructura se encuentra dentro de una clasificación "III" se tiene que el número de calcatas será de 1 cada 900 m<sup>2</sup> a investigar.

Según lo calculado se deberían realizar una (1) calcata con lo cual cubrimos el requerimiento mínimo de numero de calcatas.

### 1.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO:

El terreno en estudios se encuentra ubicado en el pasaje, Marcos Duran Martel presenta un área de una topografía inclinada. La extensión del proyecto se ubica en el distrito Amarilis, provincia de Huánuco y departamento de Huánuco.



**LABORTEC**  
LABORATORIO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



IMAGEN N° 01 – VISTA SATELITAL DEL AREA EN ESTUDIOS



El Distrito peruano de Amarilis es uno de los trece que conforman la Provincia de Huánuco, en el Departamento de Huánuco, bajo la administración del Gobierno Regional de Huánuco.

MAPA N° 01 – DEPARTAMENTO DE HUANUCO



El departamento de Huánuco tiene una superficie de 36.848,85 KM<sup>2</sup>.



**LABORTEC**  
LABORATORIO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Norte, con el distrito de Santa María del Valle

Sur, con el distrito de Conchamarca (provincia de Ambo)

Este, con el distrito de Santa María del Valle y el distrito de Panao y Molino

Oeste, con los distritos de Huánuco

La vía de acceso más corta desde la ciudad de Lima – al área en estudio es a Través de la Ruta:

**Cuadro 01 – Distancia desde la ciudad de Lima al área en estudio**

TRAMO	TIPO	DISTANCIA	TIEMPO
Lima - Huánuco	Asfaltada	373.00 Km.	07 h 57 m
Huánuco - Marcos Duran Martel	Asfaltada - Afirmada	850 m.	14 m
<b>TOTAL</b>		<b>373.850 Km</b>	<b>8h 11 m</b>

**IMAGEN N° 02 – Recorrido de Lima a Huánuco**



Desde Lima (capital de Perú) a Huánuco (capital del departamento) existe una distancia aproximada de 373 km en automóvil, siguiendo la ruta Lima – Huaral – Huaytlay - Huanuco, en un tiempo aproximado de 7 horas con 57 minutos.





**LABORTEC**  
LABORATORIO ESPECIALIZADO  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**IMAGEN N° 03 – Recorrido de la plaza de armas de Huánuco a Marcos Duran**



De plaza de armas de Huánuco, Al Área de Estudio en el pasaje Marcos Duran Martel existe una distancia de 850 m. Desde la plaza de armas de Huánuco. En un tiempo de 14 minutos vía terrestre.

El Distrito de Amarilis por su ubicación y localización, más su difícil topografía con una diversidad de climas, y como explica el Dr. Javier Pulgar Vidal sobre las regiones del Perú, y teniendo como referencia la altitud de 2000 m.s.n.m. hasta los 5000 m.s.n.m, hallamos una serie de micro climas en donde el aire acaricia, silva y rugie.

Tiene un clima templado y seco, donde la presencia de las lluvias es muy frecuente, esto de acuerdo a las estaciones, pero como término medio las precipitaciones atmosféricas están entre 1200 a 1400 mm. al año. la temperatura oscila entre los 12 y 19° centígrados, variando en el resto del territorio de acuerdo a la altitud.



## **2. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA Y SISMICIDAD**

### **2.1 Geomorfología**

La Geomorfología peruana, es el estudio de los relieves que tiene el Perú a lo largo y ancho de su territorio. Geomorfológicamente la forma estructural del área en estudio presenta una topografía plana y moderadamente accidentado.

- **Geomorfología Andina:**

La sierra, conformada por las altitudes del macizo andino es un conjunto de elevaciones que corren alineadas en cadenas paralelas: tres en el norte, tres en el centro, dos en el sur.

Los Andes del norte confluyen con los del centro en el Nudo de Pasco y los de centro confluyen con los del sur en el Nudo de Vilcanota.

La región andina del Perú se divide en tres sectores:

**Los Andes del norte:** son más bajos y húmedos que el promedio. Ello ha permitido que parte de la humedad y vegetación de la selva norte pueda trasladarse a la costa. Además, en los Andes del norte podemos encontrar el punto más bajo de toda la Cordillera Andina: el Abra de Porculla que con 2145 metros permite pasar al otro lado de la vertiente.

**Los Andes del centro:** son los más altos y empinados y ello hace del centro un lugar de difícil acceso sólo impulsado por la dinámica que la ciudad de Lima genera.

**Los Andes del sur:** son de mayor espesor que los Andes del norte y del centro. En este paisaje se instalan los pueblos de mayor acervo y tradición de nuestro país. Si hacemos un corte transversal que vaya de Arequipa hasta la frontera con Bolivia, veremos que tenemos más de 500 km. de longitud a una gran altitud que sobrepasa los 4.000 m. El territorio andino del Perú muestra una gran diversidad de unidades geomorfológicas, siendo las más importantes:

**Las montañas:** (nevados y volcanes) Ejemplos: Nevado de Husacarán (el más alto del Perú), Jerupaja el segundo más alto, Alpamayo el más bello de los picos del mundo. Coropuna, el volcán más alto del Perú, volcán Ubinas en Moquegua actualmente activo al igual que Sabancaya, que se encuentra en Arequipa.

**Las altiplanicies:** (mesetas y llanura intramontanas), son extensas llanuras frías, donde se desarrolla la ganadería de ovinos y camélidos. Las más importantes son: Collao en Puno la más extensa, Bon bon en Junín, Parínacochas en Ayacucho y Castrovirreina en Huncavelica.



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**Las cordilleras:** Importantes por contener glaciares. Ejemplos: Cordillera Blanca, cordillera de Carabaya, cordillera de La Chila, etc.

**Los pasos o abras:** son aberturas entre montañas, son valles en forma de U formado por los glaciares y tienen gran importancia para el trazado de redes viales transversalmente a la cordillera. Los más conocidos del Perú, son: el paso de Ticlio o Anticona, el paso de Porculla, el paso de Crucero Alto y el paso de La Raya.

**Los cañones:** son quebradas profundas y estrechas con condiciones para producir energía hidroeléctrica. Destacan el cañón del Pato en Ancash, el cañón de Colca en Arequipa, el cañón del Infernillo en Lima y el cañón de Cotahausi el más profundo de América en Arequipa.

**Los valles Interandinos:** son los relieves que se encuentran entre las cordilleras. Presenta dos partes bien diferenciados: vertiente y planicie. La planicie aluvial concentra las grandes urbes del territorio andino. Los valles Interandinos más importantes son: el valle de Mantaro en Junín, el valle Callejón de Huaylas en Ancash, el valle de Urubamba en el Cuzco, el valle de Huancabamba en Piura.

## 2.2 Geología

La Geología actual del área de estudio es producto de millones de años de desarrollo y modificaciones a lo largo de diferentes procesos y la geodinámica externa como son los huaycos, deslizamientos, desprendimientos, asentamientos, y migraciones de arena por efecto tectónico – Neoproterozoico del Complejo Marañón y los depósitos Aluviales, sobre impuesto por los procesos de geodinámica, que han moldeado el rasgo morfoestructural de la región sierra central del Perú, donde se ubica el proyecto. Los estratos están claramente divididos y se debe a la desintegración, meteorización del Neoproterozoico del Complejo Marañón que se encontraba hace muchos millones de años geológicos en áreas cercanas. Así mismo, la erosión, los deslizamientos producidos por drenaje y acumulación de agua dando el desplazamiento de estas sobre grandes extensiones de la zona, dándole la configuración actual de su relieve.

### 2.2.1 Litoestratigrafía

La secuencia estratigráfica en el área de estudio está definida por el basamento de rocas metamórficas Neoproterozoico del Complejo Marañón y los depósitos Aluviales sobre las cuales se distribuyen en el área de estudios. Se usó para esta Informe Información del INGEMMET - cuadrante 20 - k – Huánuco.



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



#### Deposito Aluvial (Qr-al)

Estos depósitos están conformados por conglomerados polimícticos deleznable, con clastos de diferentes tamaños, unidos por una matriz areno-arcillosa. Estos depósitos se acumulan en ambos márgenes de los valles y quebradas anexas. Estas acumulaciones son reconocidas en el río Huallaga y en el río Higuera, ambos situados en el centro sur del área en estudio.

Cuadros 01 - LEYENDA MAPA GEOLOGICO - INGEMMET

SIMBOLOS	UNIDADES SEDIMENTARIAS VOLCANICAS METAMORFICAS
	FAJA SUBANDINA Y LLANURA AMAZONICA
Ki-g	FORMACION GOYLLARISQUIZGA

♦ Leyenda del mapa geológico del Departamento Huánuco -, INGEMMET.

♦ Mapa N° 04 - Geología del Cuadrángulo -20 -K- Huanuco, -, INGEMMET.





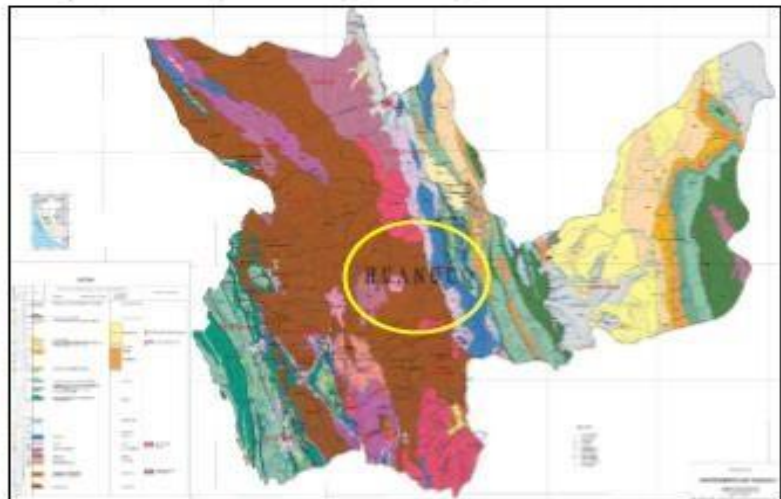


**LABORTEC**  
LABORATORIO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



◊ Mapa N° 05 - Geología del Cuadrángulo de la región Huánuco, -, INGEMMET.



### 2.3 Geodinámica Externa

Los riesgos geológicos como deslizamientos, derrumbes, desprendimiento de rocas, erosión de laderas, están relacionados a las fuertes pendientes, abundantes precipitaciones, mal uso de las tierras de cultivo y a la ocurrencia de sismos. En la zona de estudio no se observan:

- **Erosión de laderas.** - Se entiende por erosión de laderas todos los procesos que ocasionan el desgaste y traslado de los materiales de superficie (suelo o roca). Ello se produce por el continuo ataque de agentes erosivos tales como: agua de lluvias, escurrimiento superficial, vientos, etc., que tienden a degradar la superficie natural del terreno. El terreno es producto del proceso de intemperización de estas montañas rocosas y al corte realizado en el área en estudio existente. Durante la etapa de exploración, No se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.
- **Derrumbes.** - Es la caída repentina de una porción de suelo y/o roca por pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante, suele estar condicionado por la presencia de discontinuidades o grietas. Durante la etapa de exploración, No se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.

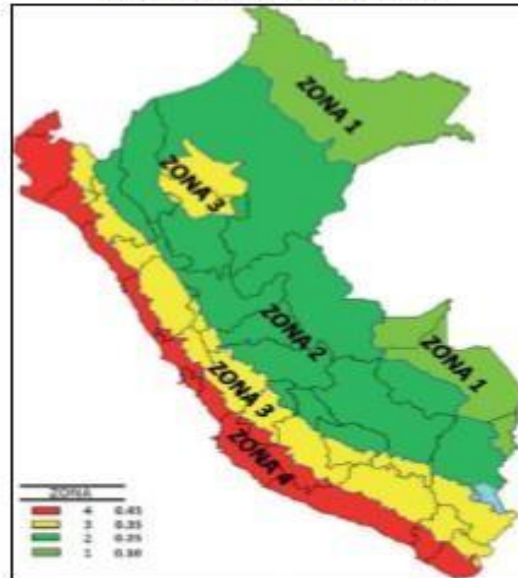


**LABORTEC**  
LABORATORIO ZONAS ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



MAPA N° 06 - ZONIFICACIÓN SÍSMICA



\*Fuente -E-30

Según los Mapas de Zonificación Sísmicas y Mapa de Máximas Intensidades Sísmicas del Perú y de acuerdo con las Normas Sismo - Resistentes del Reglamento Nacional de Construcciones E - 050, el Distrito de Amarilis, Provincia Huánuco y Departamento de Huánuco se encuentra comprendida en la Zona 2 correspondiéndole una sismicidad media y de intensidad V a VI en la escala Mercalli Modificada con un suelo de cimentación tipo 2 (S2), Suelos Intermedios.

Cuadro N° 02 - PARÁMETROS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10



El factor de suelo depende de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico. Teniendo en cuenta el terreno, clasificaremos a los suelos como tipo S2. Suelos Intermedios correspondiéndole un valor de  $S_2 = 1,20$ .

Cuadro N° 03 - FACTOR DE SUELO "S"

SUELO \ ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

De acuerdo con las Normas Peruanas de Diseño Sismo Resistente, La fuerza sísmica horizontal ( $V$ ) que debe utilizarse para el diseño de una estructura debe calcularse con la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z*U*S*C}{R} * P$$

Dónde:

Z = Factor de zona

U = Factor de uso

S = Factor de suelo

C = Coeficiente sísmico

P = Peso de la edificación

R = Coeficiente de reducción

El coeficiente sísmico se debe calcular en función del período de vibración fundamental de la estructura (T), y del período predominante de vibración del perfil del suelo (TL(s)) = 2.0, recomendándose para este último un valor de TP(s) = 0,6 segundos.



**Cuadro N° 04 – PERFIL DE SUELO - PERIODOS "T<sub>p</sub> Y T<sub>L</sub>"**

	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

### 3.- INVESTIGACIONES EN CAMPO

#### 3.1 METODOLOGIA

La técnica empleada para el presente estudio está según la NPT 339.162:2018. Del reglamento nacional de construcción norma técnica de edificación e.050 suelos y cimentaciones, el profesional responsable deberá tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes.

Se excavaron (02) Calicata o Pozo a cielo abierto, la cual se profundizó hasta un máximo de 2 mts.

Estos sondajes se ubicaron de tal forma que permitan establecer una información estratigráfica adecuada para adoptar los criterios de cimentación para la estructura, considerando la ubicación de las diferentes estructuras a construir (colegios, edificios, hospitales, etc.).

Se tomaron muestras disturbadas a lo largo de las excavaciones, en cantidad suficiente para su análisis.

De cada estrato de suelo identificado, se tomaron muestras representativas, las que convenientemente identificadas con doble tarjeta de registro fueron empaquetadas en bolsas de polietileno y trasladadas al laboratorio para efectuar los ensayos de sus características físicas, llevándose un registro correlativo de muestras, que permitió controlar la procedencia y ubicación de cada muestra.

#### 3.2 REGISTRO DE CALICATAS.

Como parte de la evaluación geotécnica del suelo de subrasante existente a lo largo del área del proyecto, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, mediante la excavación de calicatas a cielo abierto y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio.



**LABORTEC**  
LABORATORIO ÚNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



### 3.3 MUESTREO DE SUELOS

El objetivo del muestreo de suelos es obtener información confiable sobre un suelo específico. Aunque las muestras se colectan para obtener información respecto al cuerpo de suelo más grande denominado "población", tales muestras podrán ser o no representativas de la misma, dependiendo de cómo hayan sido seleccionadas y colectadas. Todos los suelos son naturalmente variables: sus propiedades cambian, horizontalmente, de manera transversal al paisaje y, verticalmente, más abajo del perfil del suelo. Lo primero que hay que consignar en la obtención de una muestra es que ésta sea representativa del terreno.

Todo estudio geotécnico debe iniciarse con un reconocimiento detallado del terreno a cargo de personal experimentado. El objetivo de este reconocimiento es contar con antecedentes geotécnicos previos para programar la exploración. El programa de exploración que se elija debe tener suficiente flexibilidad para adaptarse a los imprevistos geotécnicos que se presenten. No existen un método de reconocimiento o exploración que sea de uso universal, para todos los tipos de suelos existentes y para todas las estructuras u obras que se estudian.

#### a) Calicatas

Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. En suelos con grava, la calicata es el único medio de exploración que puede entregar información confiable, y es un medio muy efectivo para exploración y muestreo de suelos de fundación y materiales de construcción a un costo relativamente bajo.

Es necesario registrar la ubicación y elevación de cada pozo, los que son numerados según la ubicación. Si un pozo programado no se ejecuta, es preferible mantener el número del pozo en el registro como "no realizado" en vez de volver a usar el número en otro lugar, para eliminar confusiones. A cada calicata se le deberá realizar un registro adecuado que pasará a formar parte del informe respectivo.

#### b) Muestra alteradas

Se obtienen en general de las paredes de los pozos y comprometen estratos determinados o bien la suma de algunos de ellos, como es el caso de la investigación de yacimientos. Estas muestras deben guardarse en bolsas impermeables y de resistencia adecuada. Cada bolsa debe identificarse clara e indeleblemente.





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**Muestras en bolsas:** Las muestras en bolsas se toman con pala, barreta o cualquier otra herramienta de mano conveniente y se colocan en bolsas sin tratar de mantener al suelo en forma inalterada.

**c) Muestra Inalteradas.**

Este tipo de muestra se recorta de las paredes de los pozos y compromete estratos bien definidos. Después de cortadas deben revestirse con una capa de parafina sólida aplicada con brocha. Es conveniente agregar alrededor de un 30% de cera virgen a la parafina sólida con el fin de que la capa protectora sea menos rígida.

Si la consistencia de la muestra es relativamente blanda, debe rodearse de grasa y recubrir una vez más con parafina sólida y cera. Una vez dado el tratamiento anterior, debe colocarse en cajas de madera con aserrín u otro producto que actúe como amortiguador de golpes. Las muestras sin perturbar deberán tomarse apenas excavadas las calcatas, en especial cuando se trate de suelos cuya estructura se ve afectada por los cambios de humedad. En todo caso, al tomar una muestra no perturbada, debe elegirse la pared de la calcata menos expuesta al sol y debe excavar el espesor superficial que haya sido afectado por los cambios de humedad. No deben escatimarse esfuerzos en el embalaje adecuado de las muestras, ya que el grado de perturbación que se le ocasione a una muestra no perturbada es irrecuperable y lleva a resultados erróneos.

En las calcatas, es posible realizar ensayos en sitio tales como las pruebas de carga con placas, CBR, permeabilidades, medidas de densidad, etc. Las pruebas de carga pueden realizarse contra el fondo de la perforación o las paredes de la misma. Cada vez que sea necesario realizar un ensayo en sitio en una calcata, la excavación deberá realizarse considerando este hecho, dado que este tipo de prueba obliga a tomar medidas especiales que determinan la forma de excavación.

Es así como la toma de densidades obliga a realizar éstas a medida que la excavación se realiza, o bien es necesario dejar bancos intermedios. El muestreo es tan importante como el ensayo y se deben tomar las precauciones para obtener muestras que exhiban la naturaleza real y condiciones de los suelos que se representan.

Salvo situaciones que exijan determinación de resistencia o consolidación, las muestras necesarias para diseño de superestructura de obras proyectadas. Dentro de los trabajos exploratorios se realiza una prospección visual manual, para obtener algunos parámetros en campo como son:



**LABORTEC**  
LABORATORIO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



- **Tamaño:** Los suelos gruesos son aquellos en que más de la mitad de las partículas son visibles. En esta estimación se excluyen las partículas gruesas mayores a 80 mm (3"); sin embargo, tal fracción debe ser estimada visualmente y el porcentaje indicado independientemente del material inferior a 80 mm. La fracción gruesa comprende los tamaños de gravas y arenas, y la fracción fina los limos y arcillas. En caso de suelos mixtos, la muestra se identificará sobre la base de la fracción predominante usando los siguientes adjetivos, según la proporción de la fracción menos representativa; Indicios: 0-10%, poco: 10-20%, algo: 20-35%; y abundante: 35-50%.
  - **Olor:** Las muestras recientes de suelos orgánicos tienen un olor distintivo que ayuda a su identificación. El olor puede hacerse manifiesto calentando una muestra húmeda.
  - **Color:** Se debe indicar el color predominante.
  - **Humedad:** En las muestras recientes deberá registrarse la humedad. Los materiales secos necesitan una cantidad considerable de agua para obtener un óptimo de compactación. Los materiales húmedos están cerca del contenido óptimo. Los mojados necesitan secarse para llegar al óptimo, y los saturados son los suelos ubicados bajo un nivel freático.
  - **Estructura:** Si los materiales presentan capas alternadas de varios tipos o colores se denominará estratificado; si las capas o colores son delgados, inferior a 6 mm, será descrito como laminado; fisurado si presenta grietas definidas; lenticular si presenta inclusión de suelos de textura diferente.
  - **Cementación:** Algunos suelos muestran definida evidencia de cementación en estado inalterado. Esto debe destacarse e indicar el grado de cementación, descrito como débil o fuerte. Verificando con ácido clorhídrico si es debida a carbonatos y su intensidad como ninguna, débil o fuerte.
  - **Densificación:** La compactación o densidad relativa de suelos sin cohesión puede ser descrita como suelta o densa, dependiendo de la dificultad que oponga a la penetración de una cuña de madera.  
La consistencia de suelos cohesivos puede ser determinada en sitio o sobre muestras inalteradas de acuerdo con el criterio indicado.
- Los valores de resistencia al corte están basados en correlaciones con penetrometro de bolsillo usado frecuentemente para estimar la consistencia.



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



- **Clasificación:** Se debe indicar además la clasificación probable. Pueden usarse clasificaciones dobles cuando un suelo no pertenece claramente a uno de los grupos, pero tiene fuertes características de ambos grupos. Deben colocarse entre paréntesis para indicar que han sido estimadas.
- **Nombre local:** El uso de nombres típicos tales como calche, maldillo, pumicita, cancagua, etc., además de su designación según el sistema de clasificación de suelo, ayuda a identificar sus condiciones naturales.

Todos los trabajos de campo fueron realizados, por el personal calificado del laboratorio de suelo **LABORTEC E.I.R.L.**, a cargo del Técnico **ELIO AUGUSTO SAAVEDRA CARRERA** y se programaron de tal manera que toda el área de investigación fuera cubierta. Las características físicas y mecánicas del material extraído se pueden ver en los registros correspondientes de los perfiles estratigráficos de sondaje.

#### **4.- ENSAYOS DE LABORATORIO**

Las muestras seleccionadas como representativas fueron enviadas al Laboratorio Técnico especializado en Suelos, Concreto y Asfalto, para la realización de los ensayos estándar, para determinar el Angulo de fricción interna de los suelos y la cohesión del mismo, para el cálculo de la capacidad portante.

##### **4.1 ENSAYOS ESTÁNDAR**

Con las muestras de suelos tomadas en el campo se han efectuado los siguientes ensayos, con fines de identificación de suelos:

**CUADRO N° 08**

- Análisis Granulométrico por tamizado	(NTP 339.128)
- Límite Líquido	(NTP 339.129)
- Límite Plástico	(NTP 339.129)
- Contenido de Humedad	(NTP339.127)
- Peso volumétrico	(NTP 339.139:1999)
- Densidad Natural	(Norma ASTM D1556)4
- Clasificación SUCS.	(NTP 339.134)4.
- Ensayo de corte directo	(NTP 339.171:2002)
- Sales solubles en los suelos	(NTP 339.152:2002)





**LABORTEC**  
LABORATORIO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



#### **4.2 TRABAJOS EN LABORATORIO**

Antes de su ingreso al laboratorio para el análisis respectivo, las muestras tienen que ser secadas, molidas, tamizadas, homogenizadas, cuarteadas y correctamente identificadas, según el objetivo que se persiga con ellas.

Antes de su ingreso al laboratorio para el análisis respectivo, las muestras tienen que ser secadas, molidas, tamizadas, homogenizadas, cuarteadas y correctamente identificadas, según el objetivo que se persiga con ellas.

##### **4.2.1 Secado**

Las muestras que se piensen almacenar durante algún tiempo antes de concluirlos análisis se deben secar previamente para evitar cambios químicos que se puedan producir al almacenarlas húmedas durante mucho tiempo. Debido a las rápidas variaciones que se producen en las condiciones químicas del suelo durante la desecación, algunos análisis se recomiendan hacerlos usando muestras húmedas poco después de haber sido tomadas en el campo.

Los valores que pueden sufrir cambios durante el desecado son los que corresponden a pH. Muchas determinaciones no se afectan significativamente al ser secadas al aire con el fin de almacenarlas. Para el secado, las muestras se extienden en una superficie plana sobre bandejas o papel limpio, en un local bien ventilado. Se debe evitar el secado brusco utilizando altas temperaturas.

##### **4.2.2 Identificación**

Una vez homogenizadas las muestras se envasan adecuadamente en bolsas de plástico o papel, selladas adecuadamente y se identifican con toda la información necesaria para ser procesado en los ensayos básicos de clasificación de suelos.

##### **4.2.3 Granulometría**

La granulometría se define como la distribución de los diferentes tamaños de las partículas de un suelo, expresado como un porcentaje en relación con el peso total de la muestra seca. Aprenderemos a utilizarla como un instrumento en la clasificación de los materiales, ya que la descripción por tamaño tiene especial interés en la selección de materiales para rellenos de carreteras y presas, los cuales requieren materiales con graduaciones determinadas.



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Los suelos finos, con más del 50 por ciento bajo tamiz 0,08 mm, se dividen en tres grupos, las arcillas (C), los limos (M) y limos o arcillas orgánicos (O). Estos símbolos están seguidos por una segunda letra que depende de la magnitud del límite líquido e indica la compresibilidad relativa: L, si el límite líquido es menor a 50 y H, si es mayor.

#### 4.2.5 Contenido de Humedad

El proceso de la obtención del contenido de humedad de una muestra se hace en laboratorios, el equipo de trabajo consiste en un horno donde la temperatura pueda ser controlable. Una vez tomada la muestra del sólido en estado natural se introduce al horno. Ahí se calienta el espécimen a una temperatura de más de 100 grados Celsius, para producir la evaporación del agua y su escape a través de ventanillas. Se debe ser cuidadoso de no sobrepasar el límite, para no correr el riesgo de que el suelo quede cremado con la alteración del cociente de la determinación del contenido de humedad. El material debe permanecer un periodo de doce horas en el horno, por esta razón se acostumbra a iniciar el calentamiento de la muestra de suelo al final del día, para que así se deshidrate durante toda la noche. El objetivo del estudio es conocer y determinar el porcentaje de humedad de suelo.

Es la proporción porcentual entre la fase líquida (agua) y la parte sólida del suelo (partículas minerales del suelo).

Se muestra en la siguiente expresión:

$$W(\%) = \frac{Ww * 100}{Ws}$$

Ww = Peso del agua en la muestra

Ws = Peso del suelo seco

#### 4.2.6 Límites de Atterberg (LL, LP, IP)

##### • Determinación del límite líquido, plástico e índice plástico.

El objetivo del ensayo es determinar el límite líquido, plástico e índice plástico de una muestra de suelo.

Una vez realizado el análisis granulométrico el cual nos permite estudiar el tamaño de estas partículas y medir la importancia que tendrán según la fracción de suelo que representen (gruesos, gravas, arenas, limos y arcillas). Si bien un análisis granulométrico es suficiente para gravas y arenas, cuando se trata de arcillas y limos, turbas y margas se debe completar el estudio con ensayos que definen la plasticidad del material.



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**Límite Líquido LL:** es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua pasa a un estado líquido. En este estado la mezcla se comporta como un fluido viscoso y fluye bajo su propio peso. Por debajo de este contenido de humedad la mezcla se encuentra en estado plástico. Cualquier cambio en el contenido de humedad a cualquier lado de LL produce un cambio en el volumen del suelo.

**Límite Plástico LP:** es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua pasa a un estado plástico. En este estado la mezcla se deforma a cualquier forma bajo ligera presión. Por debajo de este contenido de humedad la mezcla está en un estado semi sólido. Cualquier cambio en el contenido de humedad a cualquier lado de LP produce un cambio en el volumen del suelo.

**Índice de Plasticidad IP:** Atterberg definió el Índice de plasticidad para describir el rango de contenido de humedad natural sobre el cual el suelo era plástico. El Índice de plasticidad IP, es por tanto numéricamente igual a la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico:

$$IP = LL - LP$$

#### 5.- PERFILES ESTATIGRÁFICOS

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Investigación de campo realizada en la zona, en base a la calicata, luego del estudio obtenido de los records de las excavaciones, así como los ensayos de laboratorio, se puede establecer la siguiente descripción:

- Las calcatas y trincheras serán realizadas según la NTP 339.162:2018. del Reglamento Nacional De Construcción NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, El Profesional Responsable deberá tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes.
- Se realizó una descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – Manual según NTP 339.150:2018.



IMAGEN N° 02 – EXCAVACION DE LA CALICATA



- Las Excavaciones se realizaron con excavación manual de manera de poder encontrar terreno firme.
- El terreno estudiado presenta una diferencia de cotas significativas.

**Calicata C-01**

- De 0.00 a 0.20 m. – PT - Suelo disturbado
- De 0.20 a 2 m. – SM – Arena limosa con grava.

Contenido de Humedad	( % )	3.65
Límite Líquido ( LL )	( % )	21
Límite Plástico ( LP )	( % )	19
Índice Plástico ( IP )	( % )	2
Clasificación ( S.U.C.S. )		SM
Clasificación ( AASHTO )		A-2-4
Color		Marrón oscuro
Consistencia		Poco Plástica
Índice de Grupo		0



**Calicata C-02**

- De 0.00 a 0.15 m. – PT - Suelo disturbado
- De 0.15 a 2m. – SM – Arena limosa con grava.

Contenido de Humedad ( % )	3,80
Límite Líquido ( LL ) ( % )	22
Límite Plástico ( LP ) ( % )	19
Índice Plástico ( IP ) ( % )	3
Clasificación ( S.U.C.S. )	SM
Clasificación ( AASHTO )	A-2-4
Color	Marron marron oscuro
Consistencia	Poco Plástica
Índice de Grupo	0

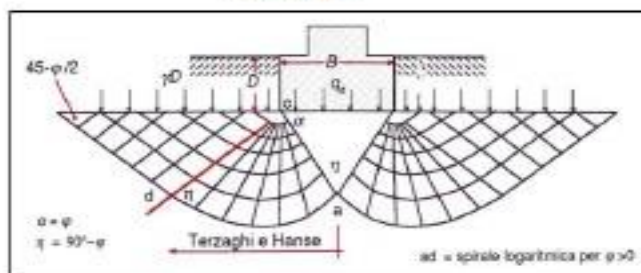
**6. ANALISIS DE LA CIMENTACION**

De acuerdo con la información proporcionada por el solicitante, del proyecto: "DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUANUCO - 2021". Se va a emplear un sistema estructural conformado por zapatas cuadradas aisladas.

El concepto estructural de las zapatas cuadradas aisladas; es un tipo de cimentación superficial, su función es anclar y transmitir las tensiones que genera una estructura al terreno sobre el que se encuentra.

$$q_u = 1.3 \cdot C \cdot N_c + \gamma_1 \cdot D_r \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma$$

Figura N° 01



- $D_r$  = Profundidad de desplante
- $\gamma_m$  = Peso específico volumétrico del suelo (cada estrato)
- $B$  = Ancho de cimentación
- $N_c, N_q, N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga que depende de la fricción ( $\phi$ ).
- $F.S.$  = Factor de seguridad





**LABORTEC**  
LABORATORIO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



De igual manera de los (resultados de análisis químicos), observamos que la concentración de sales cloruros en la calicata, se encuentra por debajo de los valores permisibles, siendo el valor máximo obtenido igual a = 809 ppm que corresponde a la calicata C-02, menor que 6000ppm (valor permisible para cloruros), por lo que no ocasionará un ataque por corrosión del acero del concreto de la cimentación.

De igual manera observamos concentraciones de sales sulfatos por debajo del valor permisible, siendo el valor máximo obtenido igual a = 968 ppm  $SO_4$ , que corresponde a la calicata C-02, menor que 1000 ppm  $SO_4$  (valor permisible para sulfatos) por lo que va a ocasionar un ataque insignificante a leve al concreto de la cimentación.

## **AGUA EN EL SUELO**

### **8.1. INTRODUCCIÓN**

Después de haber analizado las propiedades más importantes y necesarias para una identificación y clasificación de los suelos, se sigue con el estudio de las propiedades mecánicas relacionadas con una de sus fases, la fase líquida, que generalmente se refiere al agua en sus diferentes formas o estados. Las aguas freáticas, son entonces las aguas que encontramos cuando el suelo está saturado, y están por debajo de este nivel freático. Este nivel freático es muy variable, y encontramos que, en el verano, cuando el calor se hace más intenso, el nivel freático baja, por el proceso de evaporación que genera el calor en el verano. Así también encontramos que el nivel freático en el tiempo de lluvia, sube, y puede llegar hasta muy altos niveles, es decir a muy poca profundidad, el sitio donde empiezan las aguas freáticas, pudiendo ser un factor importante en la construcción.

### **8.2. RECONOCIMIENTO DE AGUAS FREÁTICAS**

En el campo podemos conocer el nivel del agua freática abriendo un hueco en la tierra, de tal manera que podamos ver dentro del (50 x 50 centímetros), y esperar que el nivel del agua se estabilice.

De esta forma podemos después de una hora más o menos, que el nivel donde tenemos el agua será el nivel freático, para poder saber dónde se encuentra el nivel freático simplemente se toma la distancia de la superficie de la tierra, al punto donde el suelo está saturado, hallamos el Nivel Freático.

El punto donde el suelo está saturado de agua se puede hallar por medio del ensayo de Contenido de Humedad, el cual nos permite saber, que porcentaje de agua hay en los vacíos del suelo, y cuando este porcentaje sea el 70% al 80%, querrá decir que este suelo está saturado, estando dentro de las aguas freáticas.



Durante la realización del presente informe se realizó una calicata con el fin de determinar la profundidad del nivel freático con respecto a la topografía del terreno y no se detectó la presencia de la misma hasta la profundidad máxima prospectada que fue de 2.10 m.

Cuadro N° 10 – UBICACIÓN DE NIVEL FREÁTICO

UBICACIÓN	NIVEL FREÁTICO	PROFUNDIDAD
C-01	NO	-
C-02	NO	-

Los certificados de los ensayos de laboratorio se anexan.

#### 8. PARÁMETROS DE EMPUJE LATERAL DE TIERRAS

Para definir el empuje de los suelos sobre las estructuras de retención, podemos decir en forma general, que en ellos se involucran todos los problemas que se le presentan al Ingeniero para determinar las tensiones en la masa del suelo que actúan sobre una estructura. En este apunte daremos las nociones básicas para poder calcular los empujes laterales de los suelos contra las estructuras. Como primera medida debemos decir que el tipo de empuje depende, tanto de la naturaleza del suelo como del tipo de estructura, ya que se trata de un problema de interacción entre ambos. La mecánica de suelos se basa en varias teorías para calcular la distribución de tensiones que se producen en los suelos y sobre las estructuras de retención. Cronológicamente, Coulomb (1776) fue el primero que estudió la distribución de tensiones sobre muros. Posteriormente, Rankine (1875) publicó sus experiencias, y por último y ya en el siglo XX se conoce la teoría de la cuña, debida a varios autores, pero especialmente a Terzaghi.

$$K_c = 1 - \operatorname{sen} \phi$$

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

CUADRO N° 11



**LABORTEC**  
LABORATORIO UNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



COEFICIENTE DE REPOSO		
<b>CORTE DIRECTO CALICATA 01</b>		
$\phi$	=	27,1
Ko		0,010
COEFICIENTE DE PRESION ACTIVA		
$\phi$	=	27,1
Ka		0,374

CUADRO N° 12

COEFICIENTE DE REPOSO		
<b>CORTE DIRECTO CALICATA 02</b>		
$\phi$	=	27,1
Ko		0,010
COEFICIENTE DE PRESION ACTIVA		
$\phi$	=	27,1
Ka		0,374

9. **RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE CALZADURAS O MURO DE ANCLADO**

Las calzaduras son estructuras provisionales que se usan frecuentemente en el Perú. Se diseñan y construyen para sostener las cimentaciones vecinas y el suelo de la pared expuesta, producto de las excavaciones efectuadas. Tienen por funciones prevenir las fallas por inestabilidad o asentamiento excesivo y mantener la integridad del terreno colindante y de las obras existentes en él, hasta que entren en funcionamiento las obras de sostenimiento definitivas.

El término lo hemos generalizado para otro tipo de funciones y lo empleamos indistintamente para aquellas obras que se realizan con algunos de los propósitos siguientes:

- Para consolidar la cimentación de una estructura existente. Tal es el caso de una estructura que ha sufrido asentamientos. Este caso es frecuente en edificaciones de valor arquitectónico o histórico que por estar cimentadas sobre terrenos que se consolidaron con el tiempo han sufrido asentamientos que comprometen su estabilidad y se requiere nivelar la estructura y detener los asentamientos.





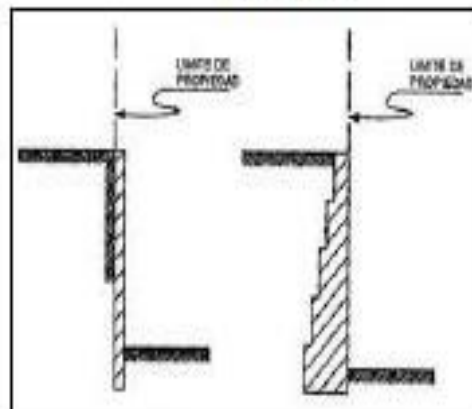
**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



- b) Para darle mayor capacidad portante a la cimentación y podría requerirse buscar un estrato de suelo más resistente a mayor profundidad o reforzar la misma cimentación ampliándola.
- d) Para protección de la propiedad vecina – edificaciones o taludes – cuando se va a realizar excavaciones cercanas. En este contexto las obras de calzadura tienen carácter temporal ya que su función de contención o confinamiento será asumida definitivamente por la nueva construcción.
- e) El tipo de obra de sostenimiento, su diseño y construcción son responsabilidad del constructor de la obra. Cabe diferenciar algunas formas de protección en función a la ubicación de la calzadura y a su exigencia estructural.

FIGURA N° 08





### 11. RESUMEN DE VALORES Y PARAMETROS

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
PROYECTO	"DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUANUCO - 2021"
RESPONSABLE	LABORTEC E.I.R.L.
Sistema Estructural	ZAPATAS CUADRADA E INTERCONECTADAS MEDIANTE VIGAS DE CIMENTACIÓN
Nº de Calicatas y Profundidad de c/u	02 Calicatas, hr 2 mts
Metodología empleada para las investigaciones en campo según Norma técnica empleada	Nty 339.162-2018. Del Reglamento Nacional De Construcción Norma Técnica De Edificación E.050 Suelos Y Cimentaciones
Tipo de Cemento para concreto en contacto con el Suelo	Cemento Portland tipo I en la fabricación del concreto en la preparación del concreto del proyecto.
Tipo de Suelo	SM- Arena limosa arcillosa SM- Arena limosa arcillosa
Parámetros Sísmicos	Zona 2, Z=0.25
Perfil de Suelo Tp (seg.) Si	0.6 seg.
Perfil de Suelo Tl (seg.) Si	2.0 seg.
Factor de Suelo S2	1.20

PARAMETROS GEOTECNICOS C-01	DESCRIPCIÓN / VALORES
Perfil Estratigráfico del Suelo de la Calicata 01	SM
Peso Especifico	1.686 Ton/m3
Angulo de Fricción Interna	27.3°
Cohesión (c)	0.09 kg/cm2
Profundidad de la Napa Freática	-
Tipo de Cimentación	Zapatillas cuadradas e interconectadas mediante vigas de cimentación
Profundidad de Cimentación planteada	1.00 mts. Del nivel de la cota 0.00 m. de excavada.
Estrato de Apoyo de Cimentación	C-01 SM - Arena limosa con grava
Presión Admisible de Diseño (valor en kg/cm², carga aplicada y criterio de fallo)	1.42 kg/cm2
Factor de Seguridad por Corte	3.00
Asentamiento Máximo Permisible	1.143 cm
Coefficiente de Balasto	3140.00 kg/cm3
Ataque Químico de Sulfatos	0.0222 ppm. No perjudicial
Ataque Químico de Cloruros	0.0276 ppm. No perjudicial
Coefficiente de reposo	0.070
Coefficiente de presión activa	0.371



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PARAMETROS GEOTECNICOS C-02	DESCRIPCION / VALORES
Perfil Estratigráfico del Suelo de la Calicata 02	SM
Peso Especifico	1.459 Ton/m <sup>3</sup>
Angulo de Fricción Interna	27.1°
Cohesión (c)	0.10 kg/cm <sup>2</sup>
Profundidad de la Napa Freática	-
Tipo de Cimentación	Zapatas cuadradas e interconectadas mediante vigas de cimentación
Profundidad de Cimentación planteada	1.00 mts. Del nivel de la cota 0.00 m. de excavada.
Estrato de Apoyo de Cimentación	C-02 SM - arena limosa con grava
Presión Admisible de Diseño (valor en kg/cm <sup>2</sup> , carga aplicada y criterio de falla)	1.56 kg/cm <sup>2</sup>
Factor de Seguridad por Corte	3.00
Asentamiento Máximo Permisible	1.200 cm
Coefficiente de Balasto	3140.00 kg/cm <sup>3</sup>
Ataque Químico de Sulfatos	0.0239 ppm. No perjudicial
Ataque Químico de Cloruros	0.0212 ppm. No perjudicial
Coefficiente de reposo	0.070
Coefficiente de presión activa	0.376



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## GRANULOMETRÍA Y ESTATIGRAFÍA CALICATA 01



CLASIFICACIÓN DE SUELOS LABORTEC EIRL  
 Análisis Granométrico NTP 388.128 (2014) / Límite Líquido y Límite Plástico NTP 388.128 (2014) / Clasificación SUCS NTP 388.134 (2014) / Clasificación AASHTO NTP 388.136 (2014)



N° de Servicio: LAB 000145 2021

SOLICITANTE: JHON EDGARDO MORI BERASTEIN  
 PROYECTO: "DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUANUCO - 2021"  
 UBICACIÓN: PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA DE HUANUCO, REGIÓN HUANUCO FECHA: 06-ene-20

Sondeo: C-01 Tipo de Material: Arena limosa con grava  
 Muestra: M-1 Condición de la muestra: HUMEDA  
 Profundidad: 2,00 m. Código de informe y ensayo: LAB000214024  
 Particular: DISEÑO DE MURO ANCLADO DE ESTABILIDAD EN EL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL. Fecha de muestreo: fecha

ANÁLISIS GRANOMÉTRICO POR TAMIZADO		
TAMICES	Porcentaje que pasa	
	Denominación ASTM	Abertura (mm)
3 pulg	75.000	100.0
2 pulg	50.000	100.0
1 1/2 pulg	37.500	100.0
1 pulg	25.000	100.0
3/4 pulg	18.000	90.0
5/8 pulg	8.500	84.4
No. 4	4.750	80.5
No. 10	2.000	77.0
No. 20	0.850	73.7
No. 40	0.425	63.4
No. 60	0.250	45.0
No. 100	0.150	34.6
No. 200	0.075	33.5

RESULTADOS DEL ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA

Límite Líquido: 21  
 Límite Plástico: 13  
 Índice Plástico: 8



Distribución Granométrica		
% Grava	Grava Gruesa	9.4 %
	Grava Fina	10.1 %
	Ar&A	3.5 %
% Arena	AM%	13.0 %
	AF%	26.9 %
	% Finos	33.5 %
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		1
Forma del suelo grueso		Sub-angular
Porcentaje retenido en la 3 pulg		0
Método de lavado: Malla No. 200 Según NTP 420.015 (2018)		A
Coefficiente de Uniformidad		---
Coefficiente de Uniformidad		---

Método de ensayo	Multipunto
Preparación de la muestra	Húmeda
Porcentaje retenido aproximado en tamiz No. 40	33.5
Remanente utilizado en el Límite Líquido	Piano
Trayecto de lavado en el Límite Plástico	Manual

Clasificación ( S.U.C.S. )	
SM	Arena limosa con grava
Clasificación ( AASHTO )	
A-2-4	Índice de Grupo: 8
Descripción ( AASHTO ):	
SUEÑO	



Observaciones:





CLASIFICACIÓN DE SUELOS LABORTEC E.I.R.L.  
 Análisis Granulométrico NTP 339.128 (2014) / Límite  
 Líquido y Límite Plástico NTP 339.129 (2014) /  
 Clasificación SUCS NTP 339.134 (2014) /



**REGISTRO DE SONDAJE**

**PROYECTO** : "DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUANUCO - 2021"  
**UBICACIÓN** : PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA DE HUANUCO, REGION HUANUCO  
**SOLICITANTE** : JHON EDGARDO MORI BERASTEIN  
**PERTENECE** : DISEÑO DE MURO ANCLADO DE ESTABILIDAD EN EL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL  
**CALICATA N°** : C-01 **TÉCNICO** : LABORTEC E.I.R.L.  
**PROF. (m)** : 2,00 m. **NIVEL FREÁTICO** : No se halló **FECHA** : 00-enero-1900

PROF. (m)	MUESTRA	DESCRIPCION	SUCS	SIMBOLOGIA	
0,00	M-0	Material orgánico	PT		
0,10			SM		
0,20					
0,30					
0,40					
0,50					
0,60					
0,70					
0,80					
0,90	M-1				Arena limosa con grava
1,00					
1,10					
1,20					
1,30					
1,40					
1,50					
1,60					
1,70					
1,80					
1,90					
2,00					





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## GRANULOMETRÍA Y ESTATIGRAFÍA CALICATA 02



**CLASIFICACIÓN DE SUELOS LABORTEC EIRL**  
 Análisis Granulométrico NTP 338.128 (2014) / Límite Líquido y Límite Plástico NTP 338.128 (2014) / Clasificación SUCS NTP 338.134 (2014) / Clasificación AASHTO NTP 338.136 (2014)



N° de Servicio: **LAB 000145 2021**

SOLICITANTE: JHON EDGARDO MORI BERASTEN

PROYECTO: "DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUANUCO - 2021"  
 UBICACIÓN: PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA DE HUANUCO, REGION HUANUCO FECHA: 06-ene-20

Sondeo: C-02 Tipo de Material: Arena limosa con grava  
 Muestra: M-1 Condición de la muestra: HUMEDA  
 Profundidad: 2,00 m Código de Informe y ensayo: LAB00021824  
 Perteneca: DISEÑO DE MURO ANCLADO DE ESTABILIDAD EN EL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL Fecha de muestreo: 06-ene-20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
Denominación ASTM	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
2 pulg	50,000	100,0
1 1/2 pulg	37,500	100,0
1 pulg	25,000	100,0
3/4 pulg	18,000	90,6
3/8 pulg	9,500	64,4
No. 4	4,750	60,6
No. 10	2,000	77,0
No. 20	0,850	73,7
No. 40	0,425	63,3
No. 60	0,250	47,9
No. 100	0,150	34,6
No. 200	0,075	33,4

RESULTADOS DEL ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA

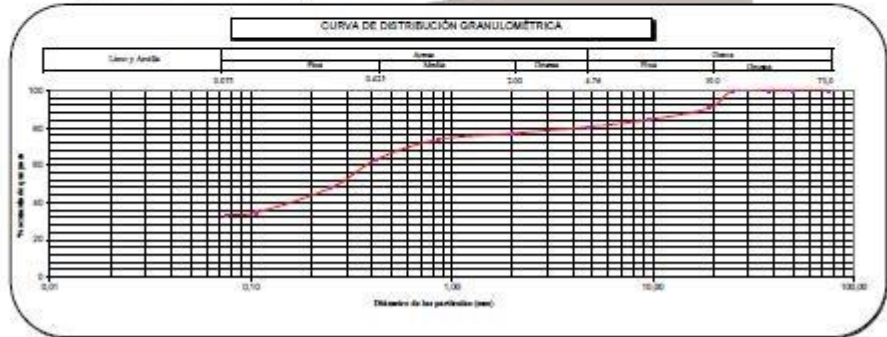
Límite Líquido:	22
Límite Plástico:	18
Índice Plástico:	3



Distribución Granulométrica		
% Grava	Grava Gruesa	9,4 %
	Grava Fina	10,0 %
% Arena	AG%	3,6 %
	AM%	13,7 %
	AF%	29,9 %
	% Fines	33,4 %
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		1
Forma del suelo grueso		Sub-angular
Porcentaje retenido en la 3 pulg		0
Método de lavado Malla No. 200		A
Según NTP 400.010 (2018)		
Coefficiente de Curvatura		---
Coefficiente de Uniformidad		---

Método de ensayo	Multipunto
Preparación de la muestra	Húmeda
Porcentaje relativo aproximado en tamiz No. 40	36,7
Ranurador utilizado en el Límite Líquido	Plano
Equipo de Rotación en el Límite Plástico	Manual

Clasificación ( S.U.C.S. )	
SM	Arena limosa con grava
Clasificación ( AASHTO )	
A-2-4	Índice de Grupo: 8
Descripción ( AASHTO )	BUENO







CLASIFICACIÓN DE SUELOS LABORTEC EIRL  
 Análisis Granulométrico NTP 339.128 (2014) / Límite  
 Líquido y Límite Plástico NTP 339.129 (2014) /  
 Clasificación SUCS NTP 339.134 (2014) /



**REGISTRO DE SONDAJE**

**PROYECTO** : "DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUANUCO - 2021"  
**UBICACIÓN** : PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA DE HUANUCO, REGION HUANUCO  
**SOLICITANTE** : JHON EDGARDO MORI BERASTEIN  
**PERTENECE** : DISEÑO DE MURO ANCLADO DE ESTABILIDAD EN EL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL  
**CALICATA N°** : C- 02 **TÉCNICO** : LABORTEC E.I.R.L.  
**PROF. (m)** : 2,00 m **NIVEL FREÁTICO** : No se halló **FECHA** : 00-enero-1900

PROF. (m)	MAUESTRA	DESCRIPCION	SUCS	SIMBOLOGIA
0,00	M-0	Material orgánico	PT	
0,10				
0,20				
0,30				
0,40				
0,50				
0,60				
0,70				
0,80				
0,90	M-1	Arena limosa con grava	SM	
1,00				
1,10				
1,20				
1,30				
1,40				
1,50				
1,60				
1,70				
1,80				
1,90				
2,00				

CORTE DIRECTO CALICATA 01



NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)  
 Título: SUELOS. Método de ensayo normalizado  
 para el corte directo de suelos  
 bajo condiciones consolidadas drenadas V-1



### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

**PROYECTO** : "DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUANOUCO - 2021"  
**SOLICITADO** : JHON EDGARDO MORI BERASTEIN  
**UBICACIÓN** : PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, DISTRITO DE AMARILIS,  
 PROVINCIA DE HUANOUCO, DEPARTAMENTO HUANOUCO  
**ESPECIALISTA**: ING. RIDER CAJALBÓN JARAMILLO  
**EJECUTADO** : LABORTEC E.I.R.L.  
**FECHA** :  
**PROFUNDIDAD** 2M

CONTENIDO DE HUMEDAD :		CARACTERÍSTICAS :	
Nº DE RECIPIENTE	(Anillo)	DIÁMETRO (cm.)	6,00
PESO DEL ANILLO+SUELO HÚMEDO (gr.)	139,20	ÁREA (cm <sup>2</sup> .)	28,27
PESO DEL ANILLO+SUELO SECO (gr.)	129,15	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> .)	53,71
PESO DEL AGUA (gr.)	10,05	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,475
PESO DEL ANILLO (gr.)	60,00	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,288
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	69,15	CLASIFICACIÓN SUCS	SM
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	14,5	FACTOR ANILLO	0,273 + 0,000

ESFUERZO NORMAL : 0,5 Kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO (min.)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,0	-	0,00		-	0,000
0,5	38,0	1,00		3,875	0,137
1,0	52,0	2,00		6,303	0,188
1,5	65,0	3,00		6,628	0,234
2,0	74,0	4,00		7,546	0,267
2,5	85,0	5,00		8,668	0,307
3,0	90,0	6,00		9,177	0,325
3,5	95,0	7,00		9,687	0,343
4,0	98,0	8,00		9,993	0,353
4,5	101,0	9,00		10,299	0,364
5,0	105,0	10,00		10,707	0,379
5,5	109,0	11,00		11,115	0,393
6,0	103,0	12,00		10,503	0,372



NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)  
 Título: SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas V-1



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO : "DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUANUCO - 2021"  
 SOLICITADO : JHON EDGARDO MORI BERASTEIN  
 UBICACION : PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA DE HUANUCO, DEPARTAMENTO HUANUCO  
 ESPECIALISTA: ING. RIDER CAJALEÓN JARAMILLO  
 EJECUTADO : LABORTEC E.I.R.L.  
 FECHA :  
 PROFUNDIDAD : 2M

CONTENIDO DE HUMEDAD :		CARACTERÍSTICAS :	
Nº DE RECIPIENTE	(Anillo)	DIÁMETRO (cm.)	6,00
PESO DEL ANILLO+SUELO HÚMEDO (gr.)	171,20	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	28,27
PESO DEL ANILLO+SUELO SECO (gr.)	157,09	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	53,71
PESO DEL AGUA (gr.)	14,11	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2,070
PESO DEL ANILLO (gr.)	60,00	DENSIDAD BECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,808
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	97,09	CLASIFICACIÓN SUCS	SM
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	14,5	FACTOR ANILLO	0,273 ± 0,000

ESFUERZO NORMAL : 1,0 Kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO (min.)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,0	-	0,00		-	0,000
0,5	54,0	1,00		5,508	0,195
1,0	69,0	2,00		7,036	0,249
1,5	87,0	3,00		8,872	0,314
2,0	101,0	4,00		10,299	0,364
2,5	116,0	5,00		11,829	0,418
3,0	127,0	6,00		12,950	0,458
3,5	130,0	7,00		13,256	0,469
4,0	134,0	8,00		13,664	0,483
4,5	139,0	9,00		14,174	0,501
5,0	142,0	10,00		14,480	0,512
5,5	135,0	11,00		13,766	0,487



NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)  
 Título: SUELOS. Método de ensayo normalizado  
 para el corte directo de suelos  
 bajo condiciones consolidadas drenadas V-1



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

**PROYECTO** : "DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUANUCO - 2021"

**SOLICITADO** : JHON EDGARDO MORI BERASTEIN

**TRAMO** : PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, DISTRITO DE AMARILIJ, PROVINCIA DE HUANUCO, DEPARTAMENTO HUANUCO

**ESPECIALISTA**: ING. RIDER CAJALEÓN JARAMILLO

**EJECUTADO** : LABORTEC E.I.R.L.

**FECHA** :

**UBICACIÓN** : 2M

CONTENIDO DE HUMEDAD :		CARACTERÍSTICAS :	
Nº DE RECIPIENTE	(Anillo)	DIÁMETRO (cm.)	6,00
PESO DEL ANILLO+SUELO HÚMEDO (gr.)	171,65	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	28,27
PESO DEL ANILLO+SUELO SECO (gr.)	157,49	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	53,71
PESO DEL AGUA (gr.)	14,16	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2,079
PESO DEL ANILLO (gr.)	60,00	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,815
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	97,49	CLASIFICACIÓN SUCS	SC
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	14,5	FACTOR ANILLO	0,273 + 0,000

ESFUERZO NORMAL : 2,0 Kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO (min.)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>3</sup> )
0,0	-	0,00		-	0,000
0,5	94,0	1,00		9,585	0,339
1,0	127,0	2,00		12,950	0,458
1,5	148,0	3,00		15,092	0,534
2,0	173,0	4,00		17,641	0,624
2,5	188,0	5,00		19,171	0,678
3,0	199,0	6,00		20,292	0,718
3,5	224,0	7,00		22,842	0,808
4,0	248,0	8,00		25,085	0,887
4,5	257,0	9,00		26,207	0,927
5,0	279,0	10,00		28,450	1,006
5,5	287,0	11,00		27,226	0,963



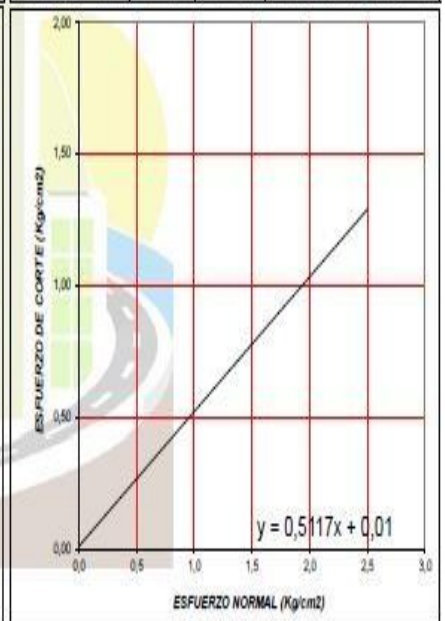
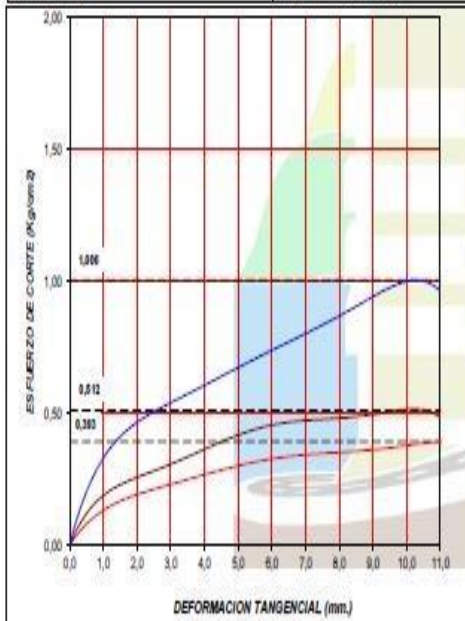
NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)  
 Título: SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas (ASTM D-3080) V-1



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

PROYECTO :	DESIGNO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL TALLE DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUANUCO - 2021*
UBICACIÓN :	PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, DISTRITO DE AMARILUS, PROVINCIA DE HUANUCO, DEPARTAMENTO HUANUCO
SOLICITADO :	JHON EDUARDO MORE IRIBASTIEN
MUESTRA :	EJECUTADO : LABORTEC S.R.L.
UBICACIÓN : 2M	FECHA : 00-mayo-1990

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES					
MUESTRA N°	DIÁMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CONT. HUM. (%)	DENS. SECA (g/cm <sup>3</sup> )	ESFUERZO NORMAL (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	6,0	28,27	14,5	1,288	0,5
02	6,0	28,27	14,5	1,808	1,0
03	6,0	28,27	14,5	1,815	2,0
CLASIF. SUCS : SM LL : 21 LP : 2 % MENOR QUE MALLA N° 200 : 33,5					



RESULTADOS DE ENSAYOS			
COHESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,010	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	27,1



NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)  
 Título: SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas V-1



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

**PROYECTO** : "DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUANUCO - 2021"  
**SOLICITADO** : JHON EDGARDO MORI BERASTEIN  
**UBICACIÓN** : CAYHUAYNA ALTA  
**ESPECIALISTA**: ING. RIDER CAJALEÓN JARAMILLO  
**EJECUTADO** : LABORTEC E.I.R.L.  
**FECHA** :  
**PROFUNDIDAD** 2M

CONTENIDO DE HUMEDAD :		CARACTERÍSTICAS :	
Nº DE RECIPIENTE	(Anillo)	DIÁMETRO (cm.)	6,00
PESO DEL ANILLO+SUELO HÚMEDO (gr.)	171,30	ÁREA (cm <sup>2</sup> .)	28,27
PESO DEL ANILLO+SUELO SECO (gr.)	157,18	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> .)	53,71
PESO DEL AGUA (gr.)	14,12	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2,072
PESO DEL ANILLO (gr.)	60,00	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,810
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	97,18	CLASIFICACIÓN SUCS	SM
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	14,5	FACTOR ANILLO	0,273 + 0,000

ESFUERZO NORMAL : 0,5 Kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO (min.)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,0	-	0,00		-	0,000
0,5	38,0	1,00		3,875	0,137
1,0	52,0	2,00		5,303	0,188
1,5	65,0	3,00		6,628	0,234
2,0	74,0	4,00		7,546	0,267
2,5	85,0	5,00		8,668	0,307
3,0	90,0	6,00		9,177	0,325
3,5	95,0	7,00		9,687	0,343
4,0	98,0	8,00		9,993	0,353
4,5	101,0	9,00		10,299	0,364
5,0	105,0	10,00		10,707	0,379
5,5	109,0	11,00		11,115	0,393
6,0	103,0	12,00		10,503	0,372





NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)  
 Título: SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas V-1



### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

**PROYECTO** : "DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUANUCO - 2021"

**SOLICITADO** : JHON EDGARDO MORI BERASTEIN

**TRAMO** : CAYHUAYNA ALTA

**ESPECIALISTA**: ING. RIDER CAJALEÓN JARAMILLO

**EJECUTADO** : LABORTEC E.I.R.L.

**FECHA** :

**UBICACIÓN** : 2M

CONTENIDO DE HUMEDAD :		CARACTERÍSTICAS :	
Nº DE RECIENTE	(Anillo)	DIÁMETRO (cm.)	6,00
PESO DEL ANILLO+SUELO HÚMEDO (gr.)	171,65	ÁREA (cm <sup>2</sup> .)	28,27
PESO DEL ANILLO+SUELO SECO (gr.)	157,49	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> .)	53,71
PESO DEL AGUA (gr.)	14,16	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2,079
PESO DEL ANILLO (gr.)	60,00	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,815
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	97,49	CLASIFICACIÓN SUCS	SC
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	14,5	FACTOR ANILLO	0,273 + 0,000

ESFUERZO NORMAL : 2,0 Kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO (min.)	EXTENSOMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>3</sup> )
0,0	-	0,00		-	0,000
0,5	94,0	1,00		9,585	0,339
1,0	127,0	2,00		12,950	0,458
1,5	148,0	3,00		15,092	0,534
2,0	173,0	4,00		17,641	0,624
2,5	188,0	5,00		19,171	0,678
3,0	199,0	6,00		20,292	0,718
3,5	224,0	7,00		22,842	0,808
4,0	246,0	8,00		25,085	0,887
4,5	257,0	9,00		26,207	0,927
5,0	279,0	10,00		28,450	1,006
5,5	267,0	11,00		27,228	0,963



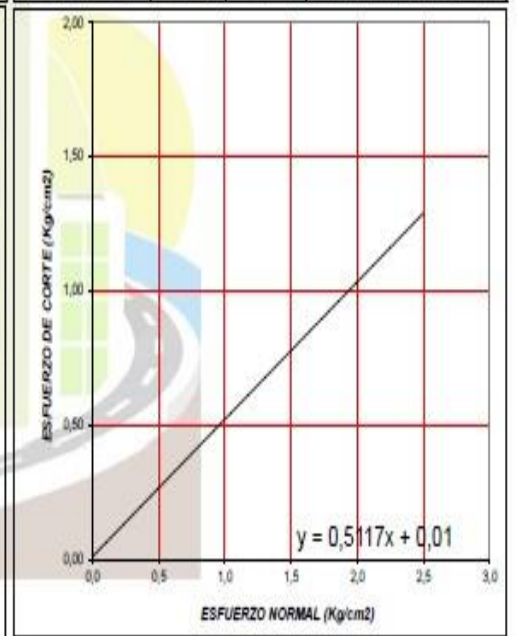
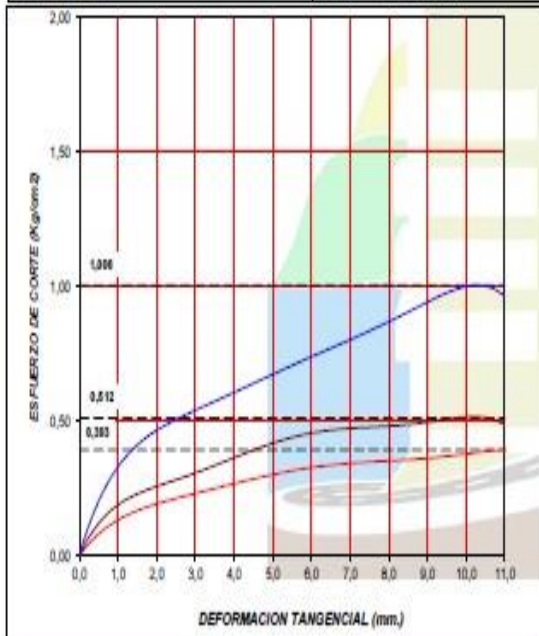


NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)  
 Título: SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos  
 bajo condiciones consolidadas drenadas (ASTM D-3080) V-1

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

PROYECTO	"DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTÍ, IRIANUKU - 2021"	
UBICACIÓN	CAYIRIAYNA ALTA	
SOLICITADO	JHON EDUARDO MORE HERASTÉN	
MUESTRA	EJECUTADO: LABORTEC I.I.R.L.	
UBICACIÓN	2M	FECHA: 09-nov-1900

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES					
MUESTRA N°	DIAMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CONT. HUM. (%)	DENS. SECA (g/cm <sup>3</sup> )	ESFUERZO NORMAL (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	6,0	28,27	14,5	1,810	0,5
02	6,0	28,27	14,5	1,808	1,0
03	6,0	28,27	14,5	1,815	2,0
CLASIF. SUCS	SM	LL: 22	IP: 9	% MENOR QUE MALLA N° 200: 33,4	



RESULTADOS DE ENSAYOS			
COHESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,010	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	27,1



NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)  
 Título: SUELOS. Método de ensayo normalizado  
 para el corte directo de suelos  
 bajo condiciones consolidadas drenadas V-1



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

**PROYECTO** : "DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA EN EL ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL, HUANUCO - 2021"  
**SOLICITADO** : JHON EDGARDO MORI BERASTEIN  
**UBICACION** : CAYHUAYNA ALTA  
**ESPECIALISTA**: ING. RIDER CAJALEÓN JARAMILLO  
**EJECUTADO** : LABORTEC E.I.R.L.  
**FECHA** :  
**PROFUNDIDAD** : 2M

CONTENIDO DE HUMEDAD :		CARACTERÍSTICAS :	
Nº DE RECIPIENTE	(Anillo)	DIÁMETRO (cm.)	5,00
PESO DEL ANILLO+SUELO HÚMEDO (gr.)	171,20	AREA (cm <sup>2</sup> )	28,27
PESO DEL ANILLO+SUELO SECO (gr.)	157,09	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	53,71
PESO DEL AGUA (gr.)	14,11	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2,070
PESO DEL ANILLO (gr.)	60,00	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,808
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	97,09	CLASIFICACIÓN SUCS	SM
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	14,5	FACTOR ANILLO	0,273 + 0,000

ESFUERZO NORMAL : 1,0 Kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO (min.)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>3</sup> )
0,0	-	0,00		-	0,000
0,5	54,0	1,00		5,508	0,195
1,0	69,0	2,00		7,036	0,249
1,5	87,0	3,00		8,872	0,314
2,0	101,0	4,00		10,299	0,364
2,5	116,0	5,00		11,829	0,418
3,0	127,0	6,00		12,950	0,458
3,5	130,0	7,00		13,256	0,469
4,0	134,0	8,00		13,664	0,483
4,5	139,0	9,00		14,174	0,501
5,0	142,0	10,00		14,480	0,512
5,5	135,0	11,00		13,766	0,487

## Anexo N° 04: Levantamiento Topográfico con Dron

### MEMORIA DESCRIPTIVA



Fuente: Obte

#### **APARTADO PREVIO:**

En ningún caso, el presente documento compromete al Ingeniero Técnico en Topografía que lo realiza más que en la medida de sus funciones, que son la tarea de medir el terreno indicado, independientemente de quien sea su propietario. Se pone en conocimiento de quien encarga el trabajo que éste es tan sólo una medición. Por este motivo, sus propietarios o representantes siempre acompañarán al Ingeniero Técnico en Topografía por el perímetro de la zona a medir para indicarle cuáles son sus límites, poder reseñarlos e incluso hacer las oportunas fotografías para evitar ambigüedad.

Este informe en principio solo se hace para conocimiento de:  
Que manera se realizó el trabajo y que considerantes se tuvo al momento de hacerlo  
También describe que instrumentos se utilizo para poder realizar el trabajo y cuales fueron los pasos.

#### **1. PRESENTACIÓN:**

El presente trabajo Levantamiento topográfico de rívera del río en el sector de Daniel Alomia Robles en la ciudad de Huánuco, se realizó con el objetivo de obtener datos topográficos de la zona se tomó consideraciones para poder realizar un trabajo mas objetivo fueron necesarios tomar medidas al momento de realizar el vuelo tales como como clima, el horario del trabajo, visita insitu antes y después del vuelo esto como referencia para que el resultado del trabajo sea optimo y sin ningún tipo de inconveniente.

Fuente

## **2. OBJETO DEL TRABAJO:**

El presente Informe consistente en el levantamiento topográfico con dron de la rivera del rio cercano al entorno y el interior del sector sobrevolado, cálculo de su superficie y dibujo de plano de planta a escala curvado y superficie.

Nos manifiesta que el objeto de esta medición es obtener con un fundamento técnico basado en mediciones y cálculos topográficos la superficie real comprendida dentro de los linderos y vértices del rio, y al mismo tiempo, la posición real que ocupan las edificaciones existentes respecto a los linderos. El plano topográfico resultante será utilizado como base para el análisis de riesgo del sitio.

Teniendo en cuenta los datos facilitados, el trabajo a realizar sería el siguiente:

- Levantamiento Topográfico de rivera del rio, así como también algún dato más de la calle de acceso, y de las edificaciones, acerados, árboles existentes, etc.

- Cálculo de las coordenadas de los puntos observados, edición del dibujo con un programa de CAD, comparación con la cartografía catastral consultada, y ploteado del plano de planta resultante.

- También se calculará la superficie resultante de la medición topográfica de la parcela en cuestión, según las observaciones y mediciones obtenidas de los linderos físicos actuales. Comparación del resultado obtenido con la superficie que figura en la documentación catastral de la parcela.

## **3. SITUACIÓN Y LÍMITES DEL TRABAJO:**

La parcela objeto de esta medición es la situada en Psje. Marcos D. Martel en la localidad deHuánuco

El sector a trabajar se sitúa en la rivera del Rio los limites se ven reflejados en los planos del levantamiento se tomo en cuenta solo la rivera y solo un sector en específico.

Fuente: Obtenido del levantamiento con Dron (2021)

#### 4. METODOLOGÍA:

Los trabajos topográficos llevados a cabo tanto en campo como en gabinete, así como los cálculos correspondientes y la obtención de las superficies, son todos ellos analíticos y quedan perfectamente justificados en los correspondientes anejos. A continuación, presentamos una breve descripción de dichos trabajos:

##### 4.1. Trabajos de campo. Precisiones obtenidas.

###### IMPLANTACIÓN Y OBSERVACION DE BASES

Para el correcto desarrollo del trabajo en la fase de toma de datos de campo, se procedió en primer lugar a la verificación del sector a trabajar, que por su distribución permitieran la visibilidad de todos aquellos detalles necesarios para la obtención del plano. Estas bases se materializaron mediante los fotogramas aéreos que se realizó con el levantamiento topográfico. Para el levantamiento topográfico se utilizó un dron marca DJI modelo PHANTOM 4 PRO.

El método empleado con el dron fue el de levantamiento topográfico, realizándose de manera tal que se pueda obtener los mejores resultados analizado anteriormente el sector a trabajar.

Fuente: Obtenido del levantamiento con Dron (2021)

**"DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA  
EN EL ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD  
DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL –  
HUANUCO"**

Informe de procesamiento



Fuente:



### Datos del levantamiento

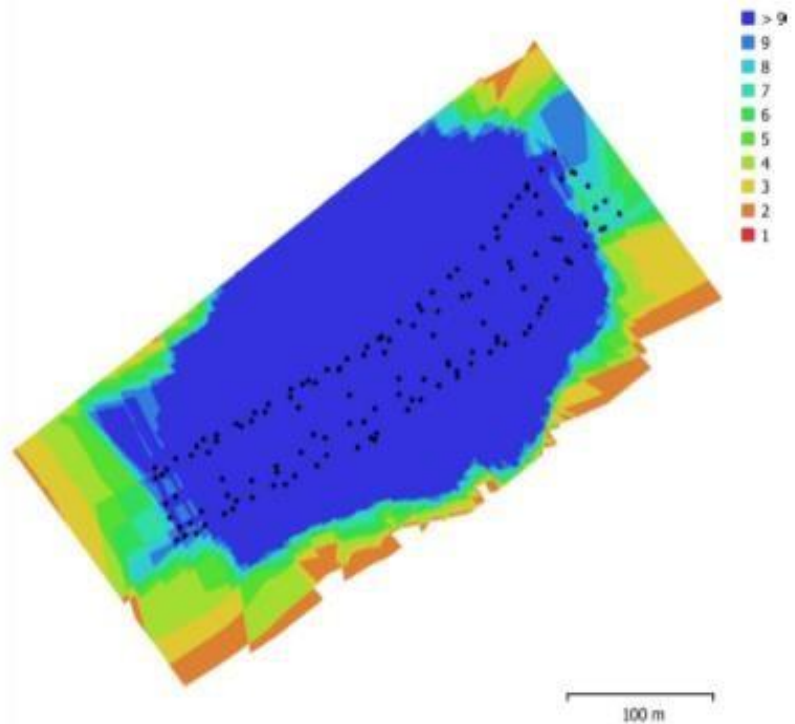


Fig. 1. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes: 138                      Imágenes alineadas: 137  
 Altitud media de vuelo: 91.5 m              Puntos de paso: 128,637  
 Resolución en terreno: 2.31                  Proyecciones: 329,746  
 cm/pix    Error de reproyección: 0.498 pix  
 Área cubierta: 0.0942 km<sup>2</sup>

Modelo de cámara	de	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
FC6310 (8.8mm)		4864 x 3648	8.8 mm	2.61 x 2.61 micras	No



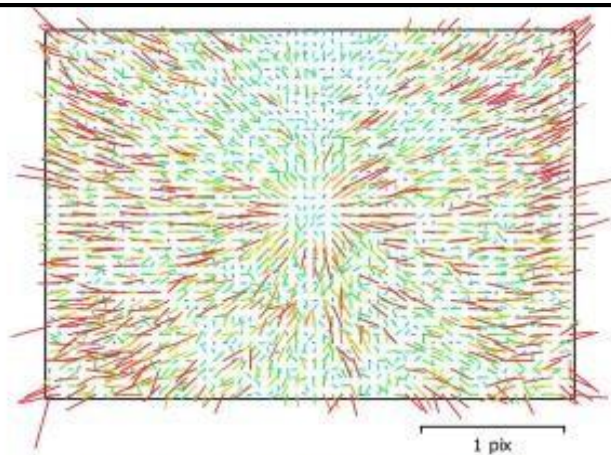


Fig. 2. Gráfico de residuales para FC6310 (8.8mm).

FC6310 (8.8mm)

138 imágenes

Tipo  
Cuadro

Resolución  
4864 x 3648

Distancia focal  
8.8 mm

Tamaño de píxel  
2.61 x 2.61 micras

	Valor	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	P1	P2
F	3639.06	0.091	1.00	0.03	-0.72	0.21	0.08	0.01	0.12	-0.11	-0.03	-0.41
Cx	-31.6391	0.062		1.00	0.02	-0.05	0.44	-0.01	0.02	-0.02	0.78	0.01
Cy	37.5858	0.11			1.00	-0.59	-0.10	-0.15	0.05	-0.04	0.08	0.58
B1	0.646691	0.027				1.00	0.01	0.01	-0.04	0.05	-0.04	0.09
B2	-0.885546	0.019					1.00	0.04	-0.01	0.01	-0.01	-0.07
K1	0.00110576	5.6e-05						1.00	-0.95	0.89	-0.05	-0.16
K2	-0.023883	0.00019							1.00	-0.98	0.05	0.02
K3	0.0247641	0.0002								1.00	-0.04	-0.01
P1	-0.0020203	5e-06									1.00	0.05
P2	0.00170469	6.5e-06										1.00

### Posiciones de cámaras



Fig. 3. Posiciones de cámaras y estimadores de error.

El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.

Posiciones estimadas de las cámaras se indican con los puntos negros.

Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Error en XY (m)	Error combinado (m)
2.37325	2.00856	1.55163	3.10912	3.4748

Tabla 3. Errores medios de las posiciones de cámaras.

X - Longitud, Y - Latitud, Z - Altitud.

Fuente: Obtenido del levantamiento con Dron (2021)

## Modelo digital de elevaciones

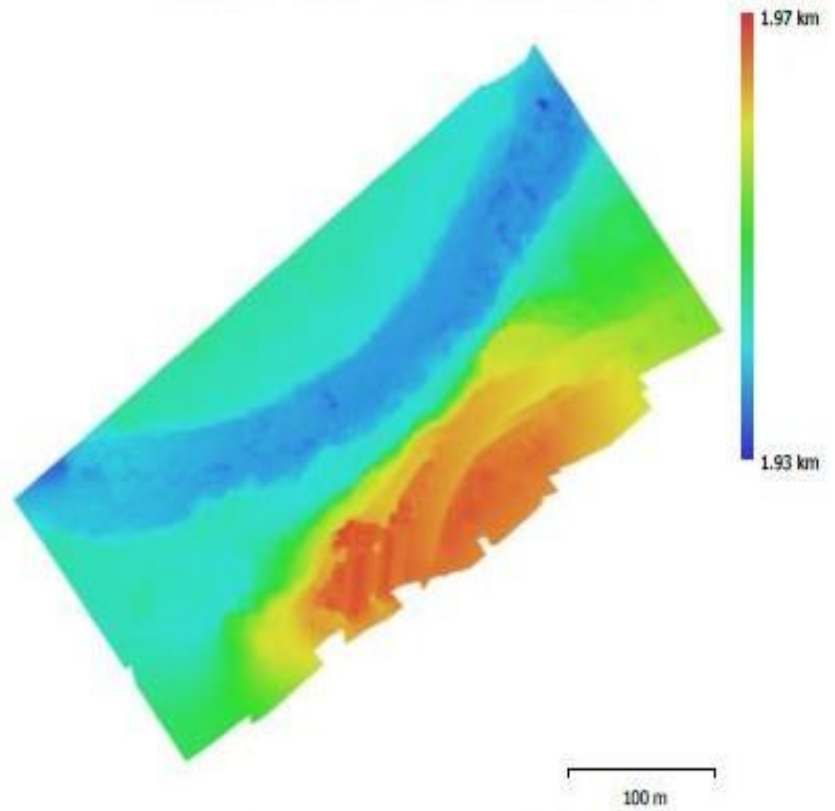
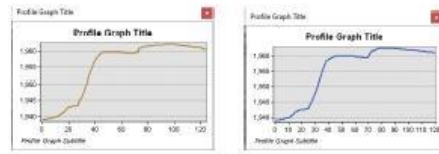
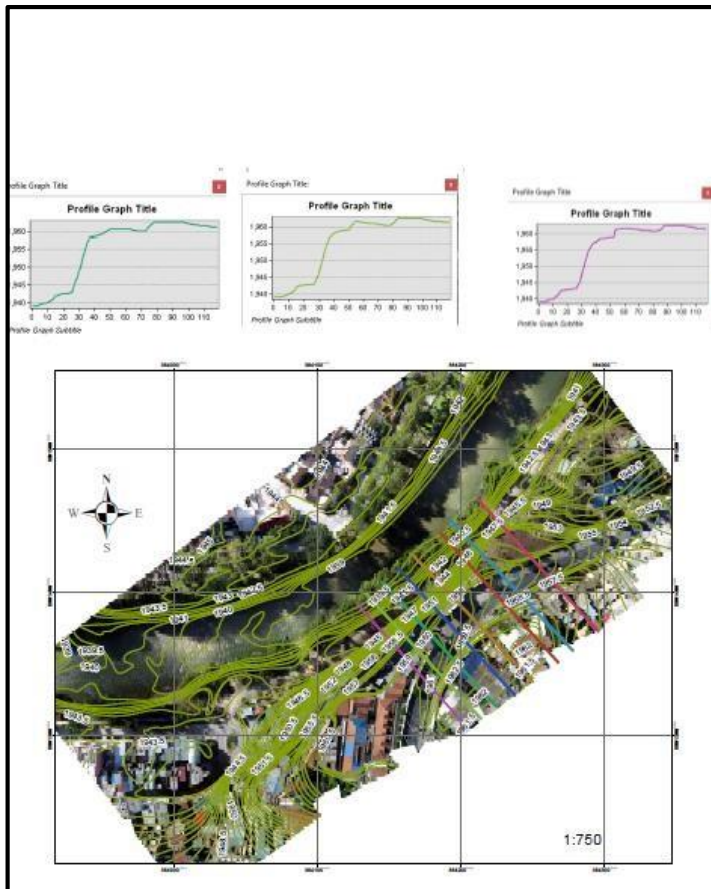


Fig. 4. Modelo digital de elevaciones.

Resolución: 2.31 cm/pix  
Densidad de puntos: 0.187 puntos/cm<sup>2</sup>

Fuente: Obtenido del levantamiento con Dron (2021)

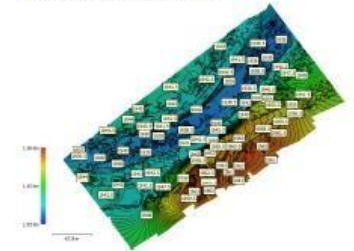


**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO  
 MEDIANTE FOTOGRAMETRIA  
 DISEÑO DE MURO ANCLADO E INFLUENCIA  
 EN EL ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL TALU  
 DEL PASAJE MARCOS DURAN MARTEL – HUAN**

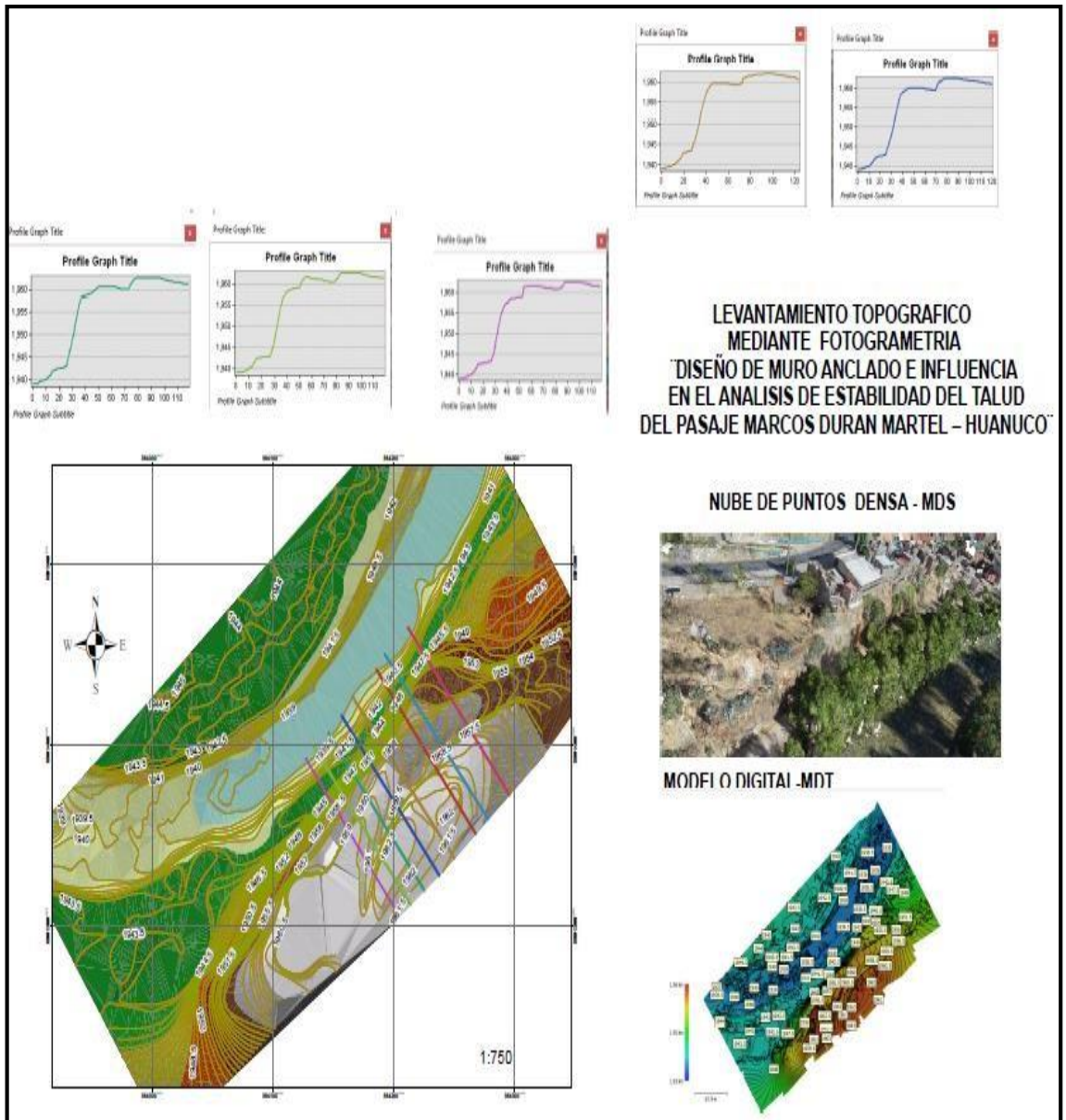
**NUBE DE PUNTOS DENSA - MDS**



**MODELO DIGITAL -MDT**







## Parámetros de procesamiento

<b>Generales</b>	
Cámaras	138
Cámaras orientadas	137
<b>Formas</b>	
Pollíneas	376
Polígonos	94145
Sistema de coordenadas	WGS 84 (EPSG::4326)
Ángulo de rotación	Guiñada, cabeceo, alabeo
<b>Nube de puntos</b>	
Puntos	128,637 de 136,058
RMS error de reproyección	0.164548 (0.497691 pix)
Error de reproyección máximo	0.526753 (26.8798 pix)
Tamaño promedio de puntos característicos	2.45006 pix
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Puntos clave	442.72 MB
Multiplicidad media de puntos de paso	2.63971
<b>Parámetros de orientación</b>	
Precisión	Máxima
Pre-selección genérica	Si
Pre-selección de referencia	Origen
Puntos clave por foto	40,000
Puntos de paso por foto	4,000
Emparejamiento guiado	No
Ajuste adaptativo del modelo de cámara	Si
Tiempo búsqueda de emparejamientos	0 segundos
Uso de memoria durante el emparejamiento	16.00 KB
Tiempo de orientación	15 segundos
Uso de memoria durante el alineamiento	65.01 MB
Versión del programa	1.6.2.10247
<b>Mapas de profundidad</b>	
Número	137
<b>Parámetros de obtención de mapas de profundidad</b>	
Calidad	Extra alta
Nivel de filtrado	Agresivo
Tiempo de procesamiento	18 minutos 40 segundos
<b>Nube de puntos densa</b>	
Puntos	288,114,417
Colores de puntos	3 bandas, uint8
<b>Parámetros de obtención de mapas de profundidad</b>	
Calidad	Extra alta
Nivel de filtrado	Agresivo
Tiempo de procesamiento	18 minutos 40 segundos
<b>Parámetros de generación de la nube densa</b>	
Tiempo de procesamiento	4 horas 30 minutos
Versión del programa	1.6.2.10247
<b>MDE</b>	
Tamaño	21,263 x 19,423
Sistema de coordenadas	WGS 84 (EPSG::4326)
<b>Parámetros de reconstrucción</b>	
Origen de datos	Nube de puntos densa
Interpolación	Habilitada
Tiempo de procesamiento	59 segundos

Fuente

Versión del programa	1.6.2.10247
Ortomosaico	
Tamaño	21,090 x 18,401
Sistema de coordenadas	WGS 84 (EPSG::4326)
Colores	3 bandas, uint8
Parámetros de reconstrucción	
Modo de mezcla	Mosaico
Superficie	MDE
Permitir el cierre de agujeros	Si
Tiempo de procesamiento	4 minutos 43 segundos
Versión del programa	1.6.2.10247
Sistema	
Nombre del programa	Agisoft Metashape Professional
Versión del programa	1.6.2 build 10247
OS	Windows 64 bit
RAM	31.89 GB
CPU	Intel(R) Core(TM) i9-10900K CPU @ 3.70GHz
GPU(s)	NVIDIA GeForce RTX 3080

Fuente

## Anexo N° 05: Panel Fotográfico

Vista fotográfica de la calicata N°01





Vista panorámica de la calicata N°01



Vista fotográfica de la calicata N°02

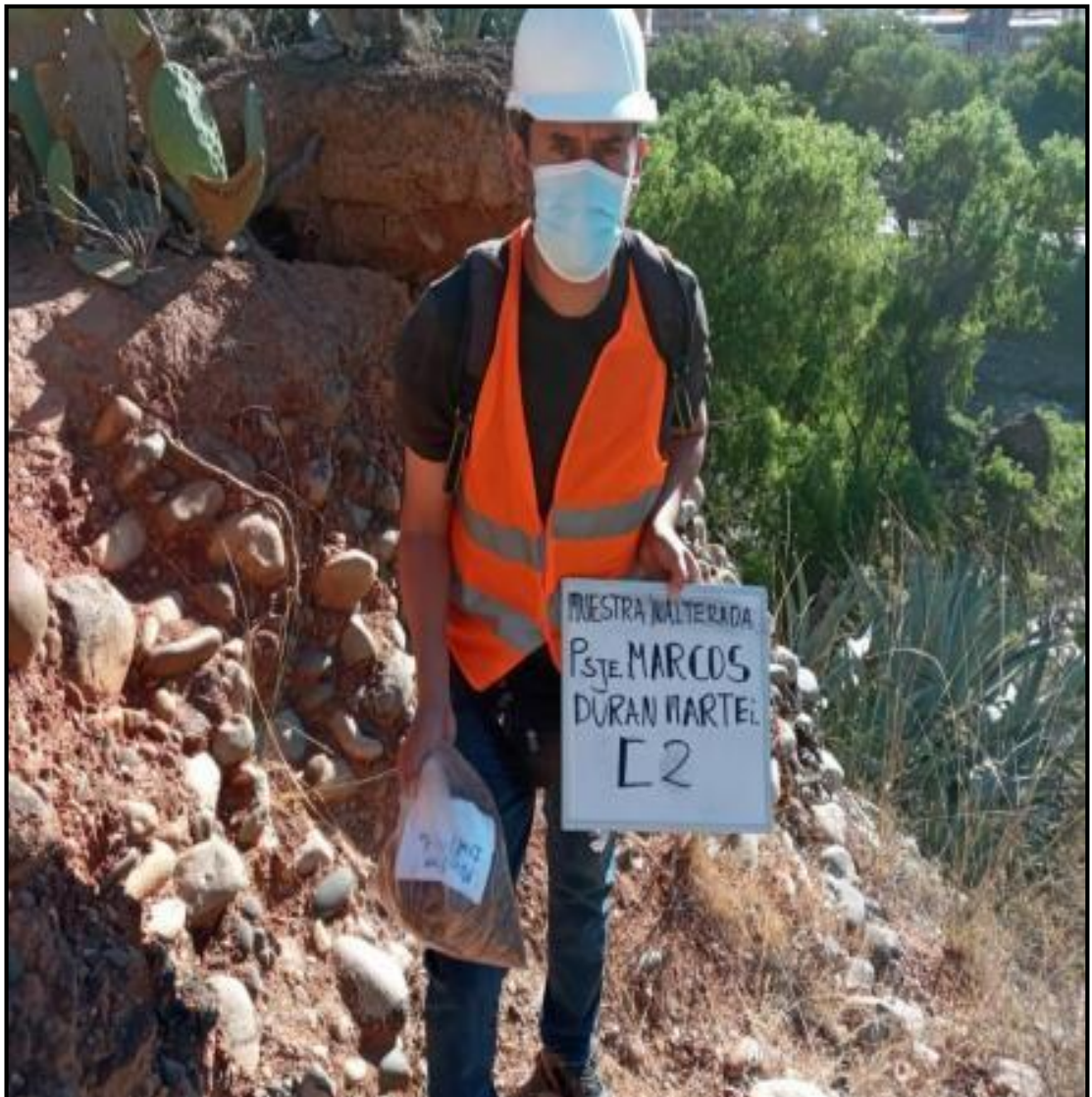




Vista fotográfica de la calicata N°02



Vista panorámica de la calicata N°02





Vista Fotográfica de corte N°01 en la progresiva 0+000



Vista Fotográfica de corte N°02 en la progresiva 0+020





Vista Fotográfica de corte N°03 en la progresiva 0+040





Vista Fotográfica de corte N°04 en la progresiva 0+060





Vista Fotográfica de corte N°05 en la progresiva 0+080

