

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL
KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO
– LIMA, MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : INGENIERÍA VIAL

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

TESISTA:

Bach. López Espinoza Nilver Valentín

ASESOR:

Ing. Estela Livia Patricia Karim

**Huánuco – Perú
2023**

DEDICATORIA

A Dios, a mi familia por tener confianza en mi y ayudarme a realizar mis metas.

A mis maestros que con su saber y experiencias me apoyaron en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Primero agradecemos a Dios por la vida que nos da, a mis padres por todo el apoyo, consejos y más aún amor y comprensión en cada momento.

Palabras de aliento y preocupación para mi familia por su seguridad, especialmente en los momentos más difíciles.

A mis maestros que supieron llevarnos a la culminación de nuestras carreras profesionales de la manera más apasionada con sus conocimientos.

RESUMEN

El enfoque de esta investigación es la estabilización del talud inestable del km 181+00 de la Carretera central Huánuco – Lima, mediante la aplicación del sistema Erdox. Teniendo como resultados factores de seguridad por encima de lo establecido por la normatividad peruana, así mismo determinar la influencia de los parámetros con respecto al factor de seguridad global.

Basado en los indicadores de las variables observadas, las herramientas utilizadas para recolectar los datos de la investigación y, sobre todo, los objetivos perseguidos, es un enfoque puramente cuantitativo del estudio, excepto por el nivel de estabilización de los datos de la investigación (variable dependiente) entre.

La investigación es de corte transversal no experimental porque no se manipula ninguna variable y se toman datos simultáneamente y la muestra se definió por un método no probabilístico en base a los objetivos trazados que nos llevan a la aplicación. en un punto determinado del sistema, y este punto está definido por la intención y conveniencia del autor en el estudio 181.000 (San Rafael) sobre el talud del lado izquierdo de la vía central Huánuco-Lima, debido a que este talud se desliza constantemente y adaptado a los objetivos del estudio.

En el Primer capítulo se hace el Problema de Investigación, en el que se incluye la formulación del problema general, problemas específicos, objetivo general y objetivos específicos, alineados a las dimensiones, Comportamiento estructural, particularidades y procedimiento constructivo, de la variable independiente y se definen las hipótesis, variables, dimensiones e indicadores.

En el segundo y tercer capítulo se establece la revisión de estudios realizados, conceptos fundamentales, niveles y Diseño de la Investigación.

En el cuarto capítulo hace referencia a los resultados obteniendo, mediante las tabulaciones de los parámetros geomorfológicos con la finalidad de obtener el factor de seguridad óptimo.

PALABRAS CLAVE: Estabilización, Talud, Erdox

SUMMARY

The focus of this research is the stabilization of the unstable slope of km 181+00 of the Huánuco - Lima central highway, through the application of the Erdox system. Having as results safety factors above what is established by the Peruvian regulations, likewise determine the influence of the parameters with respect to the global safety factor.

Due to the indicators of the variables that are going to be handled, the instruments that will be used to collect the research data and especially because of the objectives that are pursued, this is an investigation with a purely quantitative approach, in addition the level of this investigation is correlational, since it seeks to establish the relationship of influence that may exist between the use of the Erdox system (independent variable) with the stabilization of a slope (dependent variable).

The research design is non-experimental cross-sectional, since no variable will be manipulated and the data will be taken in a single opportunity and the sample was defined using the non-probabilistic technique based on the objectives set that guide us to the application. of a system at a certain point, and this point was defined intentionally and for convenience by the author, the slope located on the left side of the Huánuco-Lima Central Highway, at survey 181+000 (San Rafael), since this slope constantly suffers landslides and accommodates the objectives of the study.

In the First Chapter the Research Problem is made, which includes the formulation of the general problem, specific problems, general objective and specific objectives, aligned to the dimensions, Structural Behavior, particularities

and construction procedure, of the independent variable and it is they define the hypotheses, variables, dimensions and indicators.

In the second and third chapter, the review of studies carried out, fundamental concepts, levels and Research Design is established.

In the fourth chapter it refers to the results obtained, through the tabulations of the geomorphological parameters in order to obtain the optimum safety factor.

KEY WORDS: Stabilization, Slope, Erdox

ÍNDICE

INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	xi
INDICE DE CUADROS.....	xiii
CAPITULO I: PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1 Antecedentes y fundamentos del problema	2
1.2 Formulación del problema	5
1.2.1 Problema general	6
1.2.2 Problemas Específicos	6
1.3 Objetivos generales y específicos	7
1.3.1 Objetivo general	7
1.3.2 Objetivos Específicos	7
Objetivo específico N.º 1	7
1.4 Hipótesis.....	7
1.4.1 Hipótesis General.....	7
1.4.2 Hipótesis específicas.....	8
1.5 Variables, Dimensiones e Indicadores	8
1.5.1 Variable Independiente	8
1.5.2 Variable dependiente	8
1.5.3 Dimensiones	8
1.5.4 Indicadores.....	8
1.6 Definición Operacional de Variables	9
1.7 Justificación e importancia	9
1.8 Limitaciones y alcance	11
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	12
2.1 Revisión de estudios realizados	13
2.1.1 A nivel internacional	13
2.1.2 A nivel nacional	15
2.1.3 A nivel local	23
2.2 Conceptos fundamentales.....	27
2.2.1 Sistema Erdox	27
2.2.2 Estabilización de taludes.....	37
2.3 Marco Situacional.....	46
2.4 Definición de términos básicos.....	47
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO	51
3.1 Ámbito de estudio.....	52
3.2 Población y Muestra	53
3.4 Nivel y Tipo de Investigación.....	54
3.4.1 Tipo de Investigación	54
3.4.2 Nivel de Investigación	54
3.5 Diseño de Investigación	55

3.6	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	55
3.6.1	Técnicas Usadas en la Recolección de Datos	55
3.6.2	Instrumentos Utilizados en la recolección de Datos	55
3.7	Procedimiento.	56
3.7.1	Reconocimiento del Terreno	56
3.7.2	Estudio Topográfico	56
3.7.3	Estudio de Mecánica de Suelo	59
3.7.5	Procedimiento constructivo	64
3.7.5.1	Excavación.....	64
3.7.5.2	Preparación del plano de apoyo para la Estructura.....	66
3.7.5.3	Armado de Estructuras.....	66
3.7.5.4	Colocación de Estructura	68
3.7.5.5	Relleno de la Estructura	71
3.7.5.6	Estabilidad Inmediata	77
3.7.5.7	Vegetación de las Estructuras.....	78
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		80
4.1	Factor de Seguridad a Condiciones Normales	81
4.2	Tabulación de Resultados	83
CONCLUSIONES		91
RECOMENDACIONES.....		92
BIBLIOGRAFÍA.....		93
ANEXOS.....		94

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elementos del sistema ErdoX.....	30
Figura 2. Sección transversal típica en tangente de una carretera.	38
Figura 3: Talud Artificial - Ladera natural	39
Figura 4: Partes generales de un talud o ladera.	40
Figura 5: Nomenclatura de las partes que conforman un deslizamiento.	42
Figura 6. Tipos de Movimiento.....	44
Figura 7: Tipos de Movimiento.....	45
Figura 8. Mapa de Ubicación Política del Área de Estudio	52
Figura 9. Localización del Área de Estudio.....	53
Figura 10. Zona del área de estudio 6	53
Figura 11. Perfil Granulométrico de las muestras 01 y 02.	60
Figura 12. Gráfico de densidad de suelos de las muestras 01 y 02.....	61
Figura 13. Gráficos de esfuerzo de corte vs desplazamiento de las muestras 01 y 02.	62
Figura 14. Factor de seguridad del Sección 01 con los Métodos Bishop y Janbu	81
Figura 15. Factor de seguridad de sección 02 con los Métodos Bishop y Janbu	82
Figura 17: Perfil de sección típica	90

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Deslizamiento de talud en la Carretera central Km 204.	4
Fotografía 2. Sistema ErdoX Tierra	33
Fotografía 3. Sistema ErdoX Junior	34
Fotografía 4. Sistema ErdoX Nieve.....	35
Fotografía 5. Sistema ErdoX C	36
Fotografía 6. Inicio de Levantamiento topográfico en la zona de estudio.	57
Fotografía 7. Ensayo granulométrico en laboratorio.....	59
Fotografía 8. Excavación sector 11+500 de la carretera interoceánica Cuzco - Puerto Maldonado.....	65
Fotografía 9. Excavación para la colocación del Erdox.....	65
Fotografía 10. Estructura del Sistema ErdoX para ser armado.	66
Fotografía 11. Abertura de vigas y colocación de los pernos a la estructura.....	67
Fotografía 12. Abertura de vigas y colocación del tirante rígido.	68
Fotografía 13. Traslado del anclaje hasta el punto de instalación.	68
Fotografía 14. Traslado y colocación de la estructura Erdox en forma piramidal.....	69
Fotografía 15. Conexión del tirante rígido a la placa de concreto.....	69
Fotografía 16. Estructura del Sistema ErdoX Instalado.....	70
Fotografía 17. Traslado y colocación de la estructura ErdoX	70
Fotografía 18. Unión de 02 paneles frontales del sistema ErdoX.....	71
Fotografía 19. Relleno con material propio el sistema Erdox.	72
Fotografía 20. Compactación de las capas superiores después del relleno.	73
Fotografía 21. Sistema ErdoX en defensa ribereña - reconstrucción inmediata.	74
Fotografía 22. Sistema ErdoX en defensa ribereña relleno con material de canto rodado.	74
Fotografía 23. Talud inferior a la carretera contenida con el Sistema Erdox carretera IIRSA SUR - Km 11+750. (Fuente: Betonform).....	75
Fotografía 24. Talud superior a la carretera contenida con el Sistema Erdox carretera IIRSA SUR - Km 14+440. Fuente: Betonform).....	76
Fotografía 25. Talud superior a la carretera contenida con el Sistema ErdoX carretera IIRSA SUR - Km 127+850 (Fuente: Betonform).....	76
Fotografía 26. Talud inferior con falla geológica en la carretera IIRSA SUR - Km 48+500. (Fuente: Betonform).....	77
Fotografía 27. Talud Superior a la carretera Contendida con el Sistema ErdoX carretera IIRSA SUR – Km 000+500 (Fuente: Betonform).....	77

Fotografía 28. Taludes con Re-Vegetación de las Estructuras del Sistema ErdoX (Fuente: Betonform).....	78
Fotografía 29. Taludes con Re-Vegetación de las Estructuras del Sistema ErdoX (Fuente: Betonform).....	79
Fotografía 30. Taludes con Vegetación (Fuente: Betonform).....	79

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01 : Variables, dimensiones e Indicadores	9
Cuadro N° 02: Factores de Seguridad a Condiciones Normales.....	83

CAPITULO I: PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes y fundamentos del problema

Según la Asociación Mundial de la Carretera Mondiale de la Route (Asociación Mundial de la Carretera), la infraestructura vial es el pilar principal del funcionamiento de todas las economías, lo que trae beneficios no solo económicos, sino también sociales, en este sentido se considera muy importante. Preservación.

América Latina tiene un serio problema con las infraestructuras de comunicación y se encuentra en una seria desventaja competitiva. “En países con un adecuado desarrollo en transporte los costos de traslado son menores, mientras que en la región los caminos con desvíos permanentes o tramos deteriorados incrementan los costos de traslado” afirma Julián Rivera (2020), un Ingeniero civil y especialista peruano en una publicación de la organización Prensa CELAM.

“Si las vías de comunicación de un país, como el Perú no son las adecuadas para que la población satisfaga sus necesidades básicas, es poco probable que los ciudadanos puedan encarar una situación de mejora económica y reducción de los índices de pobreza”, afirma Rivera.

Debido a los aspectos topográficos, geológicos, hidrológicos, climáticos y socioeconómicos únicos del Perú, las carreteras peruanas a menudo se desarrollan en condiciones desfavorables, lo que significa que existen grandes brechas en su cantidad y calidad. Esto se entiende como una mala adaptación al medio, sumado a la falta de protección y mantenimiento, lo que se traduce en constantes atascos en las vías, especialmente durante la época de lluvias (septiembre a mayo) cuando se producen derrumbes en las laderas. Este problema se ve agravado por la limitada disponibilidad de recursos de las partes

responsables del mantenimiento de caminos y el alto costo de los métodos tradicionales de estabilización de taludes. En otros países se están incrementando las inversiones para mejorar la gestión de taludes para combatir los derrumbes.

El distrito de San Rafael pertenece a la provincia de Ambo en el departamento de Huánuco, ubicado en el km 181 000 de la vía PE 3N, también llamada vía central. Esta es una zona con muchos derrumbes en las laderas al lado de la carretera. El SENAMHI recibe 800-1200 mm de precipitación en invierno, lo que altera los cauces de las quebradas y provoca movimientos en masa, provocando los siguientes peligros geológicos: deslizamientos, inundaciones y erosión pluvial.

Con frecuencia los pobladores de Huánuco, Ambo, Tingo María y los pueblos aledaños reciben noticias de derrumbes en la carretera central cerca del pueblo de San Rafael en nuestra área de estudio. a veces significa no sólo la interrupción del tráfico, sino también el deterioro de las condiciones de la carretera y, a veces, la pérdida de vidas.

El 19 de diciembre de 2019, la Agencia de Noticias Andie publicó la siguiente noticia en su versión digital;

Huánuco: Inundaciones y derrumbes afectan casas y vías principales

En tanto, el Instituto Nacional de Protección Civil (INDECI) informó que fuertes lluvias también provocaron un deslave la víspera que afectó la vía de tránsito en el kilómetro 204 de la Longitudinal Sierra Norte (PE - 3N) en el sector de Matichico, Badén Huacaralla. Distrito de San Rafael, Provincia de Ambo.

Hasta el momento se han reportado 80 metros de daños en la carretera, lo que motivó a Provias Nacional Huánuco a traer equipo pesado de emergencia para limpiarla.

Se adiciona la presente imagen;



Fotografía 1. Deslizamiento de talud en la Carretera central Km 204.

Fuente (Andina)

Lo anterior ilustra el problema que pretende abordar nuestra investigación, y en base a ello proponemos nuevas soluciones que tomen en cuenta las características especiales de la región y la disponibilidad de recursos limitados de los encargados del mantenimiento vial, en cuyo caso proponemos la estabilización. mantenimiento de carreteras. en las pistas con una nueva tecnología llamada sistema Erdox.

1.2 Formulación del problema

En la actualidad existen los fenómenos atmosféricos y los constantes cambios que el hombre le hace a la tierra para expandirse y encontrar nuevos lugares donde vivir, y también para encontrar zonas de vías de comunicación para trasladar materias primas y comunicarse. en las ciudades, provocó el deterioro de las propiedades morfológicas de los suelos y generó errores en los mismos. Actualmente, muchos deslizamientos de tierra han causado, entre otras cosas, víctimas humanas, destrucción de áreas agrícolas y bloqueo de carreteras, causando pérdidas humanas y económicas. (Alave Chata).

En el Perú, la inestabilidad de los taludes es uno de los problemas a los que se le debe dar una solución multidisciplinaria, pero que se debe enmarcar en un proyecto geotécnico, debido a que los deslizamientos que se presentan en taludes de suelo y roca provocan graves consecuencias para la sociedad, dañan las estructuras existentes sobre la cuesta o al pie. también bloquean carreteras y vías férreas, causando aproximadamente 107 muertes cada año. (Torres, 2016)

Por lo tanto, es necesario estudiar y analizar los deslizamientos producidos para así prevenirlas, de igual forma es necesario tener toda la información sobre las principales características geomorfológicas, geológicas y topográficas del lugar de estudio, las mismas que permitan un análisis y su posterior diagnóstico de los problemas que dan paso a la inestabilidad de talud que ocurren, para un diseño realista y eficiente.

El sistema ErdoX como propuesta para estabilizar el talud de la vía central Huánuco - Lima de 181.000 km de longitud es una elección previa, debido a que

anteriormente en nuestro país existían sistemas similares llamados andenes, que se desplegaban además de funcionar como áreas agrícolas. Estabilización de suelos sin daños. En ocasiones la elección de nuevos sistemas de protección no está relacionada con el comportamiento de los tipos de suelo a estabilizar, por lo que la propuesta elige una zona crítica donde suelen producirse deslizamientos. Se describe el método de estabilización del sistema ErdoX, el tipo de suelo afectado, el procedimiento constructivo para su correcta instalación en el talud inestable del área de estudio.

1.2.1 Problema general

¿De qué manera la Aplicación del sistema ErdoX Influye en la estabilización de talud en el Km. 181+000 de la Carretera Central Huánuco-Lima?

1.2.2 Problemas Específicos

Problema específico N.º 1

¿De qué manera la aplicación del Sistema ErdoX influye con respecto al Factor de Seguridad global en la estabilización del Talud del Km. 181+000 de la Carretera Central Huánuco-Lima?

Problema específico N.º 2

¿Cuáles son los parámetros que influyen en el factor de seguridad global en la estabilización del Talud del Km. 181+000 de la Carretera Central Huánuco-Lima?

Problema específico N.º 3

¿Cuál será el procedimiento constructivo que se debe seguir con el sistema ErdoX, para la estabilización del talud el KM 181+000 de la carretera central Huánuco – Lima?

1.3 Objetivos generales y específicos

1.3.1 Objetivo general

Determinar la estabilización del talud mediante el Sistema ErdoX en el Km. 181+000 de la Carretera Central Huánuco-Lima.

1.3.2 Objetivos Específicos

Objetivo específico N.º 1

Determinar cómo influye la aplicación del sistema ErdoX con respecto al Factor de Seguridad global en la estabilización del Talud del Km. 181+000 de la Carretera Central Huánuco-Lima

Objetivo específico N.º 2

Determinar los parámetros que influyen en el factor de seguridad global en la estabilización del Talud del Km. 181+000 de la Carretera Central Huánuco-Lima

Objetivo específico N.º 3

Determinar el procedimiento constructivo que se debe seguir con el sistema ErdoX, para la estabilización del talud el KM 181+000 de la carretera central Huánuco – Lima.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis General

La aplicación del sistema Erdox influye en la estabilización del talud en el Km 181+000 de la Carretera Central Huánuco-Lima.

1.4.2 Hipótesis específicas

Hipótesis específica N.º 1

La aplicación del sistema ErdoX influye con respecto al factor de seguridad global en la estabilización del Talud del Km. 181+000 de la Carretera Central Huánuco-Lima.

Hipótesis específica N.º 2

Los parámetros morfológicos influyen en el factor de seguridad global en la estabilización del Talud del Km. 181+000 de la Carretera Central Huánuco-Lima.

Hipótesis específica N.º 3

El procedimiento constructivo será convencional en la estabilización del talud con el sistema Erdox en el KM 181+000 de la carretera central Huánuco – Lima.

1.5 Variables, Dimensiones e Indicadores

1.5.1 Variable Independiente

Sistema Erdox

1.5.2 Variable dependiente

Estabilización del talud

1.5.3 Dimensiones

- Factor de Seguridad Global
- Parámetros Geomorfológicos
- Procedimiento Constructivo

1.5.4 Indicadores

Se presentan en el cuadro del numeral 4.3

1.6 Definición Operacional de Variables

Cuadro N° 01 : Variables, dimensiones e Indicadores.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE: Sistema de Erdox	Un muro de contención de estructura metálica piramidal con un solo anclaje, denominado muro de anclaje, es liviano, preensamblado y rápido de instalar, de acuerdo a su comportamiento estructural, dimensiones y proceso constructivo.	PROPIEDADES DEL SISTEMA ErdoX	Panel Frontal
			Viga metálica
			Tirante rígido
			Cable de Contraviento
			Placa de anclaje de Anclaje
		PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	Procedimiento constructivo Convencional
VARIABLE DEPENDIENTE Estabilización de taludes	Una solución geotécnica completa aplicada a un talud, ya sea terraplén, excavación, corte, natural o no, capaz de incorporar un equilibrio adecuado y sostenible que cumpla con los criterios de gravedad y sísmica, medidos por factores de seguridad, sin dañar el medio ambiente.	FACTOR DE SEGURIDAD GLOBAL	Factor de Seguridad Global >1.5 - Estable
			Factor de Seguridad Global >1.5 - Inestable
		FACTORES GEOMORFOLÓGICOS	Pendiente
			Angulo de inclinación Erdox
			Longitud

Fuente: Elaboración Propia

1.7 Justificación e importancia

Justificación práctica

La propuesta de implementar un nuevo sistema de estabilización de taludes, que ya presenta ventajas comprobadas (en base a los antecedentes presentados en el marco teórico) económica y constructiva (menos tiempo al construir) frente a los sistemas tradicionales, permite solucionar de manera práctica los problemas de deslizamientos en taludes. La vía central Huánuco-Lima puede ser resuelta de manera más efectiva, lo que justifica plenamente nuestra investigación.

Importancia metodológica

La metodología propuesta se basa en las direcciones de investigación mencionadas en nuestro marco teórico, las cuales suelen desarrollarse a nivel descriptivo, debido a que ya en nuestra investigación planteamos la aplicación del sistema ErdoX en la solución de un problema específico, y esta es, por tanto, la propuesta. uno. La metodología contiene una definición de cada paso que nos permite determinar el efecto de usar el sistema ErdoX. Para ello, la metodología contempla tres aspectos principales, el factor de seguridad global del sistema ErdoX, los factores geotécnicos y geomorfológicos que afectan la estabilidad del talud, las características exógenas que lo afectan y el proceso constructivo. A través de estos tres aspectos, se toma, procesa y controla la información relevante para que el método esté fácilmente disponible para quienes lo utilizan como fuente de consulta o dirección para futuras investigaciones.

Respecto a los usuarios, clientes y beneficiarios,

Los grupos de usuarios de este trabajo de investigación son estudiantes y colegas que, con base en el trabajo de investigación que se está realizando, están buscando nuevos sistemas para gestionar deslizamientos en pendientes de carreteras que generen confianza y eficiencia.

Las autoridades responsables de la gestión de las infraestructuras viarias son los clientes

Las personas que utilizan las carreteras (conductores, pasajeros) se verán beneficiadas donde se aplicaría esta tecnología, en este caso no habría derrumbes en forma de pendiente, lo que permitiría que el tráfico fluya sin obstáculos.

1.8 Limitaciones y alcance

De la muestra,

Si bien es cierto que el tamaño de nuestra muestra es singular, no es difícil encontrar relaciones y generalizaciones importantes en los resultados encontrados, debido a que las características topográficas, geológicas e hidrológicas son similares a las pendientes de los taludes que se extienden a lo largo de la carretera. Distrito de San Rafael, Provincia de Ambo, Distrito de Huánuco. Esta limitación no deja de ser aplicable si en el tamaño de muestra se considera el factor importante en un estudio cuantitativo como el nuestro.

De la escasa cantidad de estudios previos de investigación sobre el tema,

Del resumen de antecedentes se puede concluir (ver sección 2.1 de este documento) que el uso del sistema ErdoX para el control de deslizamientos en taludes viales ha sido poco estudiado (Urteaga, César, 2017) La Universidad Católica del Perú ha desarrollado tesis en 2017, en la que presenta y propone hacer uso este sistema y desde entonces pocos estudios han seguido esta línea de investigación, y esta carencia es también un desafío.

Del acceso,

Dado que nuestra muestra de investigación es la pendiente del camino, también se deben mencionar los peligros y riesgos asociados con las pendientes inestables.

Finalmente, el hecho de que este estudio se haya realizado en verano (sin lluvia) podría considerarse una limitación, que no permitiría un mejor abordaje del problema de los deslizamientos en taludes, ya que principalmente son activados por la lluvia.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión de estudios realizados

El propósito de los antecedentes es analizar, para elaborar un informe, lo que se ha hecho a nivel teórico y práctico, tanto a nivel internacional, como nacional y local. Además, a partir de las conclusiones a que lleguen estos antecedentes se puedan realizar las discusiones con el presente trabajo.

2.1.1 A nivel internacional

(Avilés, Marco, 2014) En su tesis titulada “*Análisis técnico y económico para muros de contención de hormigón armado comparado con muros de gaviones y sistemas de suelo reforzado para alturas $h=5m$, $h=7.5m$, $h=10m$, $h=15m$, para una longitud de 80 m.*” se presenta la carrera de ingeniería civil de la Facultad de Tecnología, Física y Matemáticas de la Universidad Central del Ecuador para optar al título de ingeniero civil, se plantean los siguientes objetivos;

Objetivo general;

- Preparamos el análisis y diseño de los muros de contención para muros de hormigón, muros de gaviones y muros de hormigón armado, y ayudaremos a resolver los problemas que se presenten en la construcción de muros de contención de la forma más adecuada, práctica y técnica.

Objetivos específicos;

- Realizar una comparativa técnico-económica de los diferentes muros analizados.

Proporcionar al estudiante orientación sobre el muro de contención” (Avilés, Marco, 2014, pág. 7).

Y llega a las siguientes conclusiones y recomendaciones;

Conclusiones;

- Para el sistema de suelo reforzado Gabion Wall y Terramesh System, utilizando los programas Gawacwin y MacStars, se observó que se obtuvieron resultados similares con la construcción manual; La ventaja de esto es que el proyecto se completa en minutos y se obtienen informes claros y precisos sobre el diseño y la estabilidad de los muros.
- Del análisis económico se puede concluir que los muros de hormigón son muy costosos en comparación con las soluciones de gaviones y muros de tierra armada, lo que se debe a las grandes dimensiones necesarias para cumplir con las condiciones de estabilidad de los muros.
- Los muros de tierra armada son los más baratos para alturas superiores a 5 metros.
- El comportamiento de los muros de tierra armada depende de la combinación entre el relleno y la armadura.
- Comparación del muro de gaviones y el sistema de suelo reforzado Terramesh System; A medida que aumenta la altura del muro de gaviones, necesita más cajas para cubrir la base del muro, mientras que el sistema Terramesh con una caja de 1,00 m de largo puede cubrir la altura deseada.
- Para cada proyecto de muro de contención, se deben analizar ciertos factores como las condiciones topográficas, las condiciones ambientales, la estética y la disponibilidad de materiales.

Recomendaciones;

- Se recomienda profundizar el tema de Muros de Contención en la malla curricular de Ingeniería Civil” (Avilés, Marco, 2014, págs. 97-101).

Esta tesis presenta el diseño de diferentes tipos de muros de contención para diferentes alturas, el método de cálculo a seguir en condiciones estáticas y dinámicas. Se describen los conceptos básicos de la operación de construcción de albergues, operación, tamaño y proceso de construcción; Además, recomendaciones mínimas y recomendaciones necesarias según normativa.

De acuerdo con los objetivos de este trabajo, se realiza el diseño de diferentes métodos de estabilización de taludes como muros de hormigón, muros de gaviones y muros de tierra armada (utilizando el sistema Terramesh), concluyendo que los costos de los muros de hormigón son relativamente mucho más altos que otros. alternativas, los muros de tierra armada por encima de los 5 metros son más económicos.

Como se puede observar, este estudio pretende un análisis técnico-económico comparativo de los tres sistemas, a diferencia de nuestro estudio, que se centra en la aplicación del sistema ErdoX a un problema específico de estabilización de taludes, por lo que nuestros objetivos son más aplicados que analíticos.

2.1.2 A nivel nacional

A nivel nacional se han encontrado diversas investigaciones a nivel de tesis para optar el título de ingeniero civil presentadas en universidades, siendo éstas las siguientes;

(Heredia, José, 2018) en su tesis titulada “*Análisis Técnico comparativo entre el uso de muros de contención tipo gaviones y el muro de contención tipo paragua,*

en la estabilización de taludes del camino vecinal Potrerillo-Siete de Junio, Distrito de Jepelacio-Moyobamba-San Martín, 2017” Presentado en el Plan de Estudios de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo de Trujillo, se plantean los siguientes objetivos para obtener el título de Ingeniero Civil.;

Objetivo general;

- Realizar un análisis técnico comparativo de muros de contención y muros tipo paraguas anclados en la estabilización de taludes viales en el barrio Potrerillo-Siete de Junio en la zona Jepelacio-Moyobamba-San Martín. 2017”

Objetivos específicos;

- Determinar las propiedades geotécnicas del suelo, que permitan un análisis objetivo del uso de muros de contención tipo gaviones y muros de contención tipo paraguas anclados para la estabilización de taludes.
- Conocer las características dimensionales de los muros de contención tipo gaviones y muros de contención tipo paraguas en estabilidad de taludes.
- Evaluar el procedimiento constructivo de muros de contención tipo gaviones y muros de contención tipo paraguas anclados, estabilización de taludes.
- Determinar el costo de un análisis técnico comparativo de muros de contención tipo gaviones y muros de contención tipo paraguas en estabilidad de taludes” (Heredia, José, 2018, pág. 11).

Y, llega a las siguientes conclusiones y recomendaciones;

Conclusiones;

- En el análisis comparativo del uso de muros de contención tipo paraguas y muros de contención tipo gaviones, con base en los resultados se concluye que el estudio de la mecánica de suelos es una prioridad en el diseño de la estructura, y tienen buenos indicadores de cargas objetivo.
- En base a los resultados se concluye que las propiedades dimensionales cumplen con el Reglamento Nacional de Edificación y esto garantiza la seguridad y funcionalidad del Muro.
- De acuerdo a los resultados, el sistema constructivo de muro de contención tipo gaviones requiere de mayor tiempo debido al uso de material de cantera (piedra de río), mientras que el muro de contención tipo paraguas requiere de menor tiempo de uso del material en la zona.
- En base a los resultados se concluye que los muros propuestos son seguros y funcionan a la perfección, pero desde el punto de vista del presupuesto del muro de contención tipo paraguas, es más económico, debido a la propuesta de estabilización de taludes. potro -Carretera Comarcal Siete de Junio.

Recomendaciones;

- Un muro de contención tipo paraguas es deseable debido a su precio más económico y facilidad de construcción.
- Al construir un muro de contención, también es importante considerar que la placa de anclaje debe estar firmemente en el suelo.
- Al planificar un proyecto de construcción que requiera el diseño de muros de contención, se recomienda realizar una inspección del objeto del proyecto

para conocer el precio de los materiales y también el tiempo de finalización.

Entrega atrasada

- Para garantizar los indicadores técnicos, el muro de contención debe realizarse durante el período de construcción bajo la supervisión de un técnico basado en este estudio.
- Se sugiere que la administración de la universidad aliente a los estudiantes a realizar investigaciones similares, a participar en la solución de problemas de ingeniería en beneficio de la gente de nuestra región y país.” (Heredia, José, 2018, págs. 154-156).

Como se puede ver entre otras cosas en este estudio, se señala que un muro de contención de gaviones toma más tiempo de construcción que un muro de contención de paraguas (ERDOX) y para solicitudes similares, un muro de contención de paraguas (ERDOX) es más económico que los gaviones, por lo que, en la parte final del estudio, este autor recomienda el uso de muros tipo paraguas para la estabilización de taludes, en consonancia con nuestro estudio, y utiliza este método para la estabilización de taludes con Erdox. El sistema ubicado en el kilómetro 181.000 de la Carretera Huánuco - Lima Central, considerando sus costos más económicos y menor tiempo de implementación en comparación con otros sistemas, que se adapta perfectamente a las condiciones externas del problema planteado, encontramos en esta tesis un buen marco teórico para nuestra investigación.

También;

(Urteaga, César, 2017) en su tesis titulada “*Estabilización de talud con sistema ErdoX en taludes de carreteras*” entregada a la Facultad de Ciencias y Ingeniería

de la Pontificia Universidad Católica del Perú para optar el título de ingeniero civil, se propone los siguientes objetivos;

- Estrenar este nuevo sistema de estabilización de inclinación para implementarlo.
- Comparar el rendimiento del sistema ErdoX y los costes operativos con otros sistemas.
- Comprender el análisis de las funciones del sistema y las diversas aplicaciones requeridas.
- Ser la base para otras soluciones y estudios de apoyo y proponer nuevos temas en nuevas tesis (Urteaga, César, 2017, pág. 9).

Finalmente se realizó las siguientes recomendaciones y conclusiones;

- Este sistema es bastante conveniente en la mayoría de los casos cuando la pendiente es inestable, debido a varios factores positivos, los más importantes de los cuales son:
 - Muy bajo impacto ambiental (porque los elementos se pueden trasplantar en la mayoría de los casos).
 - Menores costos en comparación con otros sistemas (en promedio un tercio del precio del sistema Terramesh).
 - Muy buen desempeño en comparación con otros sistemas similares en el mercado local (hasta 3 veces superior).
 - Versatilidad para adaptarse a diferentes casos de uso (por ejemplo, muro de contención, DME, protección ribereña, rompeolas, dispositivos de eliminación, etc.).

- Bajos impactos sociales, ya que si, por ejemplo, un talud cerca de un camino necesita estabilización, no tiene que cerrarse completamente durante el proyecto, lo cual es muy útil, porque a veces esos caminos son la única vía de comunicación ciudades.
- Es una estructura sísmica por su flexibilidad por mono-anclaje, lo que permite adaptarse a posibles sedimentos característicos o desprendimientos de materiales sin añadir cargas inesperadas a la estructura.
 - En la mayoría de los casos, no es necesario transportar material de mayor calidad de otras zonas como relleno, sino que se utiliza como relleno el mismo material excavado, lo que beneficia tanto en costes y plazos como en impactos ambientales (causados por los gases de escape de las máquinas). transporte de la máquina). material al área del proyecto).
 - Alcanza la estabilidad inmediatamente después del relleno de la estructura (o compactación si es necesario), lo que permite un mejor desempeño de la construcción.
 - Por ser un sistema nuevo en el país, es muy poco conocido, por lo que su uso debe ser más generalizado por las ventajas mencionadas, sobre todo porque no solo favorece a la empresa constructora en cuanto a su costo y rendimiento, sino que además tiene un efecto positivo en el medio ambiente y los habitantes de las zonas afectadas.
 - En el sistema Terramesh, como en otros sistemas similares de protección de taludes, es necesario transportar material estructural con mejores propiedades para asegurar el correcto funcionamiento del sistema; Sin embargo, si se trata de un proyecto donde el transporte de material de alta

calidad no solo supone un aumento de costes, sino que los plazos también se ven afectados por la distancia a las canteras, donde hay material con las propiedades necesarias. Para este tipo de viviendas destaca la ventaja del sistema ErdoX, ya que normalmente no necesita transportar materiales con mejores propiedades.

- Los costes de ambos tipos de elementos ErdoX por m² no difieren significativamente, por lo que, a la hora de analizar la inestabilidad del talud, es mejor elegir modelos reforzados para que se coloquen el menor número posible de elementos para asegurar la estabilidad del talud.

- En general, el sistema IIRSA no genera complicaciones al contactar a la empresa Odebrecht en el proyecto de la carretera Suri, no hubo complicaciones en los aproximadamente 15 casos de inestabilidad resueltos por este sistema.” (Urteaga, César, 2017, pág. 183).

Esta es la investigación previa en la que se basa mayormente nuestra investigación, ya que como se puede observar, se introduce (en nuestro entorno académico) este nuevo sistema (ErdoX), sus características y procedimiento de construcción, costos y beneficios; el cual se compara con los sistemas de protección de taludes más utilizados en el país para evaluar los beneficios y ventajas del sistema ErdoX, no solo beneficios económicos, de tiempo, sino también su bajo impacto ambiental. , lo que lo convierte en un sistema ideal para solucionar el problema de la estabilización de contornos viales en nuestro medio, por lo que nuestra investigación pretende aplicar este método a nuestro medio para difundir su uso a nivel educativo y práctico.

A si mismo;

(Huillca, José, 2016) Elaboraron el informe titulado *“Informe de la observación del método de estabilización de talud (Erdox) en la ruta Cusco-Ccatca de la carretera interoceánica sur del Perú periodo 2016”*. Presentado en el curso “Cartografía Geológica Aplicada” de la Facultad de Ingeniería Geotécnica, Departamento de Geología, Minería y Metalurgia, Universidad Nacional de San Antonio Abado del Cusco, Perú, con los siguientes objetivos propuestos;

Objetivo general;

Describir el método de estabilización de taludes (Erdox) en la carretera interoceánica tramo Urcos-Ccatca.

Objetivo específico;

Describir la eficacia y efectividad de este método empleado en la estabilización de taludes” (Huillca, José, 2016, pág. 6).

Finalmente se concluye y recomienda;

“Conclusiones;

- El sistema ErdoX es un muro de contención con mono-anclaje realizado con una estructura metálica a forma piramidal, de peso reducido, pre-armado y de rápida instalación
- Un sistema innovador para realizar muros de contención, y prevenir y solucionar problemas de derrumbes, erosión y deslizamientos en masa.
- Su eficacia y efectividad son aceptables ya que no es muy complejo en la instalación ni muy costoso en la inversión.

Recomendaciones;

- Se recomienda realizar un inventariado de taludes inestables en las vías principales y secundaria de nuestro departamento (Cusco), prosiguiendo con la evaluación la aplicabilidad de este método” (Huillca, José, 2016, pág. 112).

Como se puede observar, el propósito de este informe es describir el método de estabilización de taludes utilizando el sistema ErdoX y resaltar la efectividad y eficiencia de este sistema aplicado al tramo de la carretera de ultramar Urcos-Ccata validado por MTC y OSITRAN. , el mencionado poder-proveedor de información y, por tanto, regulador, conceptos que nuestro trabajo incluye para validar los hallazgos de este informe como base teórica para el desarrollo de estudios siguiendo la línea de investigación de este informe. , de carácter descriptivo.

2.1.3 A nivel local

A nivel local se ha encontrado los siguientes antecedentes relativos al tema en estudio;

(García, Joseph, 2017) en su tesis titulada *“Estabilización de taludes de la carretera PE-3N Km. 263+100”* El proyecto presentado a la Escuela Académica Profesional de Posgrado de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional del Perú Hermilio Valdizán de Huánuco se presentó con los siguientes objetivos;

Objetivo general;

- Diseñar un sistema de estabilización de taludes adecuado, en la carretera PE 3N km. 263+100, para garantizar la estabilidad de dichos taludes

Objetivos específicos;

- Determinar las propiedades geotécnicas de los suelos de talud de la carretera PE 3N km.263-100.
- Determinar las características geológicas, sísmicas, hidrológicas y topográficas del área de estudio de la carretera PE 3N km. 263 100.
- Proponemos el diseño óptimo de estabilidad de taludes de acuerdo con los problemas locales.
- Determinar el factor de seguridad para taludes adyacentes al área de estudio” (García, Joseph, 2017, pág. 11).

Finalmente, concluyo y recomiendo;

Conclusiones;

- Como alternativa de solución al problema, se pueden proponer muros reforzados con geosintéticos para estabilizar los taludes; debido a que, bajo las mismas condiciones geotécnicas y constructivas, un muro de tierra trabaja tan bien o mejor que cualquier otro sistema de estabilización de taludes, y además es mucho más económico porque se pueden utilizar materiales de tierra del mismo lugar.
- Cuando todos los parámetros tales como geotécnicos, topográficos, geológicos, hidrológicos, sísmicos, etc. Se obtienen resultados de factor de seguridad mucho más confiables y realistas en el diseño de muros reforzados con geosintéticos y análisis de estabilidad de taludes.
- Los resultados del análisis estático del muro reforzado con geotextiles tienen un factor de seguridad de 2,87 para deslizamiento, 5,93 para caída y 3,05 para

capacidad portante; Estos valores superan los valores mínimos recomendados, por lo que las dimensiones geométricas de la pared son correctas.

- Como resultado del análisis dinámico del muro reforzado con geotextiles, el factor de seguridad para deslizamiento es de 2.73 y 5.49 para caída; Estos valores superan los valores mínimos recomendados, por lo que el muro proporciona estabilidad de taludes.

- Del análisis de estabilidad estática realizado en los taludes adyacentes del sector de investigación, el factor de seguridad es de 1,494 en la primera parte y de 1,60 en la segunda; en el primer caso, es inferior al valor mínimo indicado en la norma CE.020 (valor mínimo 1,50), indicando que la pendiente puede fluctuar; En el segundo caso, en cambio, no hay problemas.

- Los resultados del factor de seguridad se obtuvieron en la primera parte del análisis de estabilidad dinámica realizado en los taludes adyacentes del sector científico.

- 1222 y en otro 1286; en el primer caso, es inferior al valor mínimo indicado en la norma CE.020 (valor mínimo 1,25), indicando que la pendiente puede fluctuar; En el segundo caso, en cambio, no hay problemas.

Recomendaciones;

- En cada proyecto de estabilización de taludes se deben considerar varios tipos de sistemas de estabilización, para elegir el más adecuado técnica y económicamente según el campo de investigación; Siempre tratamos de promover el uso de nuevas técnicas de construcción que se pueden implementar mucho más barato que los métodos tradicionales.

- Durante el diseño de muros georeforzados sintéticos, siempre se deben tener en cuenta todos los parámetros que afectan a la inestabilidad de taludes, tales como geotecnia, topografía, geología, hidrología, sismicidad, etc., y así obtener información adaptada a la realidad, lo que hace posible elegir el más adecuado. ubicación geográfica compuesta.
- Al construir un muro reforzado con geosintético, se deben dar instrucciones claras a los trabajadores tales como conocimiento del material, dirección de corte e instalación de geosintético, uso de superposiciones, etc. para el correcto proceso de construcción.
- En los taludes adyacentes al sector de investigación, se recomienda intervenir con algún método correcto de estabilización, ya que el factor de seguridad obtenido es aproximadamente el valor mínimo recomendado en la norma CE.020” (García, Joseph, 2017, págs. 124-127).

Como se puede observar, el objetivo general de este estudio es “diseñar un adecuado sistema de estabilización de taludes” en un lugar específico de la vía, en este caso para el km 263.100 de la vía PE 3N, que es un objetivo similar a nuestro estudio, al comprobar la funcionalidad del sistema, en este caso ErdoX, para estabilizar cierta parte de la carretera, en nuestro caso el talud de la Carretera Huánuco - Lima Central de 181.000 km. Este estudio se enfoca en un sistema de estabilización de paredes reforzadas con geotextil y sugiere que todos los parámetros que afectan la inestabilidad de taludes, tales como geotécnicos, topográficos, geológicos, hidrológicos, sísmicos, etc., deben ser considerados para la estabilización de taludes en este sistema. porque nuestro estudio incluye y apoya esta recomendación, porque ambos estudios se pueden

ver uno al lado del otro, pertenecen a la misma carretera con una distancia de aproximadamente 80 km, lo que puede significar que las variables geotécnicas, topográficas, geológicas, hidrológicas y sísmicas pueden ser diferentes y eso hace que nuestros resultados sean comparables a los de este estudio, y la validez de ambos se puede ver a través de la discusión.

2.2 Conceptos fundamentales

2.2.1 Sistema Erdox

Definición

BETONFORM L.A. SAC, es una empresa especializada en el desarrollo técnico y comercialización de los sistemas constructivos Erdox® y Loffel® utilizados en obras de defensa fluvial, estabilización de taludes, control de erosión, acondicionamiento de DME y construcción de muros de hormigón. contención (Betonform, 2018).

El sistema Erdox®, conocido en proyectos públicos como “MURO ANCLADO TIPO LLUVIA”, fue diseñado, desarrollado y luego comercializado por BETONFORM L.A SAC. Se trata de un muro de contención de un solo anclaje, realizado con estructura metálica en forma de pirámide, ligero, premontado y de rápida instalación. Gracias a la facilidad y rapidez de instalación, el sistema Erdox® es la solución ideal para trabajos de emergencia (Betonform, 2018).

El sistema ErdoX fue creado con el objetivo de solucionar de manera rápida y eficaz todos los problemas ocasionados por los deslizamientos y la erosión del suelo, que son una constante inevitable en las zonas montañosas. La mayoría de las veces, estos fenómenos ocurren en áreas intransitables de difícil acceso y, por lo tanto, reducen significativamente la viabilidad de las carreteras a largo

plazo. en ocasiones, todos los medios de comunicación quedan bloqueados, causando incalculables dificultades a los habitantes de las zonas mencionadas.

Intervenir de forma tradicional y solucionar los problemas antes mencionados, como hacer muros de hormigón armado, cercas de piedra o cambiar el perfil del paisaje existente a taludes con menor pendiente, requiere largas horas de trabajo y grandes inversiones, y en muchos casos es casi imposible. para resolver de una vez por todas la situación intervenida. Para encontrar una solución a estos problemas, los técnicos de Betonform® diseñaron, desarrollaron y fabricaron una estructura innovadora, el elemento ErdoX®, que es el resultado de una investigación continua en la mejora de sus productos y desarrollo tecnológico.

La estructura ErdoX® ha sido desarrollada de acuerdo con todos los estándares regulatorios europeos. Cada componente de la estructura cuenta con certificados de calidad y pruebas de durabilidad.

La estructura ErdoX® recibió el marcado CE Cumple con la norma EN 1090 Clase EXC3, certificando el sistema ErdoX® para aplicaciones estructurales en zonas de alta sísmica (BETONFORM, 2014).

Descripción del sistema

Un artículo técnico de Betonform describe al sistema sistema ErdoX de la siguiente manera:

“El sistema ErdoX® es un muro de contención con mono-anclaje realizado con una estructura metálica a forma piramidal, de peso reducido, pre-armado y de rápida instalación. Está constituido por un paramento frontal, compuesto por 2 vigas de construcción en acero HE120B unidas tramite dos platinas de interconexión para formar una cruz de San Andrés de forma rectangular de L

310 x H 360 cm. En la parte central de las vigas está conectado a través de un nudo esférico el tirante rígido central que conecta el panel frontal con el sistema de anclaje de la estructura garantizado por una placa en concreto armado o un tirante realizado con perforación. En las vigas que componen el panel frontal, se conectan 4 o 8 cables de contraviento de 0 16 mm, con alma en acero, que se conectan a la extremidad posterior del tirante rígido central, confiriendo al ErdoX® su característica forma piramidal” (BETONFORM, 2014).

El frontal se remata con un panel de malla rectangular de 310x360 cm. El "Panel HEA" está hecho de alambre de acero doble con un núcleo de metal de 0,8 mm de diámetro. Los citados cables, con una resistencia nominal del hilo de acero de al menos 1770 N/mm² y una carga mínima de rotura de 40,3 kN, se entrelazan en una red en forma de rombo con una coca nominal de 30x30 cm. Las conexiones de los cables del panel HEA en cuestión están reforzadas para resistir posibles esfuerzos estáticos o dinámicos que tienden a cambiar el panel; los refuerzos consisten en conjuntos de cables de acero dobles de 0,3 mm trenzados mecánicamente en ambos lados del panel para garantizar una resistencia a la rotura de al menos 23 kN (ensayo de rotura por tracción estática); Con esta solución es posible obtener empalmes de cables principales que amortigüen posibles sobrecargas, dotando al panel de mayor flexibilidad. Los extremos y cantos de la malla que forma el panel HEA están a su vez conectados por un cable anular de alma metálica de 0 12 mm de diámetro, con una resistencia nominal del cable de al menos 1770 N/mm² y una carga de rotura del cable de al menos 84,1 kN. El mencionado panel principal ha sido especialmente estudiado para este tipo de estructuras de

protección, de manera que no interfiera con las conexiones estructurales creadas por el sistema. Malla metálica de doble torsión, ranuras hexagonales de 80x100 mm, alambres de 0 2,7 mm, completamente galvanizada y firmemente conectada a la placa estructural principal que se une al panel de malla estructural. Esa misma malla se pliega horizontalmente en la base de la estructura, aproximadamente a lo largo. 150cm” (BETONFORM, 2014).

El sistema Erdox® (Figura 1) es una construcción de acero flexible en forma de pirámide, con un peso neto razonablemente bajo. El anclaje en el extremo de esta construcción en forma de paraguas, como se muestra en la figura;

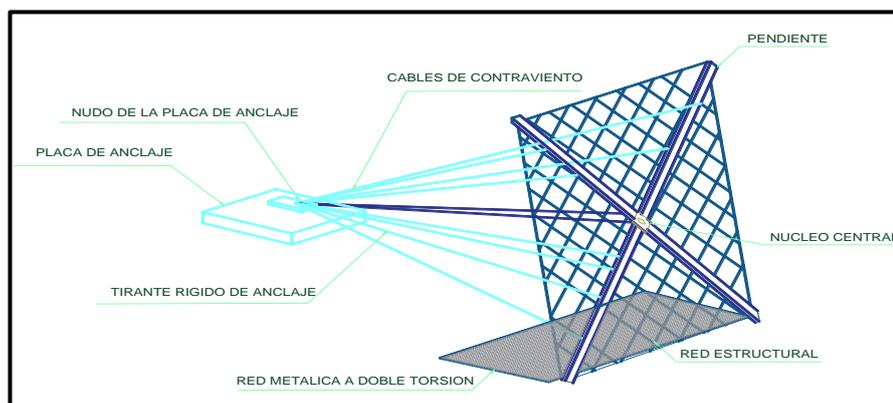


Figura 1: Elementos del sistema ErdoX
(Fuente: Betonform LA)

Funcionamiento estructural del sistema ErdoX

El principio de funcionamiento se basa en que el empuje que ejerce la placa frontal más la posible sobrecarga sobre la estructura es menor que el peso del árido de la estructura que actúa sobre la losa de hormigón. Cabe señalar que el empuje dirigido al panel frontal se transfiere piramidalmente a la losa de hormigón mediante una cuerda rígida y cables de protección contra el viento, que representan el sistema de anclaje de cada elemento ErdoX. Por ello, se recomienda que el apoyo de la placa de anclaje sea sobre una base de alta calidad (BETONFORM, 2014).

Si la losa no puede apoyarse en un suelo de buena calidad debido a las condiciones locales, se puede anclar con una biela con un agujero en el suelo (a una profundidad adecuada para que la fuerza de tensión estabilice completamente el sistema). La base de operación tipo piramidal asegura que el muro construido con el sistema ErdoX no tenga problemas de volcamiento (no puede ocurrir geoméricamente) (BETONFORM, 2014).

Principales características del sistema ErdoX

Las características principales del sistema Erdox son estas:

- a. Aumenta la resistencia estructural y la estabilidad a corto plazo. El tráfico de vehículos puede volver a la normalidad una vez que se instala la estructura.
- b. El fallo por volteo no es una opción que se debe presentar en este sistema, por su funcionamiento en forma piramidal. Este tipo de funcionamiento es debido a que se transmite el empuje ejercido sobre el panel frontal a través del tirante rígido y los cables de cortaviento hacia la placa de concreto.
- c. El sistema ErdoX en comparativa con el Muro Terramesh, el primero presenta ventajas en mano de obra, maquinaria y, principalmente, en costo y tiempo de ejecución. Para alcanzar rendimientos y costos hasta 3 veces mejores, dependiendo de las características del proyecto.
- d. Sin impactos ni cargas inesperadas en las estructuras superiores. Esto se debe a la flexibilidad del sistema (proporcionada por el monoanclaje) para acomodar varios asentamientos diferentes que el sistema permite para el suelo. donde está construido
- e. El drenaje es posible en la parte delantera del sistema para evitar la saturación del material y fallas debido a la sobrecarga de agua (por lo tanto, la sobrecarga hidráulica no se considera en el diseño)

- f. El sistema se mimetiza con el entorno a través de su configuración final (cubierta de vegetación si las condiciones locales lo permiten), dando al proyecto terminado una apariencia agradable.
- g. La instalación del sistema G. ErdoX y su funcionamiento tienen poco impacto en el medio ambiente ya que están hechos de materiales de la misma región (BETONFORM, 2014).

Tipos de uso del sistema ErdoX

De acuerdo al uso la empresa Betonform presento cuatro tipos de uso del sistema ErdoX, son los siguientes (BETONFORM, 2014);

a) ErdoX Tierra:

Las dimensiones son de 3.10 x 3.60 m, con un peso aproximado de 350 kg por cada elemento.

Se utiliza en los siguientes casos:

- Estabilizar taludes con posibilidad de falla.
- Deslizamientos de tierra
- Deslizamientos de rocas
- Barreras de escombros
- Muros de contención

Existen dos tipos de ErdoX tierra, las cuales son:

- ErdoX Tierra: con 4 vientos y 1 placa de anclaje de hormigón de 1,40 x 1,40 x 0,18 m.
- ErdoX Tierra Reforzada: Viene con 8 cables y 2 placas de anclaje de las mismas dimensiones (se pueden colocar uno encima del otro o en forma de "L").

También se puede utilizar un sistema de cimentación adecuado para garantizar que el sistema de puesta a tierra ErdoX esté bien anclado al suelo.



Fotografía 2. Sistema ErdoX Tierra
(Fuente: Betonform L.A SAC)²

b) ErdoX Junior:

Las dimensiones son 2,00 x 2,50 my el peso por unidad es de 120 kg.

Utilizado en proyectos donde el sistema no requiere alta resistencia.

Se utiliza en los siguientes casos:

- En suelos de baja resistencia requerida por el sistema
- Construcción moderna
- Terraplén de canales y lagos
- Para el control de erosión

Ventajas

Facilidades de la instalación y la versatilidad

- Se considera capacidad estabilizadora un área de 5 metros cuadrados en taludes inestables.
- Puede soportar una carga de unas 10-12 toneladas.

Existen dos tipos de ErdoX Junior:

- ErdoX Junior normal: conformados por 4 cables, cuenta con una placa de 0.80 x 0.80 x 0.10 m.
- ErdoX Junior reforzado: conformados por 4 cables, cuenta con una placa de 1.15 x 1.25 x 0.18 m.



Fotografía 3. Sistema ErdoX Junior
(Fuente: Betonform L.A SACC)1

c) ErdoX Nieve:

Este sistema está diseñado específicamente para su uso en áreas con fuertes nevadas y peligro de avalanchas. Por lo tanto, este tipo ErdoX está anclado en la nieve para que pueda soportar las cargas que pueden ocurrir principalmente en pendientes pronunciadas.



Fotografía 4. Sistema ErdoX Nieve
(Fuente: Betonform L.A SAC)2

d) ErdoX C:

Este tipo de ErdoX se utiliza para los siguientes casos:

- Protección en costas u orillas
- Contención de terraplenes
- Pendientes con peligro de deslizamiento

Ventajas

- Equipado con una armadura hecha de varillas de fibra de vidrio para una mayor durabilidad, lo que lo convierte en una excelente alternativa en ambientes como el océano, donde se hace presente la sal y otras sustancias que pueden dañar las estructuras.
- El anclaje se puede realizar mediante varillas de anclaje en roca o suelo suelto, conectadas a cables metálicos en espiral con dedales adecuados

y anclados al suelo con losas de hormigón empotradas en el sistema (tamaño suficiente para el proyecto) aumento.



Fotografía 5. Sistema ErdoX C
(Fuente: Betonform L.A SAC)³

Procedimiento de instalación del Sistema Erdox

- a) Preparación del plano de apoyo de las estructuras
 - Excavar en un lote existente lo suficientemente grande como para colocar todas las estructuras rígidas de tensión y placas de anclaje en concreto reforzado.
 - Realizar nivelaciones de terrenos accidentados y compactación fácil de terrenos naturales con las mismas excavadoras.

- b) Armado de las estructuras
 - Procedimiento de colocación:
 - Levante el panel frontal ensamblado con la máquina de riel rígido hasta que el panel frontal esté vertical y la barra de riel rígido esté horizontal y mueva la estructura a la ubicación de instalación. Al transferir la estructura, se considera la forma piramidal de la estructura misma. -

Coloque la losa de hormigón en el lugar de instalación correcto simplemente bajándola al suelo existente.

Colocar la estructura con precisión en su sitio de instalación de forma que el extremo del tirante rígido toque el centro de la losa de hormigón. - Conectar el soporte rígido de la estructura a la losa de hormigón armado introduciendo un tornillo y su tuerca. - Comprobar que todos los tirafondos rígidos y tuercas estén apretados: N° 03 tornillos y tuercas.

- 02 unión de estructuras adyacentes:

Voló ligeramente la malla de doble espiral en el panel frontal hasta que los dos cables de anillo de las dos estructuras de lado a lado se puedan conectar.

Conecte los cables perimetrales de dos estructuras adyacentes con cadenas de 03 pines: una en la parte superior, una en el medio y una en la parte inferior para garantizar una conexión fuerte pero flexible entre las dos estructuras.

2.2.2 Estabilización de taludes

2.2.2.1 Definición

Los estudios de estabilidad de taludes investigan el estado final o los fenómenos de falla de los pilotes de suelo. Los factores externos que causan inestabilidad incluyen la fuerza de masa, el peso y los posibles efectos de fuga, a los que se deben agregar otros factores como las sobrecargas (estáticas/dinámicas) (Valiente, Ricardo, 2015).

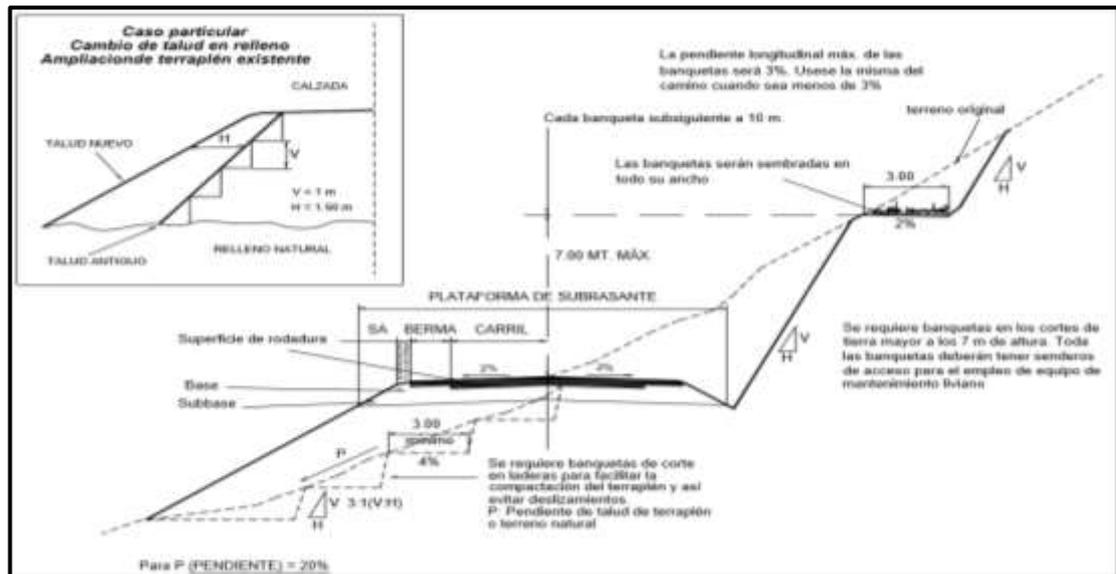


Figura 2: Sección transversal típica en tangente de una carretera.

(Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico Revisada y Corregida a enero de 2018)

2.2.2.2 Talud

Genéricamente se define como talud a aquella “superficie inclinada, con respecto a la horizontal, que adoptan permanentemente o provisionalmente las estructuras de tierra”. (Valiente R., Sobrecases S. y Díaz A., 2015).

La posibilidad de ser artificiales, si son creados artificialmente: terraplenes o vanos (Fig. n° 03) o formados naturalmente: taludes (Fig. n° 03); Dependiendo del edificio, pueden ser de tierra, piedra o mixtos, con lo que el método de investigación también difiere de un caso a otro. En los proyectos de construcción civil, especialmente de carreteras, es necesario diseñar taludes con condiciones suficientemente seguras tanto para el desmonte como para el terraplén.

El estudio de la estabilidad de taludes se ocupa de los fenómenos espaciales el último o rompimiento de las masas terrestres, donde siempre hay fuerza

La inestabilidad es causada por factores externos como fuerzas de masa, peso y efectos de filtrado, además de factores como sobrecargas, que pueden ser estáticas (empuje) y dinámicas (terremoto).

2.2.2.3 Partes de un Talud

En un talud o ladera se definen los siguientes elementos constitutivos (Suarez J., 1998), las cuales están definidas en zonas establecidas por su ubicación y forma (Figura N°04):

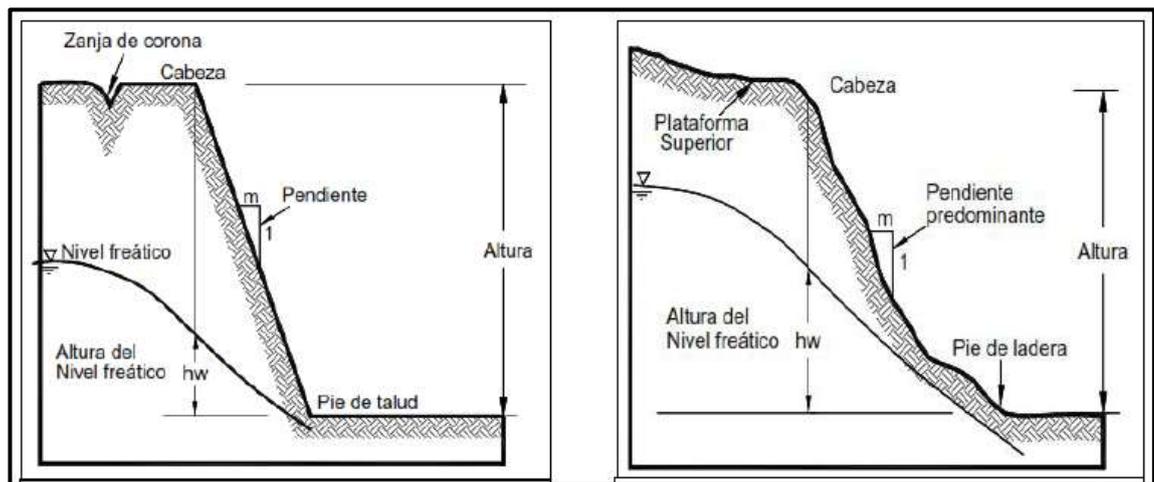


Figura 3: Talud Artificial - Ladera natural
(Fuente: Suarez J., 1998)

- **Pie, pata o base:** La pata responde a un cambio brusco de pendiente en la parte inferior de un talud o talud; la forma del pie de la pendiente suele ser cóncava.
- **Cabeza, cresta, cima o escarpe:** Indica un lugar de cambio repentino en una ladera o desnivel que cuando es la parte inferior es semivertical o empinada, se le llama "pendiente". Las cicatrices pueden coincidir con coronas de deslizamiento. En la forma de la cabeza suele ser convexa.
- **Altura:** Esta es la distancia vertical entre el pie y la cabeza claramente limitada por pendientes artificiales, pero difícil de medir en las pistas, porque el pie y la cabeza no suelen ser accidentes bien marcados topográficamente.

- **Altura de nivel freático:** Es la distancia vertical desde la base de una colina o pendiente hasta el nivel de la superficie del agua (la presión del agua es igual a la presión atmosférica). La altura del nivel del agua generalmente se mide desde debajo de la cabeza de la pendiente.
- **Pendiente:** Es una medida de pendiente o pendiente de una superficie inclinada. Se puede medir en grados, porcentajes o la relación m:1, donde m es distancia horizontal igual a una unidad de distancia vertical.

Ejemplo: $45^\circ = 100\% = 1H: 1V$.

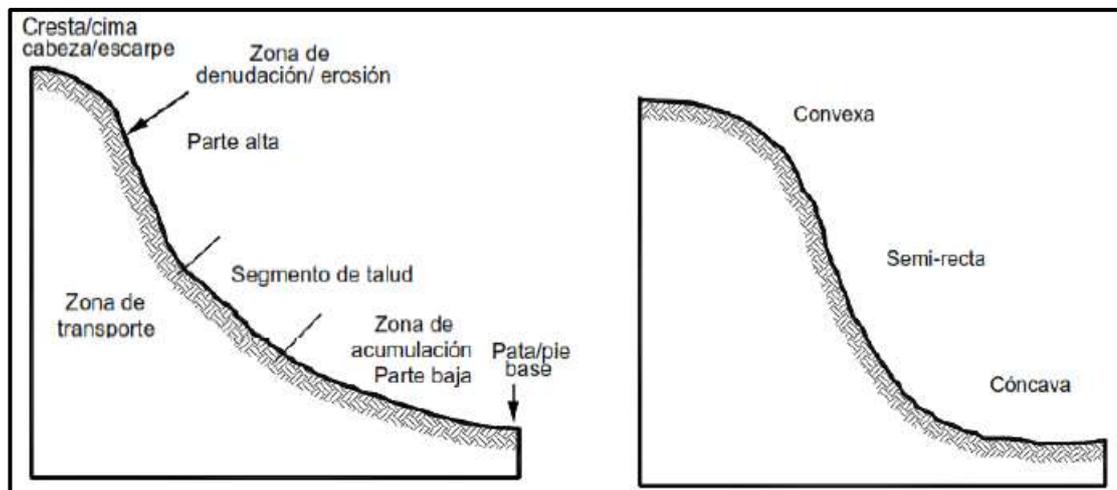


Figura 4: Partes generales de un talud o ladera.
(Fuente: Suarez J., 1998)

2.2.2.4 Deslizamiento

Técnica y contextualmente para este estudio, un deslizamiento se define como "el movimiento de una masa de roca, escombros o tierra a lo largo de una pendiente" (Cruden D.M., 1991) causado por la inestabilidad de la pendiente; Ocurre cuando una gran masa de tierra se convierte en un área inestable y se desliza con respecto a un área estable, siendo el área entre ellos una superficie de falla cuando se alcanzan los esfuerzos tangenciales más altos en todos los puntos del área.

2.2.2.3 Partes de un Deslizamiento

Debido al movimiento vertical y hacia el exterior de los materiales que forman el talud, ya sea denso, roca suelta, suelo natural y, a veces, combinados, la formación de un patrón típico de deslizamiento de tierra (foto no. 04) se vuelve común, las partes principales son las siguientes (Suarez J., 1998):

Cabeza: “Parte superior de la masa de material que se mueve”.

Cima: “El punto más alto de la cabeza, en el contacto entre el material perturbado y el escarpe principal”.

Corona: “El material que se encuentra en el sitio, adyacente a la parte más alta del escarpe principal, por encima de la cabeza”.

Escarpe Principal: “Superficie muy inclinada a lo largo de la periferia posterior del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material”.

Escarpe secundario: “Superficie muy inclinada producida por el desplazamiento diferencial dentro de la masa que se mueve”.

Superficie de falla: “Área por debajo del movimiento y que delimita el volumen del material desplazado. El suelo por debajo de la superficie de la falla no se mueve, mientras que el que se encuentra por encima de ésta, se desplaza”.

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

Base: El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla”.

Punta o uña: “El punto de la base que se encuentra a más distancia de la cima”.

Cuerpo principal del deslizamiento: “El material desplazado que se encuentra por encima de la superficie de falla”.

Superficie original del terreno: “La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento”

Costado o flanco: “Un lado (perfil lateral) del movimiento. Se debe diferenciar el flanco derecho y el izquierdo”.

Derecha e izquierda: “Para describir un deslizamiento se recomienda utilizar la orientación geográfica (Norte, Sur, Este, Oeste); pero si se emplean las palabras derecha e izquierda, deben referirse al deslizamiento observado desde la corona hacia el pie”.

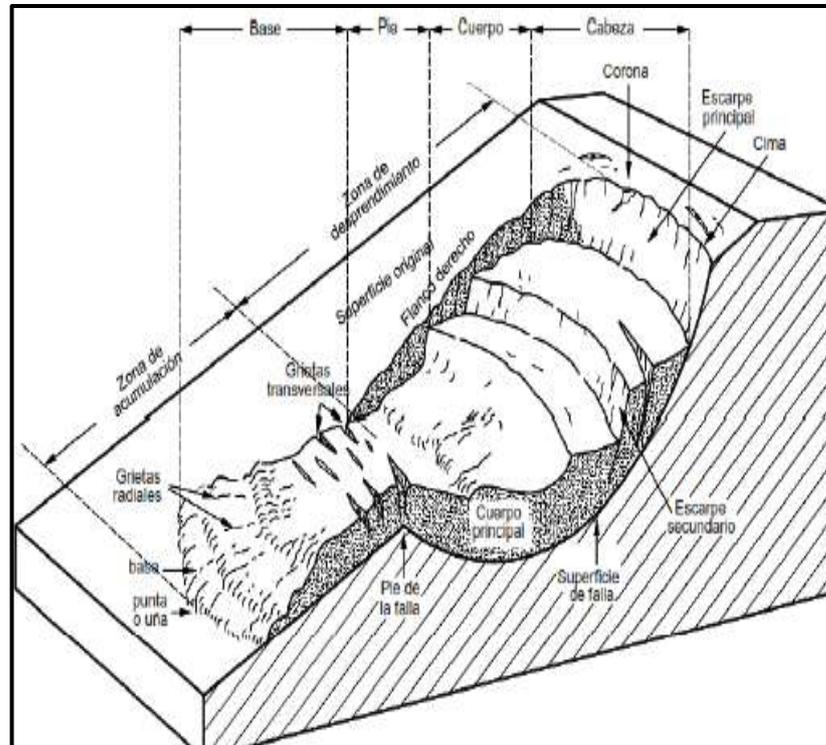


Figura 5: Nomenclatura de las partes que conforman un deslizamiento. (Fuente: Suarez J., 1998)

2.2.2.4 Tipología de Inestabilidades

En el estudio de la inestabilidad de taludes es necesario identificar y caracterizar los tipos de comportamiento para clasificarlos correctamente; Se debe analizar correctamente el tipo de error, ya que, si este procedimiento es impreciso, se puede proponer la solución de protección y estabilización de taludes equivocada.

La clasificación clásica más aceptada por la comunidad académica internacionales (Varnes D.J., 1978), la cual se basa precisamente en el mecanismo de ruptura, que se define en el contexto de este estudio como “la explicación técnica del método”. una pendiente estable se vuelve inestable por degradación y agentes activadores” (Suarez J., 1998); y dependiendo del progreso del movimiento.

a) DESLIZAMIENTO DE ROTACIÓN: La superficie de la falla es cóncava hacia arriba y el deslizamiento gira aproximadamente sobre un eje paralelo al suelo (Figura N°06.a).

b) DESLIZAMIENTO DE TRASLACIÓN: En este tipo de deslizamiento, la masa del deslizamiento se mueve a lo largo de una superficie aproximadamente plana, rodando o inclinándose ligeramente hacia atrás. (Figura N°06.b).

c) BLOQUE DESLIZANTE: Es un tipo de deslizamiento de tierra traslacional en el que la masa en movimiento consiste en una sola unidad o varias unidades estrechamente relacionadas que se mueven hacia abajo como una masa relativamente unificada (Figura N°06.c).

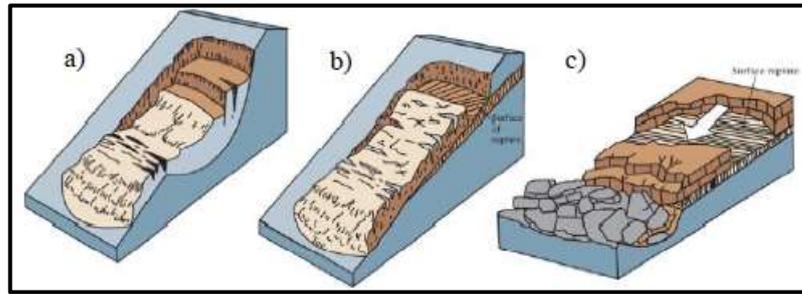


Figura 6. Tipos de Movimiento.
(Varnes D: J, 1978)

d) DESLIZAMIENTO DE ROCAS: Las caídas son movimientos repentinos de materiales geológicos como rocas y cantos rodados que destruyen pendientes empinadas o acantilados; el desprendimiento ocurre a lo largo de discontinuidades como fracturas, juntas y planos de corte, y el movimiento es principalmente por caída libre (Figura N°06.d).

e) DESLIZAMIENTO POR VUELCO: La falla por vuelco se distingue de la rotación hacia adelante de una unidad o unidades alrededor de un punto de pivote, debajo de la unidad, bajo la acción de la gravedad y las unidades adyacentes, o debido a la presión del agua en los vacíos (Figura N°06.e).

f) DESLIZAMIENTO POR FLUJOS: Hay cuatro categorías básicas de flujos

f.1) FLUJO DE ESCOMBROS: Es una forma de movimiento rápido de masas donde una combinación de suelo suelto, roca, materia orgánica, aire y agua se moviliza como una suspensión que fluye hacia abajo; Los flujos de escombros incluyen una multa de 50° como resultado del flujo de agua superficial pesado debido a las fuertes lluvias.

f.2) AVALANCHA DE ESCOMBROS: Este es un flujo de residuos diferente de muy rápido a muy rápido (Figura N°06.g).

f.3) FLUJO DE LA TIERRA: El flujo en sí es alargado y generalmente ocurre en materiales de grano fino o rocas arcillosas en pendientes moderadas y condiciones saturadas, también ocurren posibles flujos secos de material granular (Figura N°06.h).

f.4) FLUJO: Es el movimiento descendente continuo, imperceptiblemente lento, de la pendiente que forma el suelo o la roca. El movimiento es causado por un esfuerzo cortante que es suficiente para causar una deformación permanente pero demasiado pequeño para causar un daño por cortante (Figura N°06.i).

g) DISEMINACIONES LATERALES: Se caracterizan porque suelen darse en laderas muy accidentadas o terrenos llanos; El movimiento dominante es la extensión lateral con fracturas por esfuerzo o cortante; la falla se debe a la licuefacción, el proceso por el cual los sedimentos sueltos, cohesivos y saturados cambian de sólido a líquido (Figura N°05.j).

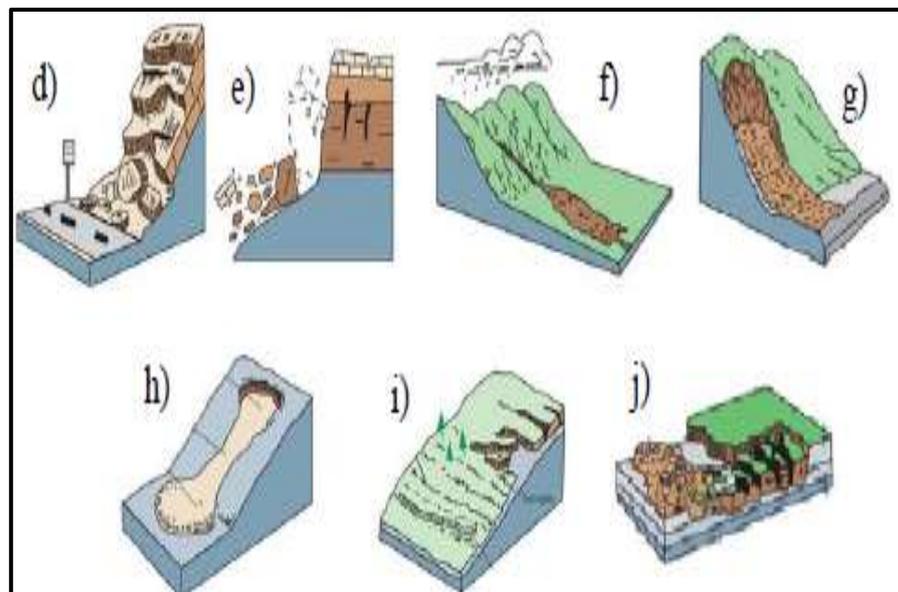


Figura 7: Tipos de Movimiento.
(Varnes D.J, 1978)

3.3 Marco Situacional

Los que transitan la carretera central habitualmente entre los meses de octubre a marzo de cada año, probablemente hayan tenido que interrumpir su viaje por algunas horas debido a la ocurrencia de algún deslizamiento de taludes, especialmente en la las inmediaciones del pueblo de San Rafael, situación que se presenta todos los años con diversas magnitudes, posiblemente desde la creación de esta vía.

Provias Nacional, encargada de la gestión de esta carretera, tienen concesionado el mantenimiento del tramo desde la Oroya hasta Aucayacu, mediante el cual una empresa se encarga del mantenimiento por niveles de servicios de esta vía, sin embargo parece ser que este contrato no contempla intervenciones mayores, como la estabilización de taludes, situación que se presenta por la condición de factores, geológicos, topográficos, hidrológicos y climáticos de la zona, que finalmente hacen que el deslizamiento de taludes y consecuente interrupción de la vía sea periódica y recurrente.

Las autoridades locales han realizado diversas gestiones para solicitar que se atienda esta problemática, que ciertamente no solo les afecta a ellos, sino también a los que se dirigen a la región de Huánuco, y también Ucayali y San Martín, sin embargo, no se ha hecho mucho de parte del gobierno central, a través del MTC para su solución.

La Universidad Nacional Hermilio Valdizán, a través de su Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura ha desarrollado diversos proyecto y trabajos relacionados al tema en la zona, tanto a nivel de estudios de tesis como estudios académicos,

sin embargo, estos no han podido ser materializados por la falta de apoyo e interés de los entes encargados de la gestión de la vía.

Como se ve la situación tanto en los aspectos sociales, geológicos, hidrológicos, topográficos de la zona de San Rafael, confluyen para que la problemática de los deslizamientos de taludes en la parte de la carretera centra que la atraviesa, sean negativas y la afecten periódica y continuamente en su aspecto social y económico, tornándose en un círculo vicioso negativo del entorno.

3.4 Definición de términos básicos

El Ministerio de Vivienda del Perú, en el numeral II.2 Componentes Estructurales, del Reglamento Nacional de Edificaciones, establece la Norma CE.020 referidas a Suelos y Taludes, en el que se definen los siguientes términos (Vivienda, 2012);

Análisis de estabilidad de taludes: El proceso de cuantificar la interacción entre las fuerzas estabilizadoras o de resistencia y las fuerzas desestabilizadoras o movilizadoras que actúan sobre una pendiente.

Andenería: Una serie de terrazas, un ingenioso aprovechamiento de la ladera, donde se conectan al suministro de agua las tierras de cultivo adquiridas en forma de terrazas. Intégrelo con funciones de estabilidad de taludes, riego, gestión del agua, conectividad al final de taludes y uso agrícola

Banquetas: El corte geométrico resultante, construido con boquetes, que permite reducir el ángulo efectivo del talud y lo protege contra infiltraciones y erosión.

Capacidad de carga: La capacidad de carga es la presión de ruptura o corte del suelo y está determinada por fórmulas aceptadas por la mecánica de

suelos. (Se puede encontrar más información en la norma E.050 Suelos y cimentaciones).

Corrimientos: Son movimientos que afectan una gran cantidad de masa terrestre.

Deslizamientos: El movimiento hacia abajo de una masa de tierra o roca, cuyo movimiento ocurre principalmente a lo largo de una superficie de falla o zonas relativamente delgadas de alto esfuerzo cortante.

Empuje activo: Esfuerzos derivados de un estado activo con posibilidad de deformación lateral del suelo, que reduce el esfuerzo horizontal a un valor mínimo cuando se alcanza el estado último de esfuerzo.

Empuje de reposo: Esfuerzos resultantes del estado de presión de la tierra totalmente en la dirección lateral, donde la deformación solo puede ocurrir en la dirección vertical, mientras que no hay deformación en la dirección lateral.

Empuje pasivo: Esfuerzos que surgen de una condición pasiva donde existe la posibilidad de que el suelo se deforme lateralmente, aumentando el esfuerzo horizontal a un valor máximo donde se alcanza la condición de esfuerzo de falla.

Entibación: De entibar. Proceso mediante el cual se contrarresta los empujes activos, empleando materiales de sostenimiento con condición temporal.

Estabilidad: El resultado del proceso de estabilización.

Estabilización: Proceso físico o químico mediante el cual se mejoran las condiciones mecánicas del suelo.

Estabilización de taludes: Una solución geotécnica integral aplicada a un talud, ya sea por terraplén, excavación, desplazamiento, natural o no, capaz de incorporar un balance suficiente y sostenible para cumplir con los criterios de gravedad y sísmica medidos por factores de seguridad sin afectar negativamente su entorno.

Geodinámica externa: conjunto de fenómenos geológicos dinámicos que pueden afectar el terreno estudiado, tales como erupciones volcánicas, inundaciones, deslizamientos, avalanchas, tsunamis, activación de fallas geológicas.

Ladera: El perfil natural que sigue una superficie en contacto con la superficie libre o atmósfera y no es horizontal.

Movimiento en masa: El movimiento hacia abajo de una masa de roca, escombros o suelo. También conocido como fenómeno de remoción en masa, deslizamientos o movimientos de laderas.

Relleno: Depósitos artificiales descritos en la Sección 21 del Código Nacional de Edificación (2006) Norma E-050 ubicados en el área activa del pavimento del elemento de soporte.

Suelo: Agregados naturales constituidos por partículas minerales granulares y cohesivas que pueden separarse por medios mecánicos de baja energía o mezclarse con agua.

Suelo deleznable: Un suelo moldeable que resbala y se desliza fácilmente.

Talud: El perfil obtenido después de la excavación o terraplén, no necesariamente vertical, sino en un ángulo con el horizontal llamado ángulo de talud.

Valor de aceleración: coeficiente que se puede utilizar para ajustar el cálculo de la sobrecarga sísmica horizontal en la base del talud a la relación entre el período de vibración del talud y el terreno natural.

Vuelco de muro: rotar la pared alrededor del punto de la sección transversal más alejado de la base y aplicar empuje.

CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ámbito de estudio

El proceso de investigación se ha realizado en el talud izquierdo de la vía PE del km +181 + 000 del distrito de San Rafael.

La ubicación geográfica del área donde desarrollara la investigación se indica a continuación:

- País : Perú
- Departamento : Huánuco
- Provincia : Ambo
- Distrito : San Rafael
- Lugar Km : 181+00 de la Vía PE
- Coordenadas UTM : Longitud;8855667.215 Latitud; 8855667.21
- Altitud : 2,720.0 msnm

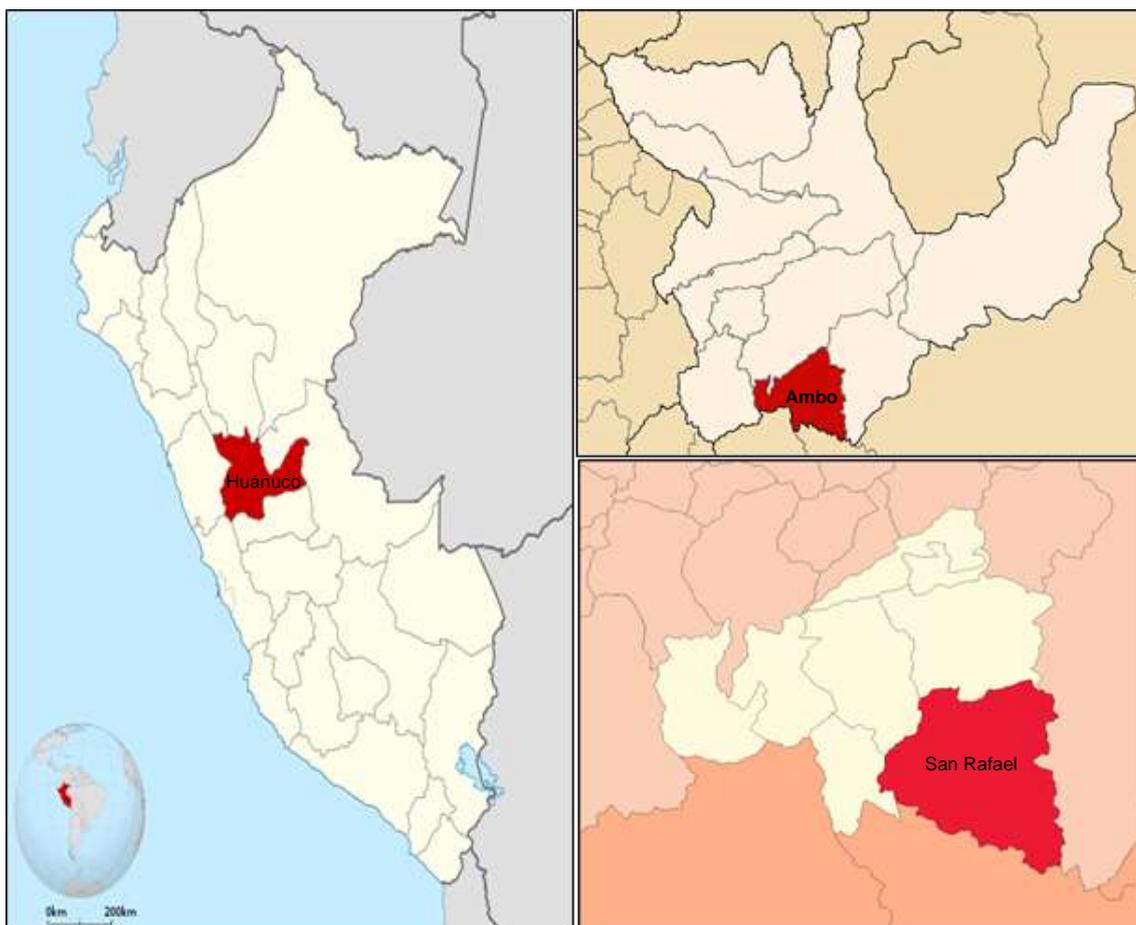


Figura 8. Mapa de Ubicación Política del Área de Estudio

Fuente: Elaboración Propia



Figura 9. Localización del Área de Estudio

Fuente: Google Earth

3.2 Población y Muestra

La población corresponde al Km 181 +000 de la Carretera central Huánuco – Lima. (San Rafael).

La muestra corresponde al Km 181 + 100 y al Km 181+200 de la carretera Central Huánuco - Lima, la muestra es de 100m. Así mismo este talud constantemente sufre deslizamientos y se acomoda a los objetivos del estudio.



Figura 10. Zona del área de estudio 6

3.4 Nivel y Tipo de Investigación

3.4.1 Tipo de Investigación

La investigación de tipo **aplicada** (por lo general, aunque no siempre) utiliza Información de la investigación básica tanto para identificar los problemas que deben abordarse como para definir las estrategias de solución. Nuestro estudio se ubica en esta última parte, donde se define la aplicación de la estrategia al problema bien establecido del sistema Erdox (ya creado), lo que sin duda lo convierte en un tipo de aplicación.

Si consideramos que el objetivo principal de nuestra investigación es buscar la estabilización de un talud preidentificado mediante un sistema específico, se puede decir que es una investigación aplicada, porque el objetivo es dar una solución. situaciones o problemas específicos e identificables (Bunge, 1971).

3.4.2 Nivel de Investigación

El nivel de investigación será de Nivel Descriptivo – Correlacional

El nivel de esta investigación es **Correlacional**, porque pretende determinar la relación que puede existir entre el uso del sistema Erdox (variable independiente) y la estabilización de taludes (variable dependiente), considerando que en este nivel de investigación el objetivo es conocer el grado de relación o relación que existe. entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto determinado (Hernández, Roberto, Metodología de la Investigación, 2013, pág. 93)

El nivel de esta investigación es **Descriptiva**, ya que comprende el proceso de describir la estabilidad del talud en función a la incorporación y aplicación del sistema Erdox.

3.5 Diseño de Investigación

El diseño de este estudio es **no experimental** porque se realiza sin manipular variables intencionalmente, sino observando, midiendo y analizando los parámetros de taludes inestables y relacionándolos con su factor de seguridad.

En cuanto a la dirección, es **Prospectiva**, porque actualmente se miden y/o analizan los parámetros de taludes inestables y sus efectos futuros para proponer una opción de estabilización para aumentar el factor de seguridad.

De acuerdo al desarrollo del fenómeno en estudio, es **transversal**, porque los datos de la variable independiente se recolectan y/o miden una sola vez, y luego se determina el factor de seguridad (variable dependiente).

3.6 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

3.6.1 Técnicas Usadas en la Recolección de Datos

La principal técnica de recolección de datos es la Observación de Campo, donde también se realizan levantamientos de datos topográficos, geológicos, de observación y documentales (de instituciones) utilizando instrumentos mecánicos y electrónicos (equipos y cuadernos de campo)

3.6.2 Instrumentos Utilizados en la recolección de Datos

Topográficos

- Wincha
- Libreta de campo topográfico
- Estación Total
- Cámara Fotografía
- Cámara de video

Equipo de Mecánica de Suelos

- Ensayo granulométrico
- Ensayo de limite líquido
- Ensayo de limite plástico
- Ensayo de contenido de humedad
- Ensayo de corte directo

3.7 Procedimiento.

3.7.1 Reconocimiento del Terreno

El área de estudio está ubicada en el Km 181+000 de la Carretera Central Huánuco-Lima, que pertenece geográfica y políticamente al distrito de san Rafael, provincia de Ambo, departamento de Huánuco.

Se tomo como área de estudio este talud ya que en casi todo el año y con mayor frecuencia en época de lluvias existe Deslizamiento de taludes, desprendimiento de rocas, afectando e interrumpiendo el tránsito en las carreteras.

Por lo tanto, bajo esto se pretende la estabilización de este talud.

3.7.2 Estudio Topográfico

Se realizo el levantamiento topográfico del talud del Km 181 + 000 de la carretera central Huánuco - Lima, el principal objetivo de este levantamiento fue conocer el relieve de la zona tanto en planimetría como en altura, y así obtener información sobre alturas, desniveles, variabilidad de altura, pendientes, perfiles y seccionamiento. Teniendo como resultado Planos en planta, Plano de perfiles

longitudinales, Plano de secciones transversales y Plano de Sección típica del Sistema Erdox a Utilizar.



Fotografía 6. Inicio de Levantamiento topográfico en la zona de estudio.

Se muestra el plano en planta el cual contiene curvas de nivel, progresivas, sección de corte de perfil, la Vía y su Eje. Tiene un área total de 27,443.13m² y una longitud en la vía de 341m con progresivas:

Progresivas de Inicio : Km: 181 +000

Progresiva de Estudio N°01 : Km: 181 +100

Progresiva de Estudio N°02 : Km: 181 + 200

e

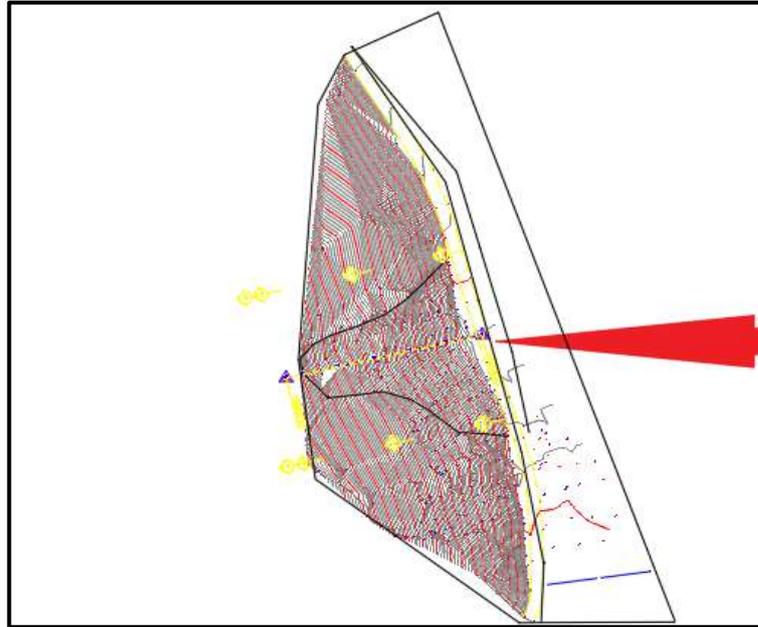


Figura N°9. área de estudio con progresivas y Curvas de Nivel

La pendiente promedio en la progresiva de Estudio N° 01 es de 85% y la pendiente promedio en la Progresiva de estudio N°02 es de 78%.

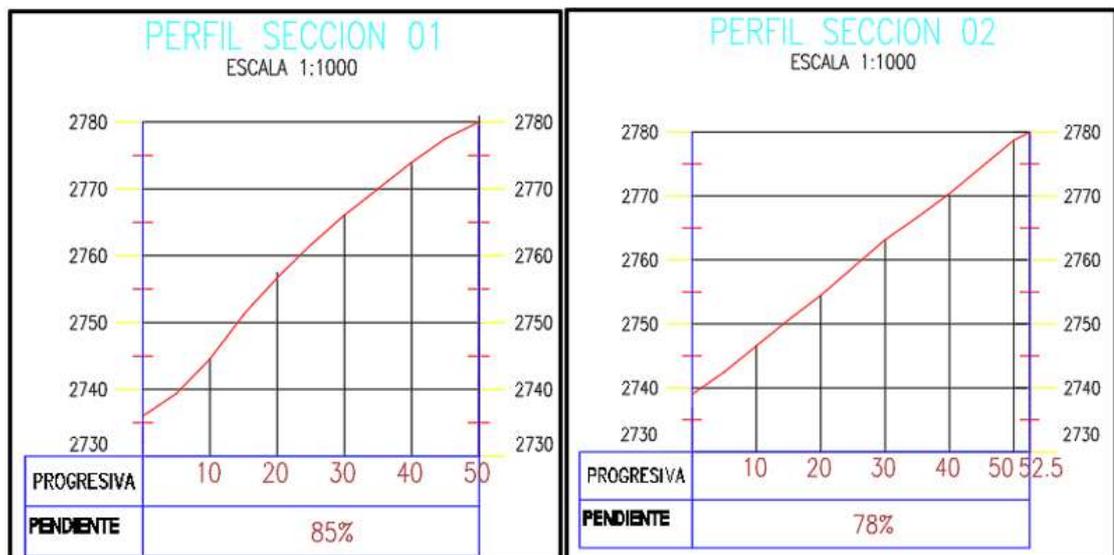


Figura N.º 10. Perfil longitudinal del Talud de las Sección 01 y 02.

Los Planos en planta, Plano de perfiles longitudinales, Plano de secciones transversales y Plano de Sección típica del Sistema Erdox se Anexan en el Capítulo Final de esta investigación.

3.7.3 Estudio de Mecánica de Suelo

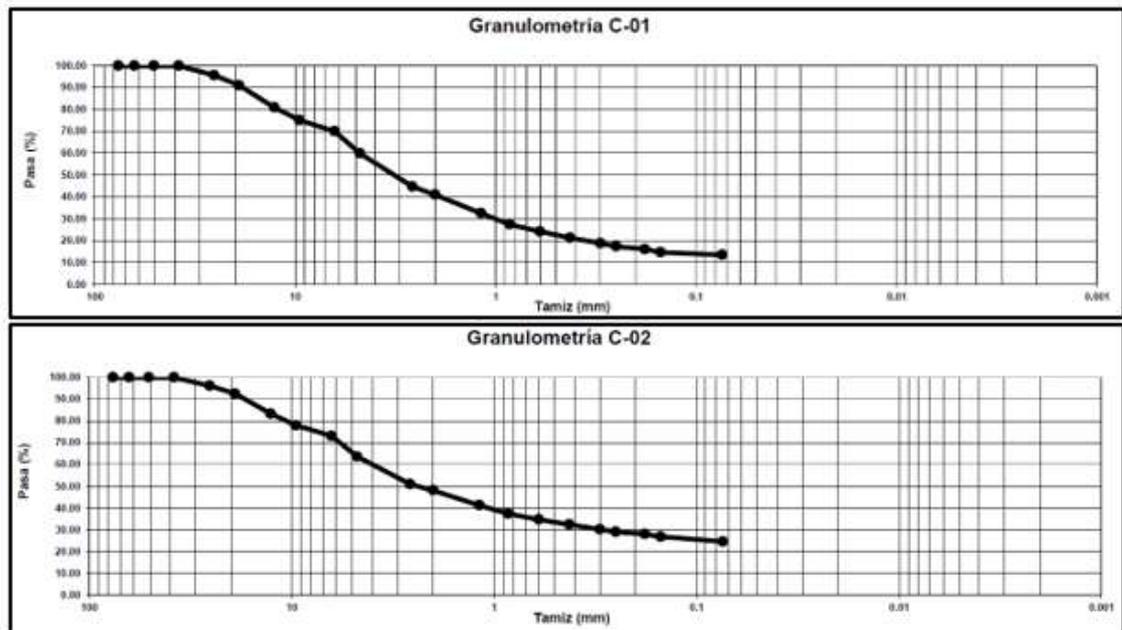
Tiene por objetivo identificar el tipo de suelo del área de investigación, la identificación de las propiedades físicas y mecánicas de los diferentes estratos con fines de contención en la utilización del sistema erdox. Se realizó la extracción de 02 muestras mediante calicatas a una profundidad de 3.0 metros. Este estudio tendrá los siguientes ensayos los cuales tendrán como datos (tipo de suelo, peso específico, Angulo de fricción, cohesión, capacidad portante etc.

A. Ensayo Granulométrico

Ensayo granulométrico es la medición de las partículas que conforma el suelo con la finalidad de poder clasificarlo. Mediante el tamizado.



Fotografía 7. Ensayo granulométrico en laboratorio.



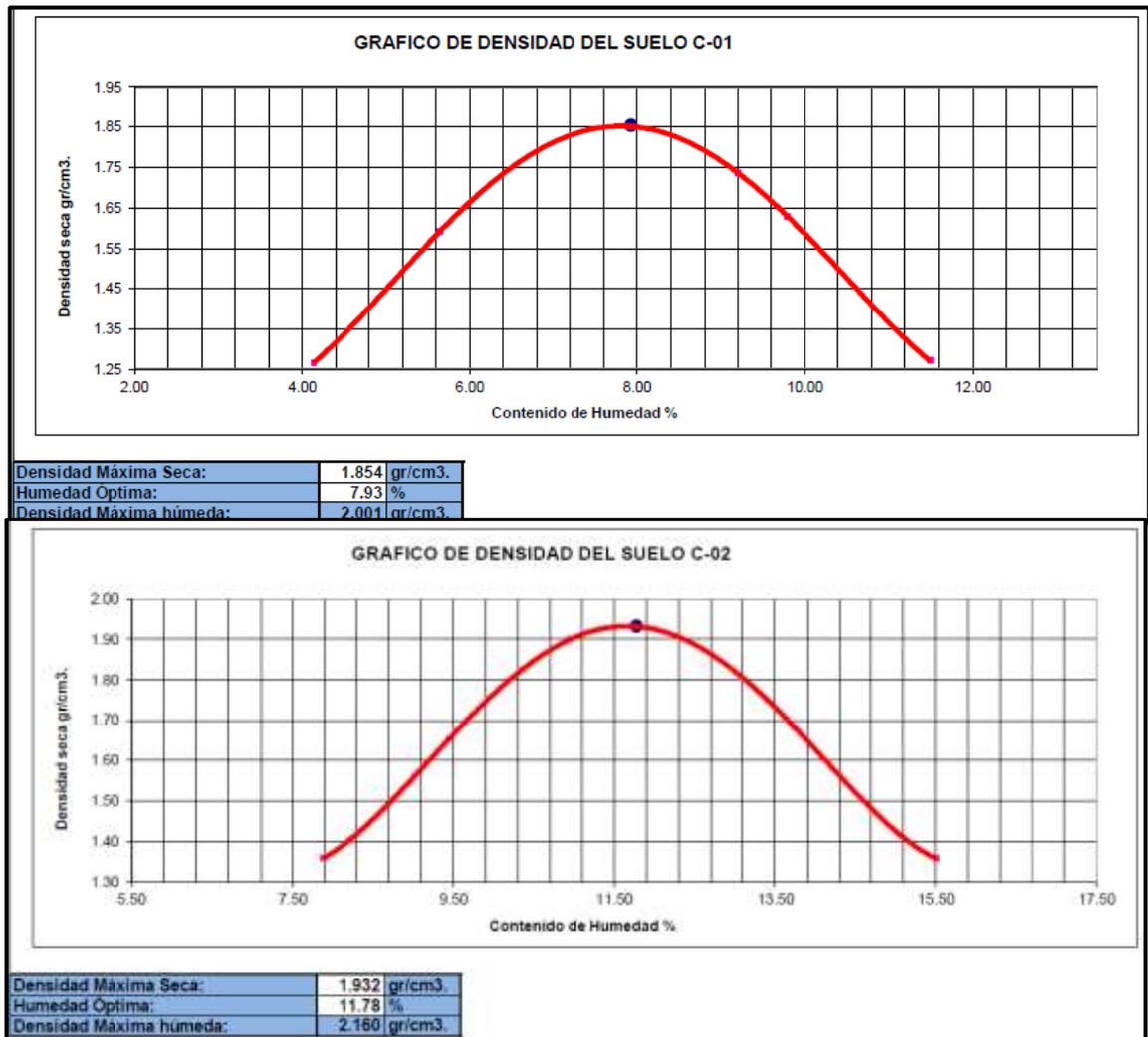


Figura 12. Gráfico de densidad de suelos de las muestras 01 y 02.

C. Ensayo de corte directo

El ensayo de cortante directo consiste en aplicar una fuerza normal y horizontal (cortante) al centro de la caja de cortante y medir los desplazamientos horizontal y vertical. A partir de estos datos, se pueden determinar las curvas de esfuerzo cortante frente a los desplazamientos horizontales.

Se tienen como resultados; En la Muestra 01 se tiene Angulo de fricción de 29.23° , cohesión de 0.22Kg/cm^2 y Peso Unitario volumétrico seco de 1.685 gr/cm^3 ; En la Muestra 02 se tiene Angulo de fricción de 29.23° , cohesión de 0.234Kg/cm^2 y Peso Unitario volumétrico seco de 1.515 gr/cm^3 .

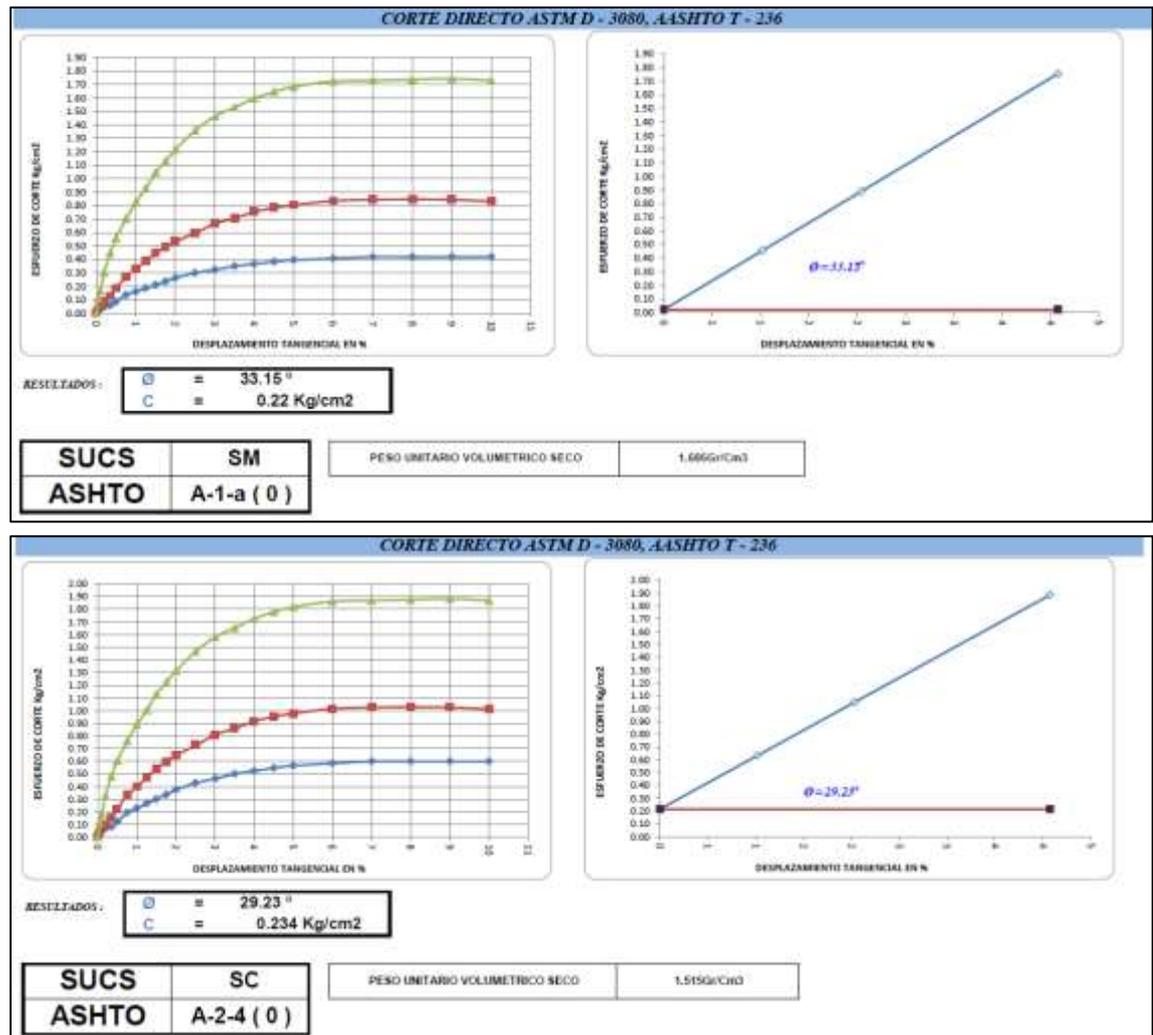


Figura 13. Gráficos de esfuerzo de corte vs desplazamiento de las muestras 01 y 02.

3.7.4 Diseño

Para el cálculo del factor de seguridad Global se realizará mediante el programa Slide V6.0.

La teoría clásica de un muro de contención se utiliza para calcular el empuje de la superficie frontal, sin considerar las cargas hidráulicas (porque, como se mencionó, este sistema es permeable) y también se tienen en cuenta la superficie protectora es infinitamente rígida. Al no soportar posibles cargas de presión hidrostática, este sistema puede ser utilizado en superficies con permeabilidad limitada.

Dado que el empuje se aplica a las vigas diagonales que contienen el muro y es penetrable, la fuerza hidrostática del sistema puede considerarse cero.

La ecuación utilizada para calcular la cantidad de empuje aplicado es la siguiente:

$$P = \gamma \cdot h \cdot K_a / 2 + Q \cdot K_a$$

Dónde:

“P: empuje ejercido sobre la pared, utilizando Rankine”.

“ γ : peso específico del material utilizado como relleno”.

“h: altura de la estructura”.

“ K_a : factor de empuje activo (depende del ángulo de fricción interna del suelo, el ángulo de pendiente de la estructura y también algunos parámetros locales).

Q: “sobrecarga estimada según el uso del muro”.

“Se puede sustituir la carga uniformemente distribuida sobre el muro por una carga puntual aplicada en la intersección de las vigas (es decir, al centro de éstas); esto es debido a que los resultados obtenidos con la modelación del modelo real y el idealizado son prácticamente iguales, lo cual es admisible para propósitos ingenieriles”.

“Para que el sistema se converja en equilibrio la resistencia del sistema de anclaje debe ser mayor que la fuerza aplicada sobre las vigas, lo cual depende directamente de la fuerza resultante de la fricción que se produce entre la placa de concreto y sobre el terreno apoyado”. “Es por ello que se debe tener el minucioso cuidado en el dimensionamiento correcto de las placas y la condición del terreno sobre el cual van a ser apoyadas (BetonformR, 2016)”

“En los casos que por condiciones locales la calidad del terreno sea defectuoso y no se pueda respaldar la estabilidad del sistema, se pueden utilizar 2 placas 50 de concreto en L, lo cual permite incrementar significativamente el anclaje del sistema (en este caso es posible apreciar al sistema como una especie de gavión, en el que el empuje del terreno es soportando por el peso propio) (BetonformR, 2016)”.

3.7.5 Procedimiento constructivo



3.7.5.1 Excavación

Se realizará la excavación con excavadora o Maquinaria pesada suficientemente grandes para las estructuras completas del tirante rígido y la placa de anclaje del sistema Erdox.

Si las características geotécnicas del terreno lo permiten, es posible efectuar la excavación “en forma de zanja” para reducir al mínimo el volumen de corte de terreno.



Fotografía 8. Excavación sector 11+500 de la carretera interoceánica Cuzco - Puerto Maldonado.

(Fuente: Betonform)



Fotografía 9. Excavación para la colocación del Erdox
(Fuente: Betonform)

3.7.5.2 Preparación del plano de apoyo para la Estructura

Para la colocación de estructuras, para la mayoría de los trabajos, basta con nivelar el paisaje de forma aproximada y simplemente compactar el paisaje natural, lo que se hace con la misma máquina responsable de la excavación.

Si las estructuras se utilizan como muros de contención cerca de la carretera, el muelle se construye cerca de las mismas estructuras. Para este tipo de trabajos, es importante completar un subsuelo completo para evitar aterrizajes que puedan afectar el camino.

3.7.5.3 Armado de Estructuras

Es necesario preparar un terreno llano cerca del área donde se colocarán las estructuras, donde se puedan ensamblar las estructuras, lo que no tomará más de 30 minutos en promedio para cada Erdox.

1. Posicionar horizontalmente y a nivel, el panel frontal pre armado, levantándolo del piso por lo menos de 40cm (por ejemplo, apoyándolo sobre dos vigas de madera) para poder insertar los pernos del nudo central desde abajo hacia arriba.



Fotografía 10. Estructura del Sistema ErdoX para ser armado.
(Fuente: Betonform)

2. Abra las 2 medias vigas dobladas con la mano hasta que los agujeros en las placas de unión del medio se alineen con los agujeros en las dos medias vigas. Introducir los 2 tornillos M20 de abajo hacia arriba en los agujeros de las pletinas centrales de montaje incluidas en el kit para montar la estructura. Inserte la tuerca con la mano, que está ligeramente suelta en este punto



Fotografía 11. Abertura de vigas y colocación de los pernos a la estructura.
(Fuente: Betonform)

3. Cuando se completa la correcta disposición y conexión de las vigas que forman la cruz principal, es necesario proceder con la colocación del cable perimetral de la red estructural. Al momento de armar el elemento, la red estructural ya está anclada a una de las dos vigas en dos puntos contrapuestos, faltando anclarla de la misma manera, a las dos semi vigas abiertas anteriormente. Use dos grilletes tipo candado con 2 tuercas colocadas temporalmente para esta conexión.



Fotografía 12. Abertura de vigas y colocación del tirante rígido.
(Fuente: Betonform)

Para montar las estructuras se necesitan unas 4 personas, un juego de llaves y una máquina (excavadora - excavadora - grúa pequeña, etc.) para levantar las estructuras.

3.7.5.4 Colocación de Estructura

- Levante el panel frontal ensamblado de la máquina con la barra de riel rígido hasta que el panel frontal esté vertical y el riel rígido esté horizontal, y mueva la estructura hasta el lugar de instalación. Cuando se traslada la estructura se observa la forma piramidal de la propia estructura.



Fotografía 13. Traslado del anclaje hasta el punto de instalación.
(Fuente: Betonform)



Fotografía 14. Traslado y colocación de la estructura Erdox en forma piramidal.
(Fuente: Betonform)

- Coloque la losa de hormigón en el lugar de instalación correcto simplemente bajándola al suelo existente.
- Conectar el soporte rígido de la estructura a la losa de hormigón armado insertando un perno y su tuerca.



Fotografía 15. Conexión del tirante rígido a la placa de concreto.
(Fuente: Betonform)

- Colocar la estructura con precisión en su sitio de instalación de forma que el extremo del tirante rígido toque el centro de la losa de hormigón.



Fotografía 16. Estructura del Sistema ErdoX Instalado.
(Fuente: Betonform)



Fotografía 17. Traslado y colocación de la estructura ErdoX en su punto de Instalación.
(Fuente: Betonform)

- Verificar que todos los tirafondos rígidos y tuercas estén apretados: N° 03 tornillos y tuercas.

Unión de 02 estructuras colindantes:

- Doble ligeramente la malla de doble espiral del panel frontal hasta que se puedan conectar los dos cables perimetrales de las dos estructuras adyacentes.

- Conecte los cables perimetrales de dos estructuras adyacentes con cadenas de 03 pines: una en la parte superior, una en el medio y una en la parte inferior para garantizar una conexión fuerte pero flexible entre las dos estructuras.



Fotografía 18. Unión de 02 paneles frontales del sistema ErdoX.
(Fuente: Betonform)

Es importante resaltar que el muro de contención anclado es una estructura flexible, totalmente antisísmico, que puede adaptarse a los diferentes movimientos posibles del suelo existente sin comprometer la estabilidad total del muro de contención.

3.7.5.5 Relleno de la Estructura

La durabilidad estructural del muro de contención anclado está asegurada por la propia estructura metálica. Por lo tanto, cuando están oportunamente dimensionadas.

Las estructuras pueden ser rellenas con cualquier tipo de material de relleno (arena, grava, arcilla, limo, canto rodado, terreno vegetal etc.), debido a que la estabilidad del sistema está asegurada por la estructura metálica; para ahorrar

transporte y comprar material de otros lugares, el material extraído de la siguiente parte generalmente se usa como relleno.



Fotografía 19. Relleno con material propio el sistema Erdox.
(Fuente: Betonform)

De todos modos, en cada proyecto, se define exactamente el material de relleno apto para la obra específica; por lo tanto, durante la ejecución del trabajo es necesario seguir las prescripciones del proyecto. Si fuese necesario es posible colocar detrás del panel frontal de contención un geo sintético apto para contener el material más fino, por ejemplo, en el caso se utilice como relleno un material areno-arcilloso.

El relleno de las estructuras se comienza desde la parte posterior donde se encuentra la placa en concreto, para garantizar la estabilidad del muro que está dada por el peso del terreno que actúa sobre la placa misma.

La compactación del relleno, normalmente se efectúa con máquinas apropiadas cuando el tirante rígido y los cables de contraviento están cubierto con el material de relleno.



Fotografía 20. Compactación de las capas superiores después del relleno.
(Fuente: Betonform)

Para los trabajos donde el muro de contención anclado tiene la función de estabilizar taludes inestables es posible utilizar como relleno el mismo material de la zona con la ventaja de no sobrecargar el terreno existente.

Para los trabajos de defensa ribereña y para la realización de espigones, como relleno se utiliza un material que evita el paso de los finos al contacto con el agua como por ejemplo canto rodado de río o piedra chancada.



Fotografía 21. Sistema ErdoX en defensa ribereña - reconstrucción inmediata.
(Fuente: Betonform)



Fotografía 22. Sistema ErdoX en defensa ribereña relleno con material de canto rodado.
(Fuente: Betonform)

Para los trabajos donde el muro de contención anclado es utilizado en proximidad de una carretera donde la plataforma será realizada sobre las mismas estructuras es absolutamente necesario utilizar un material seleccionado

oportunamente compactado por capas. En este tipo de trabajos es necesario la colocación en el panel frontal de un geotextil tejido.

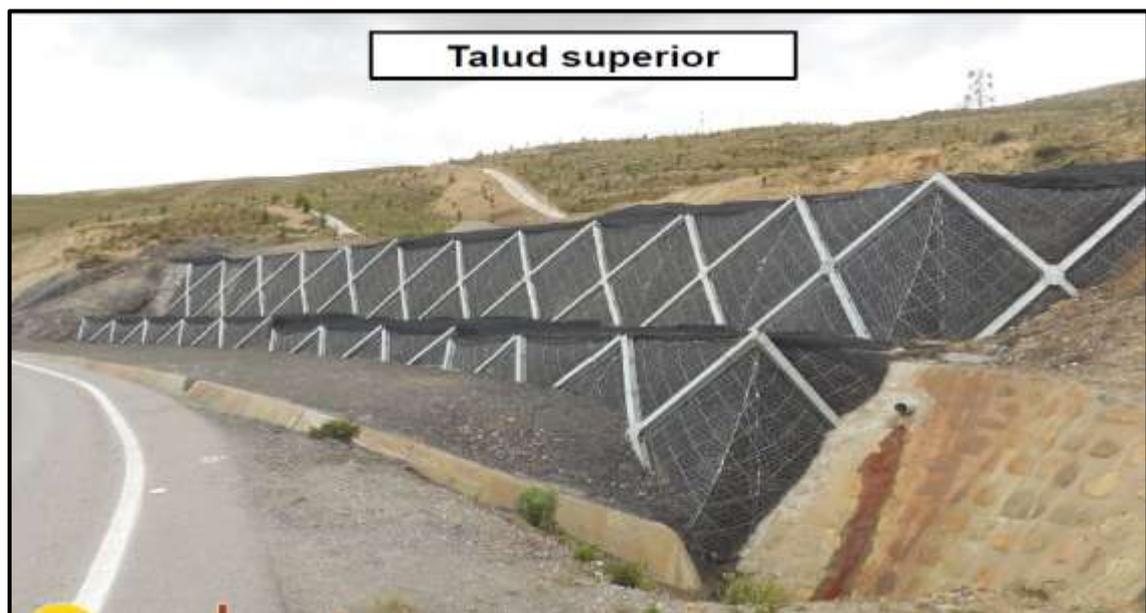
Además, por debajo de la plataforma de la carretera se aconseja utilizar una oportuna solución técnica (geomalla, suelo cemento, etc.) para absorber eventuales deformaciones en la carretera. Además, si la topografía lo permite, se aconseja alejar de un par de metros la parte superior de las estructuras con respecto a la plataforma de la vía para la realización de un pequeño talud de seguridad.



Fotografía 23. Talud inferior a la carretera contenida con el Sistema Erdox carretera IIRSA SUR - Km 11+750. (Fuente: Betonform)



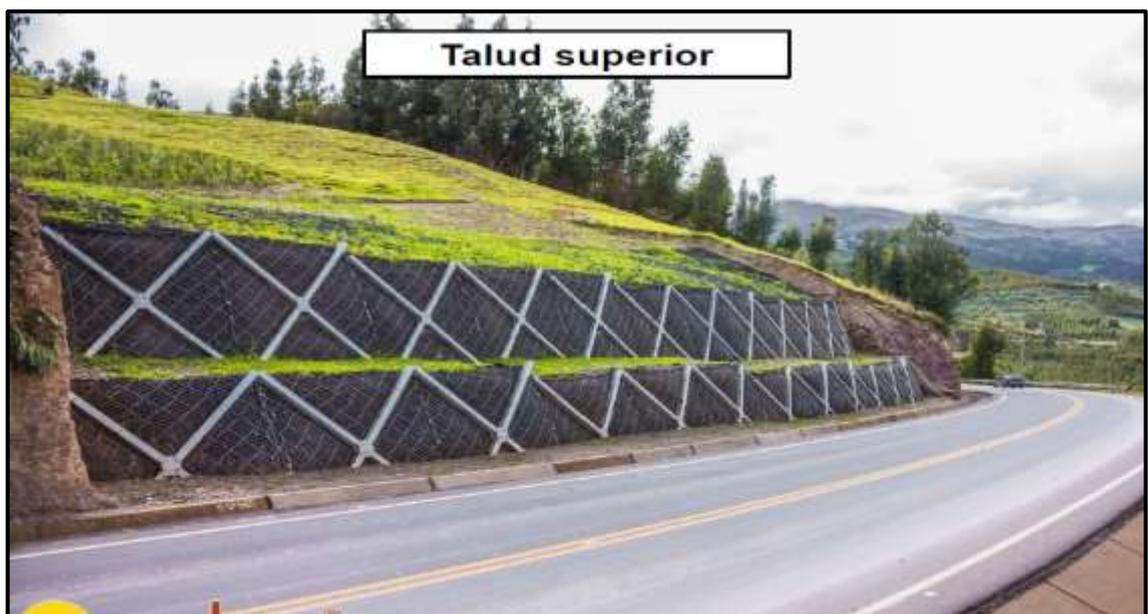
Fotografía 25. Talud superior a la carretera contenida con el Sistema ErdoX carretera IIRSA SUR - Km 127+850 (Fuente: Betonform)



Fotografía 24. Talud superior a la carretera contenida con el Sistema ErdoX carretera IIRSA SUR - Km 14+440. Fuente: Betonform)



Fotografía 26. Talud inferior con falla geológica en la carretera IIRSA SUR - Km 48+500. (Fuente: Betonform)



Fotografía 27. Talud Superior a la carretera Contenida con el Sistema ErdoX carretera IIRSA SUR – Km 000+500 (Fuente: Betonform)

3.7.5.6 Estabilidad Inmediata

Una característica fundamental de la estructura ErdoX® es que su estabilidad es inmediata. Tan pronto como finaliza el relleno de la estructura, es posible sobrecargar el muro con una carga dinámica, que se tuvo en cuenta en los

cálculos estructurales. Por ejemplo, en las inmediaciones de un muro, es fácil moverse inmediatamente con todo el equipo en su lugar (excavadora - camiones). Por ello, este tipo de construcción se utiliza en obras viales de emergencia, donde es necesario asegurar el tránsito de vehículos en la calzada en el menor tiempo posible.

3.7.5.7 Vegetación de las Estructuras

El muro de contención anclado ErdoX ha sido estudiado poniendo particular atención al medio ambiente y para aprovechar la capacidad de la vegetación en estabilizar naturalmente el terreno existente. Gracias a las características de flexibilidad, capacidad filtrante, alta resistencia y posibilidad en utilizar cualquier tipo de material de relleno es aconsejable la siembra de arbustos y vegetación en la misma estructura.



Fotografía 28. Taludes con Re-Vegetación de las Estructuras del Sistema ErdoX (Fuente: Betonform)

Las especies de arbustos tienen la siguiente función a lo largo del tiempo:

- Fortalecer la capa exterior de la tierra con la ayuda de raíces.

- Recubrimiento vegetal del terraplén con plantas (arbustos/hierba/árboles) para que la obra se asemeje a terraplenes naturales en condiciones y ubicaciones similares.
- Aumento de la diversidad biológica.
- Recoger y convocar agua de meteoros, lo que evita el drenaje excesivo y la verticalidad excesiva del paisaje.



Fotografía 29. Taludes con Re-Vegetación de las Estructuras del Sistema ErdoX (Fuente: Betonform)



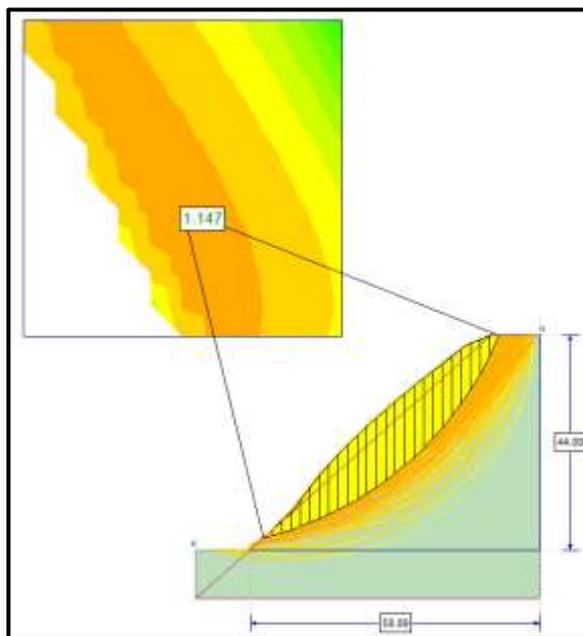
Fotografía 30. Taludes con Vegetación (Fuente: Betonform)

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Factor de Seguridad a Condiciones Normales

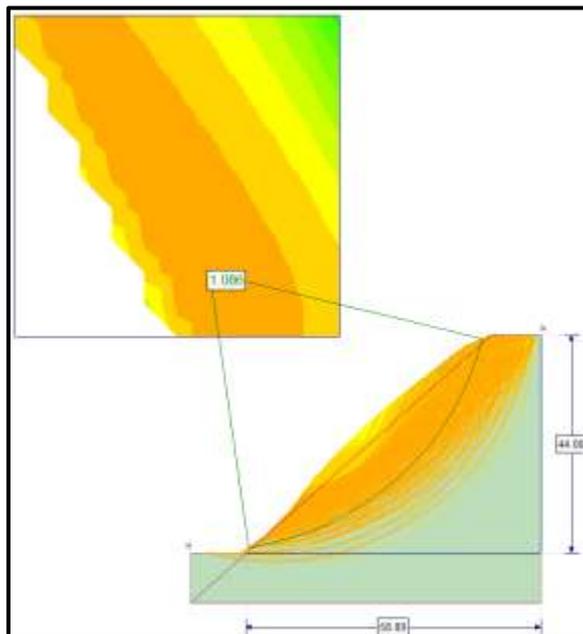
Se procedió a modelar los taludes con el fin de hallar los componentes de seguridad.

Se realizó el análisis con el software SLIDE V6.0 para el cálculo de factores de seguridad y estos compararlos con el factor mínimo establecido en la norma CE 0.20.



Method: bishop simplified

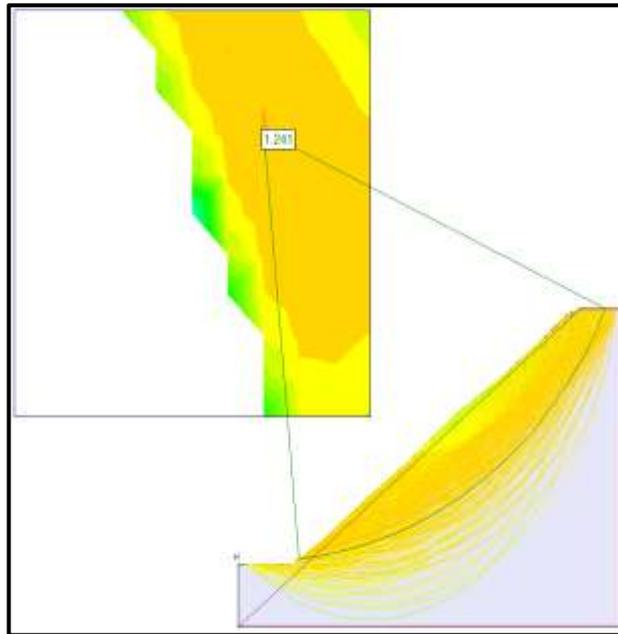
FS: 1.147450
 Center: -12.638, 69.735
 Radius: 69.196
 Left Slip Surface Endpoint: 3.654, 2.485
 Right Slip Surface Endpoint: 51.594, 44.000
 Resisting Moment=392143 kN-m
 Driving Moment=341751 kN-m



Method: janbu simplified

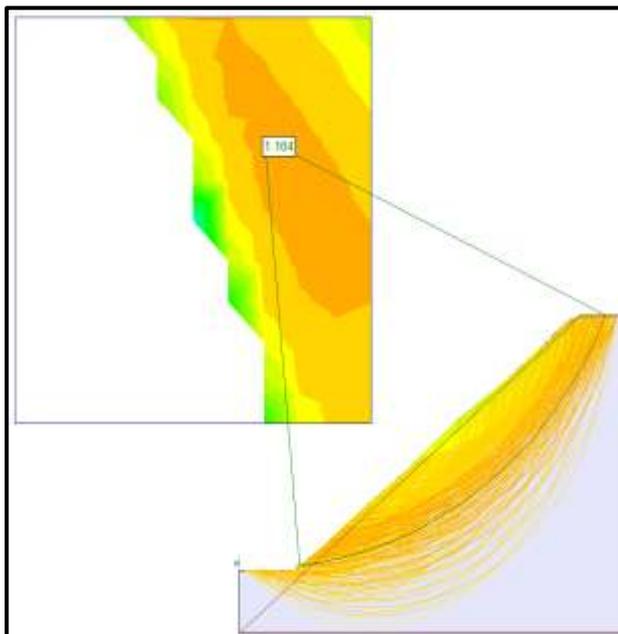
FS: 1.086380
 Center: -6.153, 56.765
 Radius: 56.254
 Left Slip Surface Endpoint: 1.527, 1.038
 Right Slip Surface Endpoint: 48.481, 43.362
 Resisting Horizontal Force=4408.08 kN
 Driving Horizontal Force=4057.59 kN

Figura 14. Factor de seguridad del Sección 01 con los Métodos Bishop y Janbu



Method: bishop simplified

FS: 1.240510
 Center: -5.454, 69.295
 Radius: 68.844
 Left Slip Surface Endpoint: 1.090, 0.763
 Right Slip Surface Endpoint: 57.306, 41.000
 Resisting Moment=386944 kN-m
 Driving Moment=311924 kN-m



Method: janbu simplified

FS: 1.164210
 Center: -5.454, 69.295
 Radius: 68.844
 Left Slip Surface Endpoint: 1.090, 0.763
 Right Slip Surface Endpoint: 57.306, 41.000
 Resisting Horizontal Force=4411.47 kN
 Driving Horizontal Force=3789.25 kN

Figura 15. Factor de seguridad de sección 02 con los Métodos Bishop y Janbu

Los factores de Seguridad obtenido del Talud del km 181+000 de la carretera Central Huánuco-lima, varían de 1.10 a 1.20. siendo estos Valores menores a lo establecido en la Norma C.E 0.20 “estabilización de suelos y Taludes “del RNE. Se Muestra un comparativo.

Cuadro N° 02: Factores de Seguridad a Condiciones Normales

DESCRIPCIÓN	MÉTODO USADO	FS	Fs. min - CE.020	CUMPLE
SECCIÓN 01	Bishop Simplificado	1.147	1.50	NO CUMPLE
	Janbu Simplificado	1.086	1.50	NO CUMPLE
SECCIÓN 02	Bishop Simplificado	1.240	1.50	NO CUMPLE
	Janbu Simplificado	1.164	1.50	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Como los factores de seguridad son menores a lo establecido en la Norma CE 0.20 del RNE se plantea la estabilización de talud con el Sistema Erdox.

Siendo la Sección 01 el talud más desfavorable por tener el factor de seguridad menor, se realizará la estabilización del talud con los parámetros de suelo, parámetros morfológicos de la Sección 01.

4.2 Tabulación de Resultados

Se realizará la tabulación de resultados en función a los parámetros geomorfológicos (valores diferentes) y geotécnicos (Valores únicos del estudio de suelos), con respecto a calcular el factor de seguridad global incorporado el Sistema ErdoX.

Parámetros Geotécnicos:

- Peso Específico : 16.85 KN/m³
- Angulo de Fricción : 33.15°
- Cohesión : 21.6 KN/m²

Parámetros Geomorfológicos:

- Inclinación del Erdox : Ver Cuadro N° 02
- Pendiente de Berma : Ver Cuadro N° 02
- Longitud de Berma : Ver Cuadro N° 02

Cuadro N° 03 Tabulaciones para el factor de Seguridad Optimo

TABULACIÓN							
Talud	Ang. Inclinación ErdoX	Long. Berma (m)	Ang. Berma	Pendient. Berma (%)	F.S. a Condiciones Normales	F.S. con ErdoX	Incremento
N°-01	73.63	5	11.3	20	1.147	1.501	31%
N°-02	73.63	6	11.3	20	1.147	1.615	41%
N°-03	73.63	6	14	25	1.147	1.542	34%
N°-04	80	6.8	16.7	30	1.147	1.444	26%
N°-05	80	8	16.7	30	1.147	1.553	35%
N°-06	80	10	21.8	40	1.147	1.505	31%
N°-07	85	10	21.8	40	1.147	1.44	26%
N°-08	85	7.1	16.7	30	1.147	1.405	22%

Fuente: Elaboración Propia

Del Cuadro N°03, observamos que existen diferentes valores en Inclinación del Erdox, Ancho de berma, Pendiente de la Berma, por lo que realizaremos las comparaciones entre todos los taludes, con la finalidad de establecer relación entre todos los parámetros mencionados. Definiremos lo siguiente.

- Angulo de Inclinación del ErdoX = β_n
- Longitud de Berma = L_n
- Pendiente de Berma = m_n

- **Comparación de Taludes: N°01 y N°02**

$$\beta_1 = \beta_2$$

$$m_1 = m_2$$

$$L_2 = 6m \rightarrow L_1 = 5m$$

Factor de Seguridad Global: $F_2 = 1.615 \rightarrow F_1 = 1.501m$, el Factor

de Seguridad es directamente Proporcional a la Longitud de la berma.

- **Comparación de Taludes: N°02 y N°03**

$$\beta_2 = \beta_3$$

$$L_2 = L_3$$

$$m_3 = 30\% \triangleright m_2 = 25\%$$

Factor de Seguridad Global: $F_2 = 1.615 \triangleright F_3 = 1.542m$, el Factor de Seguridad es Inversamente a ala pendiente de la berma.

- **Comparación de Taludes: N°06 y N°07**

$$m_6 = m_7$$

$$L_6 = L_7$$

$$\beta_7 = 85\% \triangleright \beta_6 = 80\%$$

Factor de Seguridad Global: $F_6 = 1.505 \triangleright F_7 = 1.44$, el Factor de Seguridad es Inversamente al Angulo de inclinación del Erdox.

- **Comparación de Taludes: N°04 y N°05**

$$\beta_4 = \beta_5$$

$$m_4 = m_5$$

$$L_5 = 8m \triangleright L_4 = 6.8m$$

Factor de Seguridad Global: $F_5 = 1.553 \triangleright F_4 = 1.444$, el Factor de Seguridad es directamente Proporcional a la Longitud de la berma.

Teniendo los valores con respecto al estudio de suelos como:

- Peso Específico : 16.85 KN/m³

CALCULO DEL EMPUJE ACTIVO Y PASIVO

$$K_A = \left[\frac{\operatorname{cosec} \beta \operatorname{sen}(\beta - \phi')}{\sqrt{\operatorname{sen}(\beta + \delta)} + \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\delta + \phi') \operatorname{sen}(\phi' - i)}{\operatorname{sen}(\beta - i)}}} \right]^2$$

EMPUJE ACTIVO

Coeficiente activo:

ϑ_{adm}	1.62	kg/cm ²
Φ	33.2	°
i	14.0	°
β	73.6	°
δ	30.4	°
K_a	0.186	
C	2.2	kN/m ²

Fuerza activa:

K_a	0.19
γ	16.85 KN/m ³
H	3.45 m
ϑ_v	58.13

$P_a = 18.848$ kN

Localización de la resultante:

$x = 1.150$ m

EMPUJE PASIVO

Coeficiente activo:

Φ	25.2	°
K_p	2.478	
C	2.2	kN/m ²

Fuerza activa:

γ	16.85	KN/m ³
H	3.45	m

$P_a = 15.78$ kN/m

Localización de la resultante:

$x = 1.150$ m

- Factor de Seguridad contra Volteo

1. FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VUELCO						
SECCION	AREA (m2)	ANCHO DEL ERDOX O PLACA DE CONCRETO (m)	PESO ESPECIFICO (Kg/m3)	PESO (KG)	BRAZO (m)	MOMENTO
1	1.692	3.1	1,685.00	8,838.16	0.65	5,744.81
2				350.00	0.51	178.50
3	1.675	3.1	2,400.00	12,462.00	1.24	15,452.88
4	3.99	1.4	1,685.00	9,412.41	4.35	40,943.98
5	0.924	1.4	1,685.00	2,179.72	4.35	9,481.76
6	0.24	1.4	1,685.00	566.16	4.35	2,462.80
7	0.238	1.4	2,400.00	799.68	4.35	3,478.61
				34,608.13		77,743.34
34.61 tn						
$FS_{(\text{volteo})} = \frac{\sum M_R}{\sum M_o}$ <p style="text-align: center;">(Momento de fuerzas que tienden a evitar volcar) (Momento de fuerzas que tienden a volcar)</p>						
MOMENTO RESISTENTE			MOMENTO ACTUANTE			
Mr=	77,743.34 Kg		Mo=	37.32 KN.m/m		
			Mo=	3,803.87		
FS=	16.35		>	2.00		Cumple

- **Factor de Seguridad contra Deslizamiento y Verificación de Capacidad de Carga.**

2. FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA EL DESLIZAMIENTO					
$FS_v = \frac{\sum F_{R_i}}{\sum F_d} =$					
FUERZAS RESISTENTES					
$\sum F_{R_i} = \sum V * \tan(\phi')$	=	8,319.33			
FUERZAS IMPULSORAS					
$\sum F_d = P_a * \cos(\Phi)$	=	15.78 KN			
	=	1,608.61 Kg			
FSv=	5.17	>	1.50	Cumple	
3. VERIFICACION DE LA CAPACIDAD DE CARGA					
Posicion de la resultante					
$x = \frac{\sum M_R - \sum M_o}{\sum V}$	=	4.07 m			
Excentricidad respecto a la resultante					
$e = \frac{B}{2} - x$	=	-1.55	<	0.84	Cumple
Presiones en el terreno					
$\sigma_{max} = \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6 * e}{B} \right)$	=	-0.21	kg/cm2	<	1.62 Cumple
$\sigma_{min} = \frac{\sum V}{B} \left(1 - \frac{6 * e}{B} \right)$	=	0.72	kg/cm2	<	1.62 Cumple

Se verifican que los Factores de Seguridad contra Volteo, contra Deslizamiento y verificación de Capacidad de Carga cumplen con los valores mínimos.

- Perfil del talud de Sección típica con el sistema ErdoX

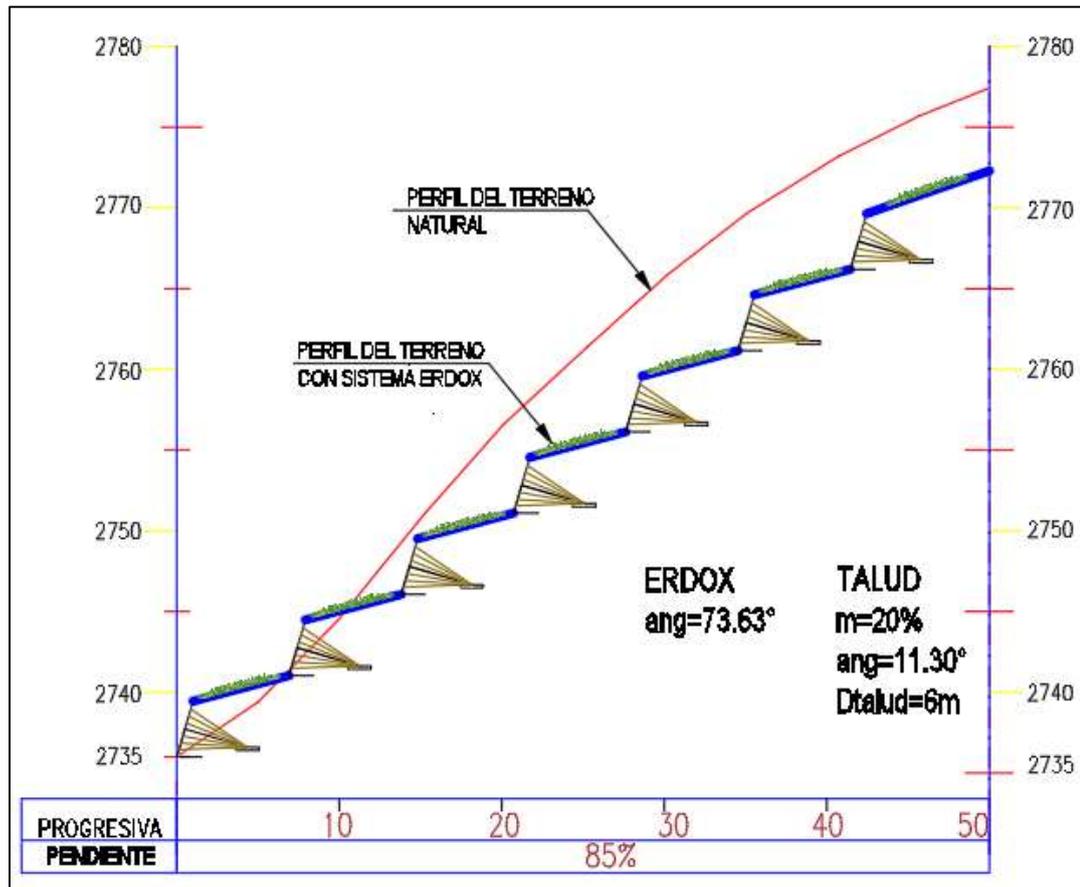


Figura 16: Perfil de sección típica

CONCLUSIONES

- Se concluye que el factor de Seguridad Global incrementa de un 22% a 44% con la contención del talud inestable mediante el sistema ErdoX respecto al talud inestable en condiciones normales.
- Se concluye que la relación que existe entre los parámetros geotécnicos y geomorfológicos con el factor de seguridad global son las Siguiente:
 - **Pendiente:** Es Inversamente proporcional al factor de Seguridad Global.
 - **Longitud de berma:** Es Directamente proporcional al factor de Seguridad Global.
 - **Inclinación del ErdoX:** Es Inversamente proporcional al factor de Seguridad Global.
- El sistema ErdoX es aplicable al talud del km 181+000 de la carretera Central por cumplir con los factores de seguridad mínimos en Volteo, deslizamiento y Verificación de carga.
- El sistema ErdoX es una estructura de una forma fácil y rápida de ser ensamblaje Colocada, teniendo un peso reducido puede ser trasportado al lugar donde será instalado, así mismo es material excavado para la Instalación de este Sistema puede servir como material de relleno de la estructura siguiente, reduciendo el tiempo en su ejecución.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la utilización de este nuevo sistema de Estabilización de talud (Sistema Erdox), ya que es un sistema permeable, rígido y a su vez sísmico, teniendo un proceso constructivo rápido y así mismo la utilización del material excavado sirve como relleno del mismo reduciendo el tiempo de ejecución.

Se recomienda la re-vegetación en las bermas y en la misma estructura, dando esto una mayor capacidad filtrante impidiendo esto la socavación del pie del talud del sistema Erdox.

Se recomienda la Utilización el Software slide V6.0 para el calculo de los Factores de seguridad Global.

Para realizar un Buen análisis de estabilización de talud, hacer un estudio de campo detallado con levantamiento topográficos a detalle por no existir modelos digitales de elevación a pixeles menores.

BIBLIOGRAFÍA

- Avilés, Marco. (2014). *Análisis técnico y económico para muros de contención de hormigón armado comparado con muros de gaviones y sistemas de suelo reforzado para alturas $h=5m$, $h=7.5m$, $h=10m$, $h=15m$, para una longitud de 80 m.* San Francisco de Quito, Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- BETONFORM. (2014). Artículo Técnico. *BETONFORM - ERDOX*, 1.
- Betonform. (30 de Enero de 2018). www.betonform.com/en/company/concept/. Recuperado el 31 de Mayo de 2020, de www.betonform.com: [http://](http://www.betonform.com)
- García, Joseph. (2017). *Estabilización de taludes de la carretera PE-3N Km. 263+100.* Huánuco, Huánuco, Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Heredia, José. (2018). *Análisis Técnico comparativo entre el uso de muros de contención tipo gaviones y el muro de contención tipo paragua, en la estabilización de taludes del camino vecinal Potrerillo-Siete de Junio, Distrito de Jepelacio-Moyobamba-San Martín, 2017.* Moyobamba, San Martín, Perú: Universidad César Vallejo.
- Hernández, Roberto. (2013). *Metodología de la Investigación.* (E. O. Panda, Ed.) Mexico D.F, Mexico, Mexico: Mc Graw Hill.
- Hernández, Roberto. (2013). *Metodología de la Investigación.* México: McGraw-Hill.
- Huillca, José. (2016). *Informe de la observación de los métodos de estabilización de talud (Erdox) en la ruta Cusco-Ccatca de la carretera interoceánica sur del Perú periodo 2016.* Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad.
- Urteaga, César. (2017). *Estabilización de talud con sistema ErdoX en taludes de carreteras.* Lima, Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Valiente, Ricardo. (2015). Estabilidad de Taludes: Conceptos Básicos, parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo. *CIVILIZATE N°7*, 134.
- Vivienda, M. d. (2012). *RNE Norma CE.020.* Lima: RNE.

ANEXOS

ANEXOS

I. PANEL FOTOGRÁFICO

PANEL FOTOGRAFICO



FOTOGRAFÍA N°1. Reconocimiento in situ del estado actual del talud del Km 181+000



FOTOGRAFÍA N°2. Se observa el talud erosionado sin medidas de protección.



FOTOGRAFÍA N°3. Se observa se rocas en la carretera central Km 181+000 producto del deslizamiento.



FOTOGRAFÍA N°4. Se observa el deslizamiento rotacional en el talud del Km 181+000 de la carretera central.



FOTOGRAFÍA N°5. Levantamiento Topográfico del área de estudio.



FOTOGRAFÍA N°6. Se observa el deslizamiento del talud, así mismo el levantamiento topográfico.



FOTOGRAFÍA N°7. Se muestra rocas sueltas en la carretera producto de los taludes erosionados por falta de estructuras de contención.



FOTOGRAFÍA N°8. Se muestra la calicata N-01 para el estudio de suelos.



FOTOGRAFÍA N°9. Se muestra el ensayo de Limite plástico

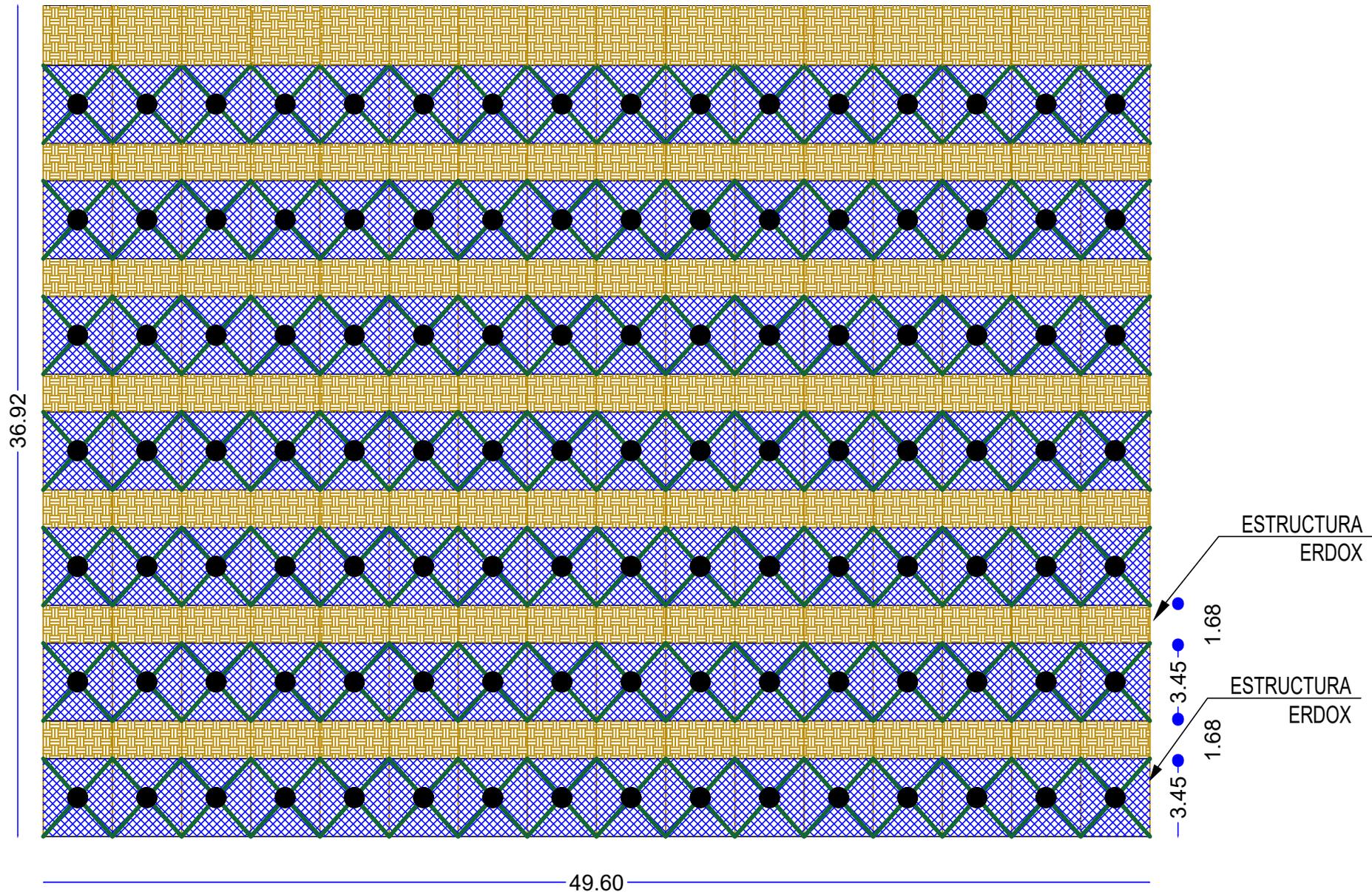


FOTOGRAFÍA N°10. Se muestra la cocción de las muestras de tierra para el ensayo de densidad de suelo.

ANEXOS

II. PLANO DE PERFIL Y SECCIÓN TÍPICA

PLANO DE SECCION TIPICA

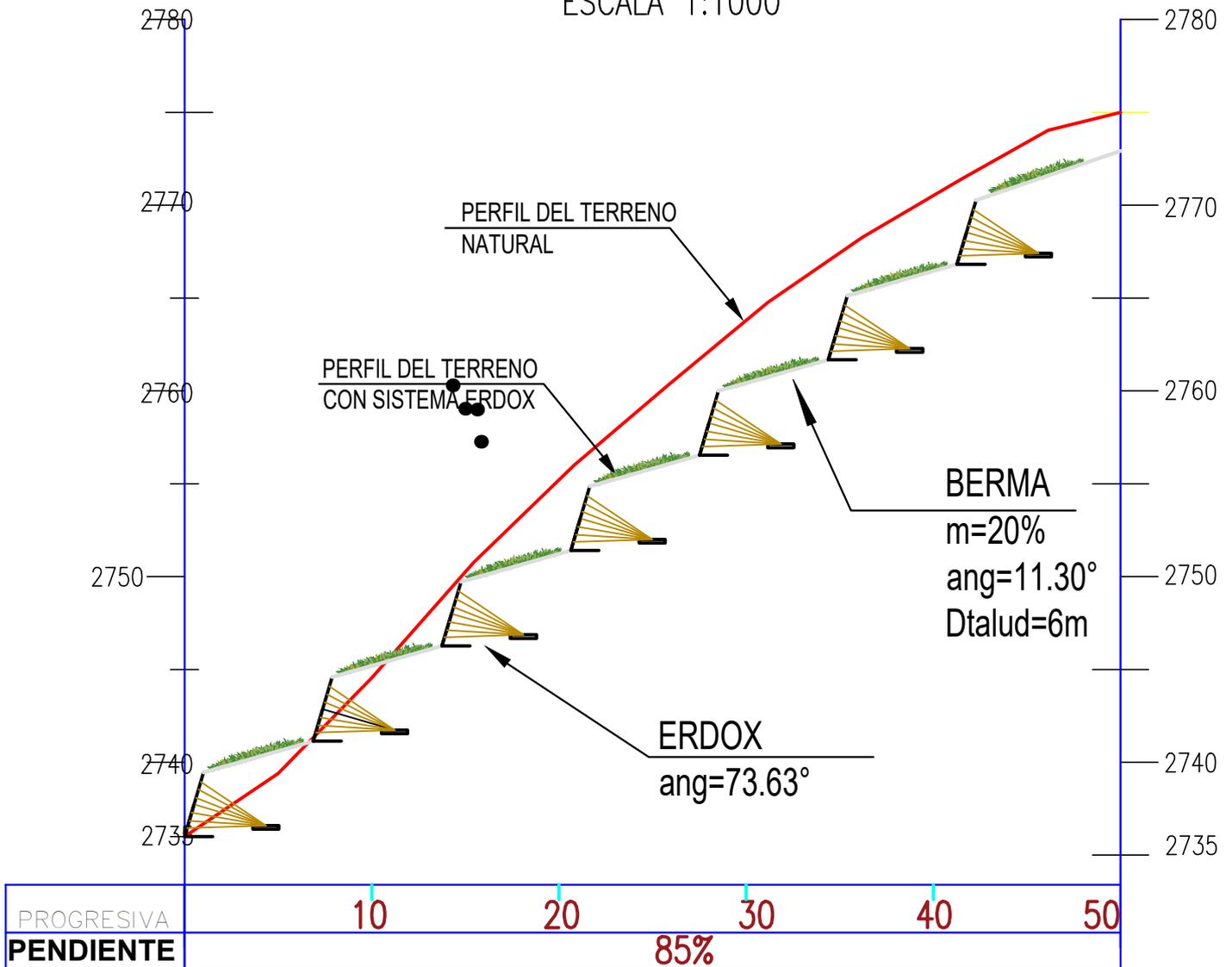


TESIS : PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL
HUÁNUCO - LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX

PLANO DE PERFIL

PERFIL TALUD TIPICA

ESCALA 1:1000



TESIS : PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX

ANEXOS

III. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: "PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX"				
UBICACION:	KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA				
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA				
SOLICITA:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA				
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	E-2	UBICACION:	IN SITU
DETALLE:	CALICATA PARA CIMENTACION				
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022				

PESO INICIAL:	3002.8 Gr.	% DE HUMEDAD:	3.80%	MUESTRA HUMEDA INICIAL:	1577.3 Gr.
FRACCION:	3002.8 Gr.			MUESTRA SECA INICIAL:	1519.5 Gr.

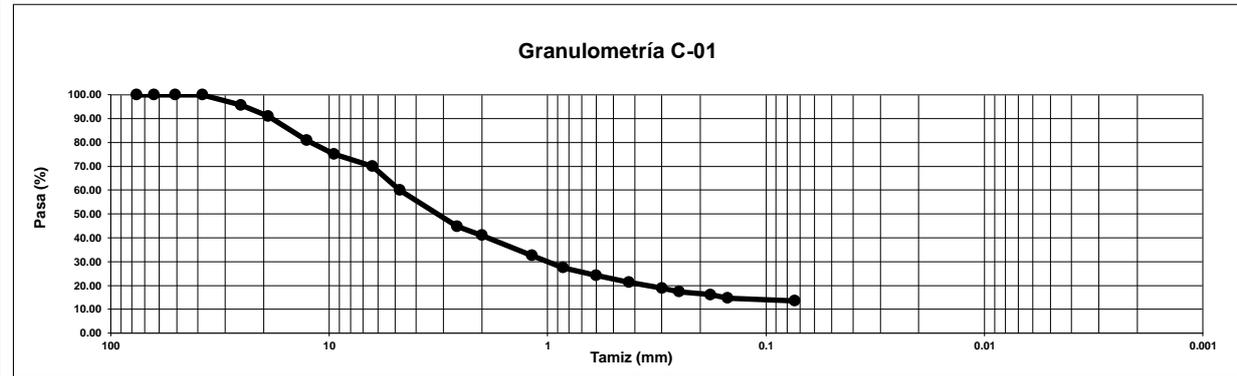
TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DETALLES Y DESCRIPCION																																	
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00	Material granular equivalente a: <div style="font-size: 24px; font-weight: bold;">86.42%</div> Observaciones : <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Modulo de fineza (MF)</td> <td style="text-align: right;">5.26</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Límite líquido LL</td> <td style="text-align: right;">21.18</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Límite plástico LP</td> <td style="text-align: right;">17.20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Índice plasticidad IP</td> <td style="text-align: right;">3.98</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 4 (5mm):</td> <td style="text-align: right;">60.03</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):</td> <td style="text-align: right;">13.58</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>D60:</td> <td style="text-align: right;">4.76</td> <td style="text-align: center;">mm</td> </tr> <tr> <td>D30:</td> <td style="text-align: right;">1.01</td> <td style="text-align: center;">mm</td> </tr> <tr> <td>D10 (diámetro efectivo):</td> <td style="text-align: right;">NP</td> <td style="text-align: center;">mm</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de uniformidad (Cu):</td> <td style="text-align: right;">NP</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grado de curvatura (Cc):</td> <td style="text-align: right;">NP</td> <td></td> </tr> </table>	Modulo de fineza (MF)	5.26		Límite líquido LL	21.18		Límite plástico LP	17.20		Índice plasticidad IP	3.98		Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	60.03	%	Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	13.58	%	D60:	4.76	mm	D30:	1.01	mm	D10 (diámetro efectivo):	NP	mm	Coefficiente de uniformidad (Cu):	NP		Grado de curvatura (Cc):	NP	
Modulo de fineza (MF)	5.26																																						
Límite líquido LL	21.18																																						
Límite plástico LP	17.20																																						
Índice plasticidad IP	3.98																																						
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	60.03	%																																					
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	13.58	%																																					
D60:	4.76	mm																																					
D30:	1.01	mm																																					
D10 (diámetro efectivo):	NP	mm																																					
Coefficiente de uniformidad (Cu):	NP																																						
Grado de curvatura (Cc):	NP																																						
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
1"	25.4	131.50	4.38	4.38	95.62																																		
3/4"	19.05	137.50	4.58	8.96	91.04																																		
1/2"	12.7	302.60	10.08	19.04	80.96																																		
3/8"	9.525	176.90	5.89	24.93	75.07																																		
1/4"	6.35	152.20	5.07	30.00	70.00																																		
No 4	4.76	299.40	9.97	39.97	60.03																																		
No 8	2.6	458.20	15.26	55.23	44.77																																		
No 10	2	110.20	3.67	58.90	41.10																																		
No 16	1.18	254.90	8.49	67.38	32.62																																		
No 20	0.85	153.90	5.13	72.51	27.49																																		
No 30	0.6	98.50	3.28	75.79	24.21																																		
No 40	0.425	85.40	2.84	78.63	21.37																																		
No 50	0.3	74.20	2.47	81.10	18.90																																		
No 60	0.25	43.60	1.45	82.56	17.44																																		
No 80	0.18	39.50	1.32	83.87	16.13																																		
No 100	0.15	41.70	1.39	85.26	14.74																																		
No 200	0.074	34.90	1.16	86.42	13.58																																		
CAZOLETA	0.000	407.7	13.58	100.00	0.00																																		
TOTAL		3002.8	100.00																																				

Clasificación AASTO

Material granular
Excelente a bueno como subgrado
A-1-a (0) Fragmentos de roca, grava y arena

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Arena limosa con grava SM



Eder F. Iribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leonidas Villanueva Abad
CIP. 78839



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX
UBICACION:	KM 181+000 DE CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA
SOLICITA:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA
CALICATA:	C-1 UBICACION: IN SITU
ESTRATO:	E-2 ESPESOR DEL ESTRATO: 1.50 m
DETALLE:	CALICATA PARA CIMENTACION
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022

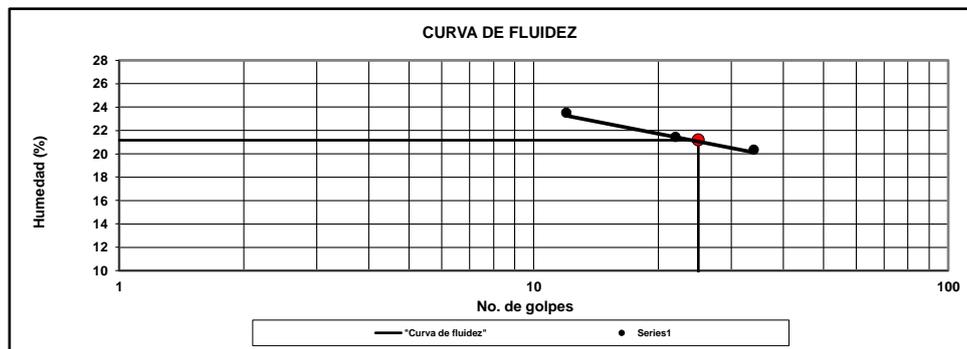
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	34	22	12
Suelo Húmedo + Tarro	26.47	27.47	26.12
Suelo seco + Tarro	23.95	24.61	23.35
Peso de Tarro	11.55	11.26	11.56
Peso del Agua	2.52	2.86	2.77
Peso de Suelo Seco	12.40	13.35	11.79
HUMEDAD %	20.32	21.42	23.49

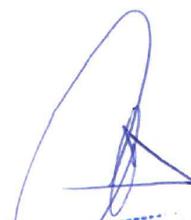
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	17.41	17.51
Suelo seco + Tarro	16.51	16.64
Peso de Tarro	11.38	11.48
Peso del Agua	0.90	0.87
Peso de Suelo Seco	5.13	5.16
HUMEDAD %	17.54	16.86

DETALLE	RESULTADOS	
Límite líquido LL	21.18	%
Límite plástico LP	17.20	%
Índice plasticidad IP	3.98	%




Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CAP. 78839



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX				
UBICACION:	KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA				
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA				
SOLICITA:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA				
CALICATA:	C-1	ESTRATOS:	E-1 E-2	NIV. FREATICO :	NP
DETALLE:	CALICATA PARA CIMENTACION				
PROFUNDIDAD:	3.00 m			UBICACIÓN:	IN SITU
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022				

PERFIL ESTRATIGRAFICO

ESPESOR	ESTRATO	CLASIFICACION		SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
		SUCS	AASHTO			
2.00 m	E-1	Pt	A-8		Material de cobertura (relleno)	
1.50 m	E-2	SM	A-1-a (0)		Arena limosa con grava	

* MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP. 78839



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO						
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX					
UBICACION:	KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA					
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA					
SOLICITA:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA					
CALICATA:	C-1	ESTRATO:			E-2	
UBICACIÓN:	IN SITU					
PROFUNDIDAD:	3.00 m					
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	8967	9746	10207	9974	9177
PESO DEL MOLDE	gr.	6140.00	6140.00	6140.00	6140.00	6140.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	2826.86	3605.52	4067.04	3833.92	3037.33
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .	2145.00	2145.00	2145.00	2145.00	2145.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr	2714.54	3412.92	3724.33	3491.80	2724.06
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ .	1.32	1.68	1.90	1.79	1.42
Nº DE TARA		1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN		HUMEDAD		HUMEDAD		HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	510.2	509.4	603.0	478.2	502.2
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	490.0	482.2	552.2	435.5	450.4
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	20.27	27.21	50.81	42.67	51.80
PESO MUESTRA SECA	gr.	489.96	482.19	552.18	435.52	450.41
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.14	5.64	9.20	9.80	11.50
DENSIDAD SECA	gr/cm ³ .	1.27	1.59	1.74	1.63	1.27

GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO C-01

Densidad Máxima Seca:	1.854 gr/cm ³ .
Humedad Óptima:	7.93 %
Densidad Máxima húmeda:	2.001 gr/cm ³ .

Eder F. Iribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leónidas Villanueva Abal
CIP. 78839

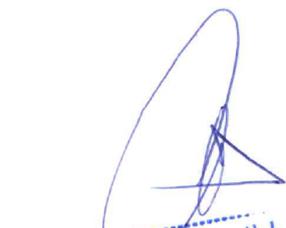
PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX		
SOLICITA:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA		
UBICACIÓN:	KM 181+000 DE LA VIA PE 3N CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA		
CALICATA:	C-1	PROFUNDIDAD	3.00 M
DETALLE:	CALICATA PARA CIMENTACION		
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022		

CORTE DIRECTO ASTM D - 3080, AASHTO T - 236

DATOS DEL ESPECIMEN			ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
Esfuerzo Normal	Kg/cm ²		0.56		1.11		2.22	
Etapa			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura	cm		2.1	1.58	2.1	1.15	2.1	1.06
Diametro	cm		4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80
Humedad	%		4.56	3.65	4.56	2.21	4.56	1.01
Densidad Seca	g/cm ³		1.585	2.113	1.585	2.896	1.585	3.140
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado Kg/cm ²	Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado Kg/cm ²	Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado Kg/cm ²
0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00
0.05	0.01	0.02	0.05	0.02	0.02	0.05	0.11	0.05
0.10	0.03	0.06	0.10	0.07	0.06	0.10	0.17	0.07
0.20	0.05	0.08	0.20	0.08	0.07	0.20	0.30	0.14
0.35	0.06	0.10	0.35	0.12	0.11	0.35	0.45	0.20
0.50	0.08	0.15	0.50	0.18	0.17	0.50	0.56	0.25
0.75	0.14	0.24	0.75	0.27	0.24	0.75	0.70	0.32
1.00	0.16	0.29	1.00	0.33	0.30	1.00	0.82	0.37
1.25	0.19	0.33	1.25	0.39	0.35	1.25	0.93	0.42
1.50	0.21	0.38	1.50	0.45	0.40	1.50	1.04	0.47
1.75	0.24	0.42	1.75	0.49	0.44	1.75	1.13	0.51
2.00	0.26	0.47	2.00	0.53	0.48	2.00	1.22	0.55
2.50	0.30	0.54	2.50	0.60	0.54	2.50	1.36	0.61
3.00	0.32	0.58	3.00	0.66	0.60	3.00	1.46	0.66
3.50	0.35	0.63	3.50	0.71	0.64	3.50	1.53	0.69
4.00	0.37	0.66	4.00	0.75	0.68	4.00	1.60	0.72
4.50	0.38	0.69	4.50	0.78	0.70	4.50	1.65	0.74
5.00	0.39	0.71	5.00	0.80	0.72	5.00	1.68	0.76
6.00	0.41	0.73	6.00	0.83	0.75	6.00	1.72	0.78
7.00	0.42	0.75	7.00	0.84	0.76	7.00	1.73	0.78
8.00	0.42	0.75	8.00	0.85	0.76	8.00	1.74	0.78
9.00	0.42	0.75	9.00	0.84	0.76	9.00	1.74	0.78
10.00	0.42	0.75	10.00	0.83	0.75	10.00	1.73	0.78


Eder F. Iribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO
920093390


Ing. Leonidas Villanueva Abad
CIP. 78839

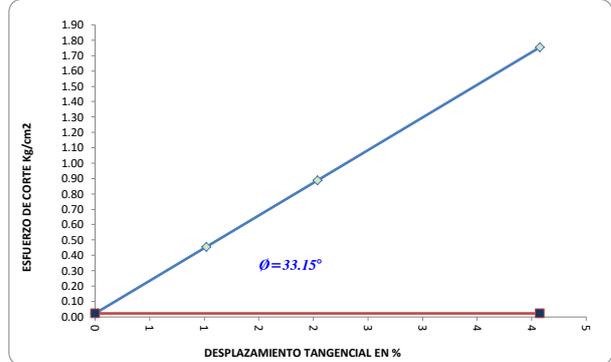
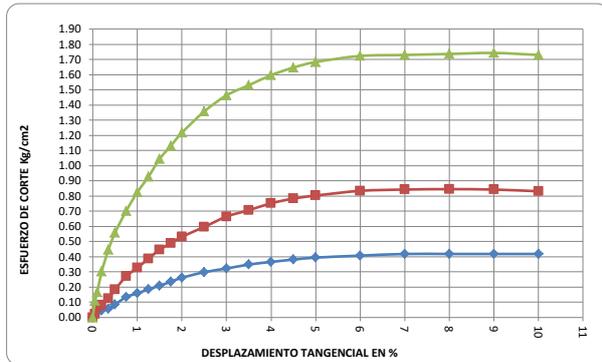


INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: "PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON EL SISTEMA ERDOX EN EL KM 182+250 DE LA VIA PE 3N CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA"		
UBICACIÓN:	KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA		
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA		
SOLICITA:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA		
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	E-2
		PROFUNDIDAD DE ENSAYO:	3.00 M
DETALLE:	CALICATA PARA CIMENTACION		
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022		

CORTE DIRECTO ASTM D - 3080, AASHTO T - 236



RESULTADOS :
 $\phi = 33.15^\circ$
 $c = 0.22 \text{ Kg/cm}^2$

SUCS	SM
ASHTO	A-1-a (0)

PESO UNITARIO VOLUMETRICO SECO	1.685Gr/Cm3
---------------------------------------	--------------------

Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leónidas Villanueva Abal
 CIP. 78839



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX		
UBICACION:	KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA		
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA		
CALICATA:	C-1	PROFUNDIDAD:	3.00 m
UBICACION:	IN SITU	ESTRATO:	E-2
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022		

Aplicación de ecuaciones capacidad carga por corte, K. Terzaghi, modificada por Meyerhof (1963)

Se tiene, según la teoría del Karl Terzaghi, modificada por Meyerhof la Capacidad Portante Admisible se puede calcular mediante la siguiente relación:

$$q_d = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + \gamma_1 D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 \gamma_2 B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i \dots (\alpha)}$$

DONDE:

- D_f** : profundidad de cimentación.
- B** : ancho de zapata.
- γ₁** : Peso específico del suelo situado encima de la zapata.
- γ₂** : Peso específico del suelo situado debajo de la zapata.
- N_q, N_γ, N_c** : Factores de capacidad de carga.
- F_{cs}, F_{qs}, F_{γs}** : Factores de Forma
- F_{cd}, F_{qd}, F_{γd}** : Factores de Profundidad
- F_{ci}, F_{qi}, F_{γi}** : Factores de Inclinación

RESISTENCIA ADMISIBLE DEL SUELO

Suelo talud

Peso específico [γ] : 1.212 T/m3

Suelo portante

Peso específico	[γ]	:	1.685	T/m3
Angulo de fricción	[Ø]	:	33.15	°
Cohesion	[C]	:	0.22	Kgf/cm2
Angulo de fricción suelo-concreto	[δ]	:	30	°
Profundidad de desplante	[D]	:	1.8	m
Ancho de cimentación		:	1.2	m
Factores de capacidad de carga				
N _q		:	10.8320	
N _c		:	20.9415	
N _γ		:	11.1102	
Factores de forma				
Longitud de la cimentación	[L]	:	1.4	m
F _{cs}		:	1.44336	
F _{qs}		:	1.40243	
F _{γs}		:	0.6571429	
Factores de profundidad				
F _{cd}		:	1.3931175	
F _{qd}		:	1.30513	
F _{γd}		:	1	
Factores de inclinación				
inclinación de carga respecto a la vertical	[β°]	:	0	°
F _{ci}		:	1	
F _{qi}		:	1	
F _{γi}		:	1	
Capacidad de carga última	[q _u]	:	51.561	T/m2
Capacidad de carga última neta	[q _n]	:	48.528	T/m2
Factor de seguridad de suelo	[FS]	:	3	
Capacidad de carga admisible	[q _{adm}]	:	16.1759	T/m2





INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX
UBICACION:	KM 181+000 DE LA VIA PE 3N CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA
CALICATA:	C-1
UBICACIÓN:	IN SITU
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022

CAPACIDAD PORTANTE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

CIMENTACION RECTANGULAR L≤10B

PARA L = 1.40 m
PARA B = 1.20 m

Df (m)	Factores de capacidad de carga			Factores de forma			Factores de profundidad			Factores de inclinacion			T/m2		
	Nq	Nc	Ny	Fcs	Fqs	Fys	Fcd	Fqd	Fyd	Fci	Fqi	Fyi	[qu]	[qn]	[qadm]
	1.4	10.83	20.94	11.11	1.44	1.40	0.66	1.34	1.27	1.0	1.00	1.00	1.00	41.0	38.6
1.6	10.83	20.94	11.11	1.44	1.40	0.66	1.37	1.29	1.0	1.00	1.00	1.00	46.2	43.5	14.51
1.8	10.83	20.94	11.11	1.44	1.40	0.66	1.39	1.31	1.0	1.00	1.00	1.00	51.6	48.5	16.18
2	10.83	20.94	11.11	1.44	1.40	0.66	1.41	1.32	1.0	1.00	1.00	1.00	56.9	53.6	17.85
2.2	10.83	20.94	11.11	1.44	1.40	0.66	1.43	1.33	1.0	1.00	1.00	1.00	62.3	58.6	19.53

Según los recuadros analizados es recomendable cimentar a una profundidad de desplante (Df) = 1.80 m, para lo cual se puede trabajar con una capacidad portante admisible de 1.618 kg/cm2.


Eder F. Iribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leónidas Villanueva Abal
CIP. 78839



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX		
UBICACION:	KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA		
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA		
SOLICITA:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA		
CALICATA:	C-1	ESTRATO:	E-2
UBICACIÓN:	IN SITU		
DETALLE:	CALICATA PARA CIMENTACION		
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022		

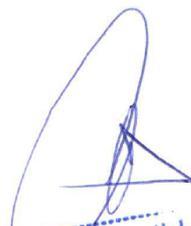
CALCULO DE ASENTAMIENTO

relación de poisson μ 0.15
modulo de elasticidad (ton/m²) E_s 3,500 ton/m² desde z=0 hasta z=4B
Factor de forma (cm/m) I_f 1.2
presión de trabajo (ton/m²) q 16.18 ton/m²
ancho de cimentación (m) B 1.20 m

SI 0.006505493

VALOR ACEPTABLE


Eder F. Iribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leónidas Villanueva Abal
CIP. 78839




INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX				
UBICACION:	KM 181+000 CARRETERA CENTRAL HUANOUCO - LIMA				
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA				
SOLICITA:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA				
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	E-2	UBICACION:	IN SITU
DETALLE:	CALICATA PARA CIMENTACION				
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022				

PESO INICIAL:	3240.1 Gr.	% DE HUMEDAD:	5.97%	MUESTRA HUMEDA INICIAL:	1233.9 Gr.
FRACCION:	3240.1 Gr.			MUESTRA SECA INICIAL:	1164.4 Gr.

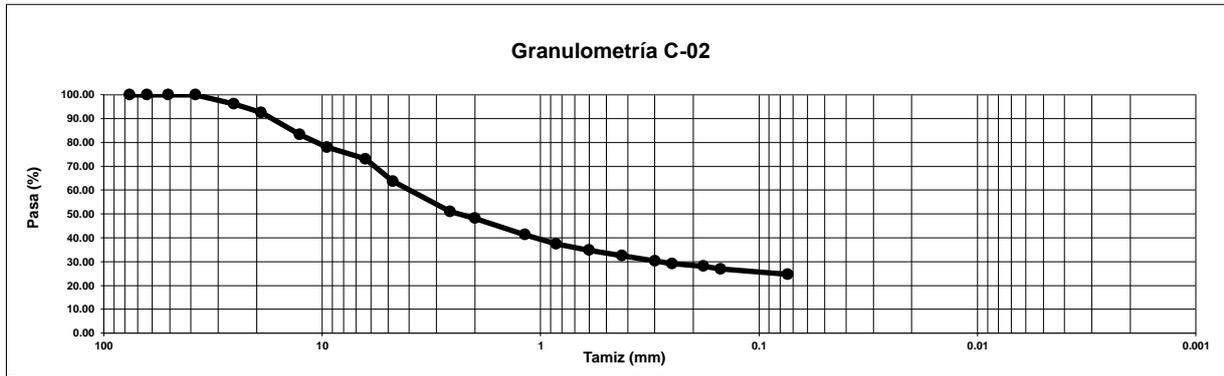
TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DETALLES Y DESCRIPCION																																	
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00	Material granular equivalente a: <h2 style="margin: 0;">75.33%</h2> Observaciones : <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Modulo de fineza (MF)</td> <td style="width: 10%;">4.56</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>Limite líquido LL</td> <td>24.89</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Limite plastico LP</td> <td>17.66</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Indice plasticidad IP</td> <td>7.23</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 4 (5mm):</td> <td>63.67</td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):</td> <td>24.67</td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> <tr> <td>D60:</td> <td>4.14</td> <td style="text-align: right;">mm</td> </tr> <tr> <td>D30:</td> <td>0.29</td> <td style="text-align: right;">mm</td> </tr> <tr> <td>D10 (diámetro efectivo):</td> <td>NP</td> <td style="text-align: right;">mm</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de uniformidad (Cu):</td> <td>NP</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grado de curvatura (Cc):</td> <td>NP</td> <td></td> </tr> </table>	Modulo de fineza (MF)	4.56		Limite líquido LL	24.89		Limite plastico LP	17.66		Indice plasticidad IP	7.23		Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	63.67	%	Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	24.67	%	D60:	4.14	mm	D30:	0.29	mm	D10 (diámetro efectivo):	NP	mm	Coefficiente de uniformidad (Cu):	NP		Grado de curvatura (Cc):	NP	
Modulo de fineza (MF)	4.56																																						
Limite líquido LL	24.89																																						
Limite plastico LP	17.66																																						
Indice plasticidad IP	7.23																																						
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	63.67	%																																					
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	24.67	%																																					
D60:	4.14	mm																																					
D30:	0.29	mm																																					
D10 (diámetro efectivo):	NP	mm																																					
Coefficiente de uniformidad (Cu):	NP																																						
Grado de curvatura (Cc):	NP																																						
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
1"	25.4	124.50	3.84	3.84	96.16																																		
3/4"	19.05	117.60	3.63	7.47	92.53																																		
1/2"	12.7	298.30	9.21	16.68	83.32																																		
3/8"	9.525	172.40	5.32	22.00	78.00																																		
1/4"	6.35	160.50	4.95	26.95	73.05																																		
No 4	4.76	303.90	9.38	36.33	63.67																																		
No 8	2.6	411.20	12.69	49.02	50.98																																		
No 10	2	89.30	2.76	51.78	48.22																																		
No 16	1.18	223.50	6.90	58.68	41.32																																		
No 20	0.85	125.30	3.87	62.54	37.46																																		
No 30	0.6	85.40	2.64	65.18	34.82																																		
No 40	0.425	75.20	2.32	67.50	32.50																																		
No 50	0.3	72.10	2.23	69.73	30.27																																		
No 60	0.25	37.60	1.16	70.89	29.11																																		
No 80	0.18	31.50	0.97	71.86	28.14																																		
No 100	0.15	40.70	1.26	73.12	26.88																																		
No 200	0.074	71.90	2.22	75.33	24.67																																		
CAZOLETA	0.000	799.2	24.67	100.00	0.00																																		
TOTAL		3240.1	100.00																																				

Clasificación AAHSTO

Material granular
Excelente a bueno como subgrado
A-2-4 (0) Grava y arena arcillosa o limosa

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Arena arcillosa con grava SC



Eder F. Iribarreh Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP. 78839



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX		
UBICACION:	KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA		
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA		
SOLICITA:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA		
CALICATA:	C-2	UBICACION:	IN SITU
ESTRATO:	E-2	ESPESOR DEL ESTRATO:	2.50 m
DETALLE:	CALICATA PARA CIMENTACION		
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022		

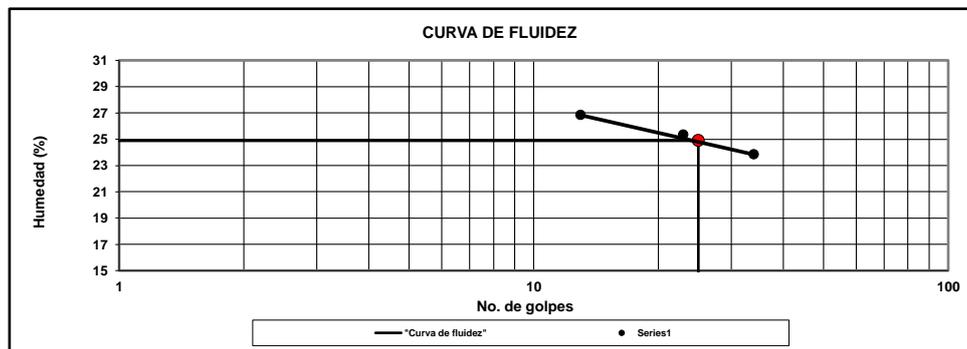
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	34	23	13
Suelo Húmedo + Tarro	26.15	26.05	26.73
Suelo seco + Tarro	23.30	23.10	23.47
Peso de Tarro	11.34	11.46	11.32
Peso del Agua	2.85	2.95	3.26
Peso de Suelo Seco	11.96	11.64	12.15
HUMEDAD %	23.83	25.34	26.83

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02
Suelo Húmedo + Tarro	17.50	17.52
Suelo seco + Tarro	16.64	16.58
Peso de Tarro	11.56	11.47
Peso del Agua	0.86	0.94
Peso de Suelo Seco	5.08	5.11
HUMEDAD %	16.93	18.40

DETALLE	RESULTADOS	
Límite líquido LL	24.89	%
Límite plástico LP	17.66	%
Índice plasticidad IP	7.23	%



Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leonidas Villanueva Abal
 CIP. 78839

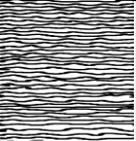


INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX				
UBICACION:	KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA				
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA				
SOLICITA:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA				
CALICATA:	C-2	ESTRATOS:	E-1 E-2	NIV. FREATICO :	NP
DETALLE:	CALICATA PARA CIMENTACION				
PROFUNDIDAD:	3.00 m			UBICACIÓN:	IN SITU
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022				

PERFIL ESTRATIGRAFICO

ESPESOR	ESTRATO	CLASIFICACION		SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
		SUCS	AASHTO			
0.50 m	E-1	Pt	A-8		Material de cobertura	
2.50 m	E-2	SC	A-2-4 (0)		Arena arcillosa con grava	 

* MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE


Eder F. Iribarren Villanueva
 TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leónidas Villanueva Abad
 CAP. 78839



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO						
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA						
PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX					
UBICACION:	KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA					
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA					
SOLICITA:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA					
CALICATA:	C-2	ESTRATO:			E-2	
UBICACIÓN:	IN SITU					
PROFUNDIDAD:	3.00 m					
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	9284	10019	10658	10243	9502
PESO DEL MOLDE	gr.	6140.00	6140.00	6140.00	6140.00	6140.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	3144.40	3878.74	4518.37	4103.03	3362.33
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .	2145.00	2145.00	2145.00	2145.00	2145.00
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr	2914.66	3544.10	4072.76	3607.19	2910.87
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ .	1.47	1.81	2.11	1.91	1.57
Nº DE TARA		1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN		HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	512.7	511.9	594.2	480.5	504.6
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	475.3	467.7	535.6	422.4	436.9
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	37.46	44.16	58.60	58.07	67.76
PESO MUESTRA SECA	gr.	475.25	467.71	535.60	422.45	436.89
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	7.88	9.44	10.94	13.75	15.51
DENSIDAD SECA	gr/cm ³ .	1.36	1.65	1.90	1.68	1.36

GRAFICO DE DENSIDAD DEL SUELO C-02

Densidad Máxima Seca:	1.932 gr/cm ³ .
Humedad Óptima:	11.78 %
Densidad Máxima húmeda:	2.160 gr/cm ³ .

Eder F. Iribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leonidas Villanueva Abal
CAP. 78839



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

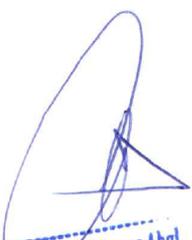
PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX		
SOLICITA:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA		
UBICACIÓN:	KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA		
CALICATA:	C-2	PROFUNDIDAD	3.00 M
DETALLE:	CALICATA PARA CIMENTACION		
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022		

CORTE DIRECTO ASTM D - 3080, AASHTO T - 236

DATOS DEL ESPECIMEN			ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
Esfuerzo Normal	Kg/cm ²		0.56		1.11		2.22	
Etapas			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura	cm		2.1	1.58	2.1	1.15	2.1	1.06
Diametro	cm		4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80
Humedad	%		5.85	4.32	5.85	3.44	5.85	1.85
Densidad Seca	g/cm ³		1.565	2.086	1.565	2.859	1.565	3.100
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado Kg/cm ²	Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado Kg/cm ²	Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado Kg/cm ²
0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00
0.05	0.01	0.02	0.05	0.03	0.02	0.05	0.12	0.05
0.10	0.05	0.09	0.10	0.08	0.07	0.10	0.18	0.08
0.20	0.07	0.12	0.20	0.10	0.09	0.20	0.33	0.15
0.35	0.08	0.15	0.35	0.15	0.14	0.35	0.48	0.22
0.50	0.12	0.22	0.50	0.22	0.20	0.50	0.60	0.27
0.75	0.19	0.35	0.75	0.33	0.30	0.75	0.76	0.34
1.00	0.23	0.41	1.00	0.40	0.36	1.00	0.89	0.40
1.25	0.27	0.48	1.25	0.47	0.42	1.25	1.00	0.45
1.50	0.30	0.54	1.50	0.54	0.49	1.50	1.13	0.51
1.75	0.34	0.61	1.75	0.59	0.54	1.75	1.22	0.55
2.00	0.37	0.67	2.00	0.65	0.58	2.00	1.32	0.59
2.50	0.43	0.77	2.50	0.73	0.65	2.50	1.47	0.66
3.00	0.46	0.83	3.00	0.81	0.73	3.00	1.58	0.71
3.50	0.50	0.90	3.50	0.86	0.77	3.50	1.65	0.74
4.00	0.52	0.94	4.00	0.91	0.82	4.00	1.72	0.78
4.50	0.55	0.98	4.50	0.95	0.86	4.50	1.78	0.80
5.00	0.56	1.02	5.00	0.98	0.88	5.00	1.82	0.82
6.00	0.58	1.05	6.00	1.01	0.91	6.00	1.86	0.84
7.00	0.60	1.08	7.00	1.02	0.92	7.00	1.87	0.84
8.00	0.60	1.08	8.00	1.03	0.93	8.00	1.88	0.84
9.00	0.60	1.08	9.00	1.02	0.92	9.00	1.88	0.85
10.00	0.60	1.08	10.00	1.01	0.91	10.00	1.87	0.84


Eder F. Iribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO ,
920093390


Ing. Leonidas Villanueva Abal
CIP. 78839

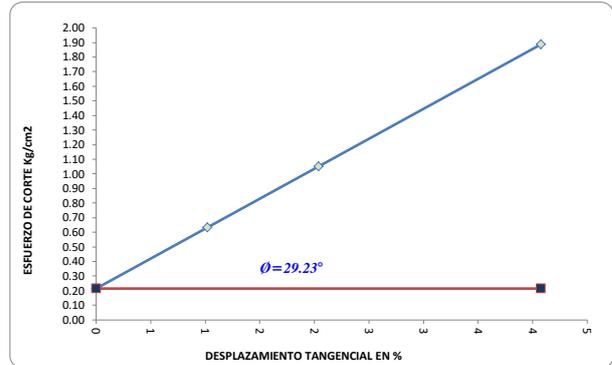
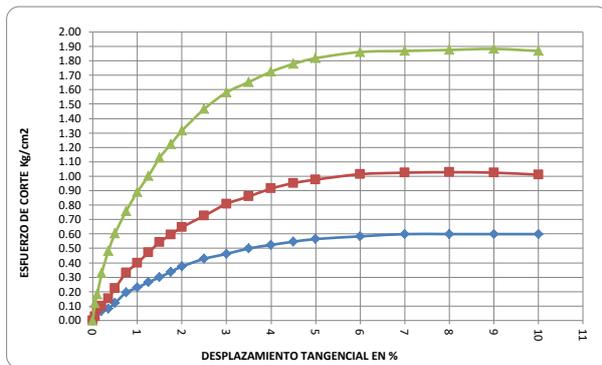


INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX		
UBICACIÓN:	KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA		
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA		
SOLICITA:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA		
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	E-2
		PROFUNDIDAD DE ENSAYO:	3.00 M
DETALLE:	CALICATA PARA CIMENTACION		
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022		

CORTE DIRECTO ASTM D - 3080, AASHTO T - 236



RESULTADOS : $\phi = 29.23^\circ$
 $C = 0.234 \text{ Kg/cm}^2$

SUCS	SC
ASHTO	A-2-4 (0)

PESO UNITARIO VOLUMETRICO SECO	1.515Gr/Cm3
---------------------------------------	--------------------

Eder F. Iribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA

Ing. Leonidas Villanueva Abal
CIP. 78839



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX
UBICACION:	KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA
CALICATA:	C-2
PROFUNDIDAD:	3.00 m
ESTRATO:	E-2
UBICACION:	IN SITU
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022

Aplicación de ecuaciones capacidad carga por corte, K. Terzaghi, modificada por Meyerhof (1963)

Se tiene, según la teoría del Karl Terzaghi, modificada por Meyerhof la Capacidad Portante Admisible se puede calcular mediante la siguiente relación:

$$q_d = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + \gamma_1 D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 \gamma_2 B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i \dots (\alpha)}$$

DONDE:

- Df** : profundidad de cimentación.
- B** : ancho de zapata.
- γ₁** : Peso específico del suelo situado encima de la zapata.
- γ₂** : Peso específico del suelo situado debajo de la zapata.
- N_q, N_γ, N_c** : Factores de capacidad de carga.
- F_{cs}, F_{qs}, F_{γs}** : Factores de Forma
- F_{cd}, F_{qd}, F_{γd}** : Factores de Profundidad
- F_{ci}, F_{qi}, F_{γi}** : Factores de Inclinación

RESISTENCIA ADMISIBLE DEL SUELO

Suelo talud

Peso específico [γ] : 1.132 T/m3

Suelo portante

Peso específico	[γ]	:	1.515	T/m3
Angulo de fricción	[Ø]	:	29.23	°
Cohesion	[C]	:	0.234	Kgf/cm2
Angulo de fricción suelo-concreto	[δ]	:	30	°
Profundidad de desplante	[D]	:	1.8	m
Ancho de cimentación		:	1.2	m
Factores de capacidad de carga				
N _q		:	9.8360	
N _c		:	19.6335	
N _γ		:	9.7534	
Factores de forma				
Longitud de la cimentación	[L]	:	1.4	m
F _{cs}		:	1.42941	
F _{qs}		:	1.38575	
F _{γs}		:	0.6571429	
Factores de profundidad				
F _{cd}		:	1.3931175	
F _{qd}		:	1.30751	
F _{γd}		:	1	
Factores de inclinación				
inclinación de carga respecto a la vertical	[β°]	:	0	°
F _{ci}		:	1	
F _{qi}		:	1	
F _{γi}		:	1	
Capacidad de carga última	[q _u]	:	50.507	T/m2
Capacidad de carga última neta	[q _n]	:	47.780	T/m2
Factor de seguridad de suelo	[FS]	:	3	
Capacidad de carga admisible	[q _{adm}]	:	15.9265	T/m2





INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX
UBICACION:	KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA
CALICATA:	C-2
UBICACIÓN:	IN SITU
FECHA:	DICEIMBRE DEL 2022

CAPACIDAD PORTANTE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

CIMENTACION RECTANGULAR L≤10B

PARA L = 1.40 m
PARA B = 1.20 m

Df (m)	Factores de capacidad de carga			Factores de forma			Factores de profundidad			Factores de inclinacion			T/m2		
	Nq	Nc	Ny	Fcs	Fqs	Fys	Fcd	Fqd	Fyd	Fci	Fqi	Fyi	[qu]	[qn]	[qadm]
	1.4	9.84	19.63	9.75	1.43	1.39	0.66	1.34	1.27	1.0	1.00	1.00	1.00	41.3	39.2
1.6	9.84	19.63	9.75	1.43	1.39	0.66	1.37	1.29	1.0	1.00	1.00	1.00	45.9	43.5	14.50
1.8	9.84	19.63	9.75	1.43	1.39	0.66	1.39	1.31	1.0	1.00	1.00	1.00	50.5	47.8	15.93
2	9.84	19.63	9.75	1.43	1.39	0.66	1.41	1.32	1.0	1.00	1.00	1.00	55.1	52.1	17.36
2.2	9.84	19.63	9.75	1.43	1.39	0.66	1.43	1.34	1.0	1.00	1.00	1.00	59.7	56.4	18.80

Según los recuadros analizados es recomendable cimentar a una profundidad de desplante (Df) = 1.80 m, para lo cual se puede trabajar con una capacidad portante admisible de 1.593 kg/cm2.


Eder F. Irribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
CIP. 78839




INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	TESIS: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX		
UBICACION:	KM 181+000 DE LA VIA PE 3N CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LIMA		
PROPIETARIO:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA		
SOLICITA:	BACH. NILVER VALENTIN LOPEZ ESPINOZA		
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	E-2
UBICACIÓN:	IN SITU		
DETALLE:	CALICATA PARA CIMENTACION		
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2022		

CALCULO DE ASENTAMIENTO

relación de poisson μ 0.15
modulo de elasticidad (ton/m²) E_s 3,500 ton/m² desde z=0 hasta z=4B
Factor de forma (cm/m) I_f 1.2
presión de trabajo (ton/m²) q 15.93 ton/m²
ancho de cimentación (m) B 1.20 m

SI 0.006405203

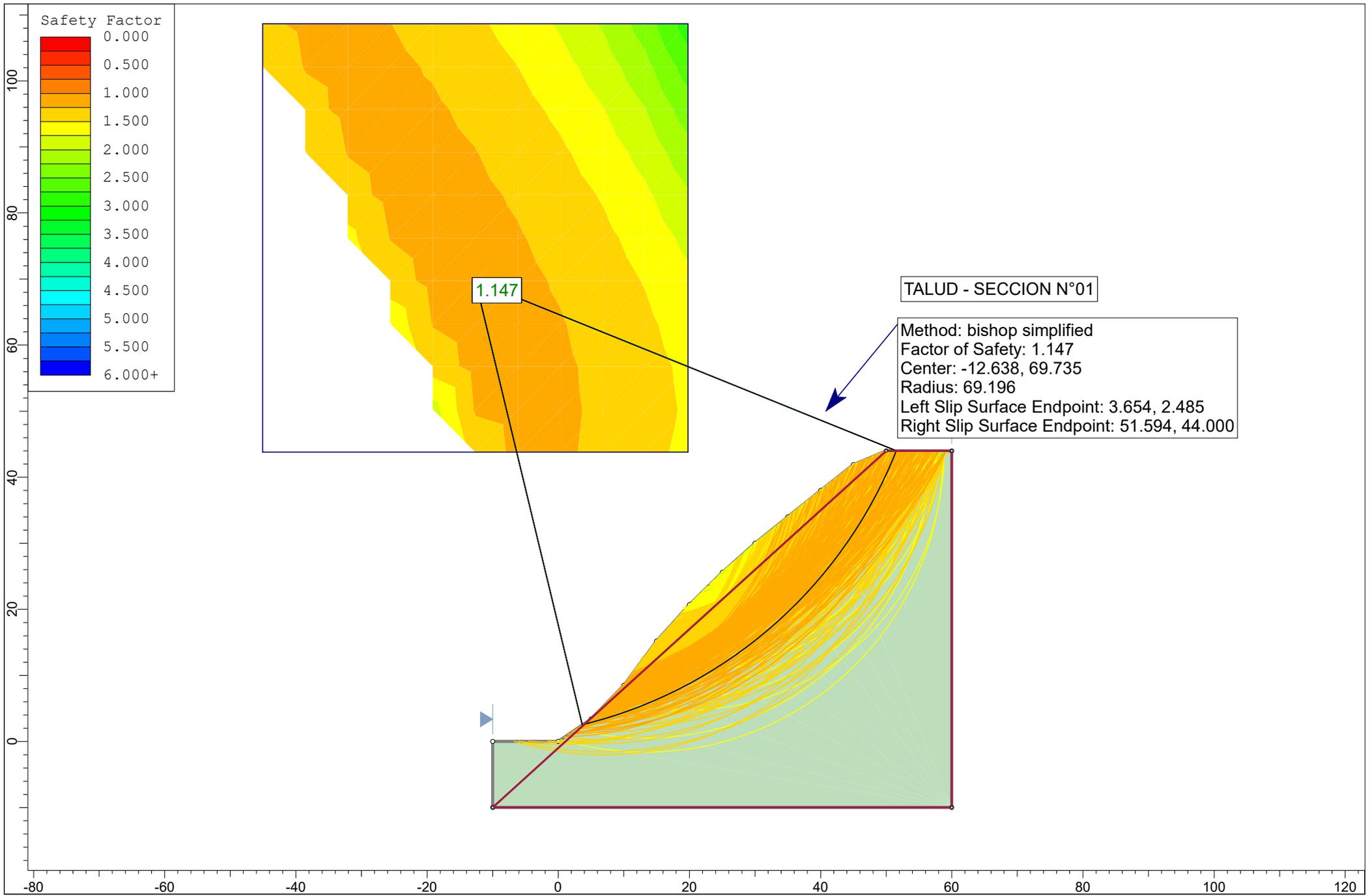
VALOR ACEPTABLE

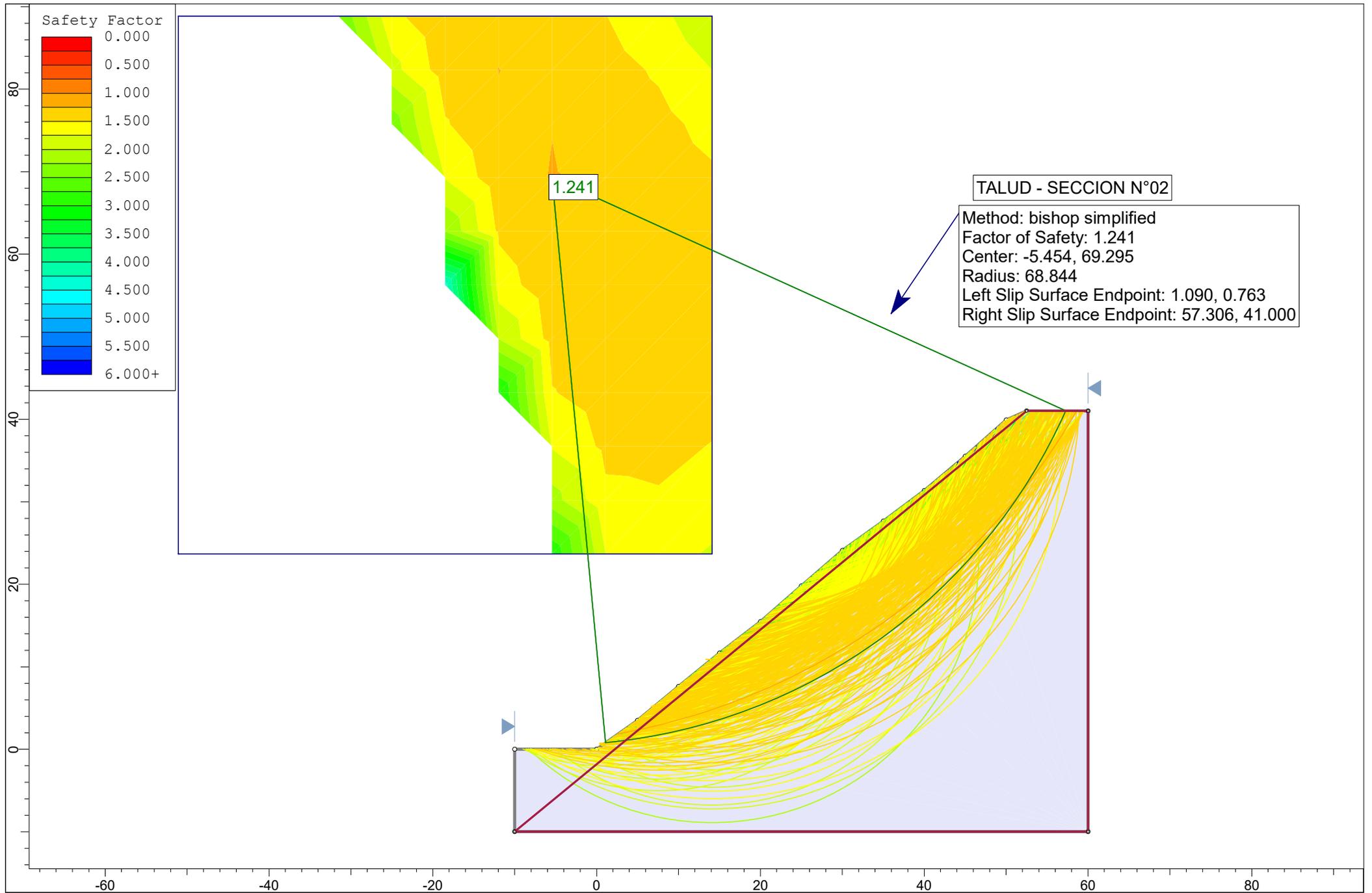

Eder F. Irribarren Villanueva
TECNICO LABORATORISTA


Ing. Leonidas Villanueva Abal
CIP. 78839


ANEXOS

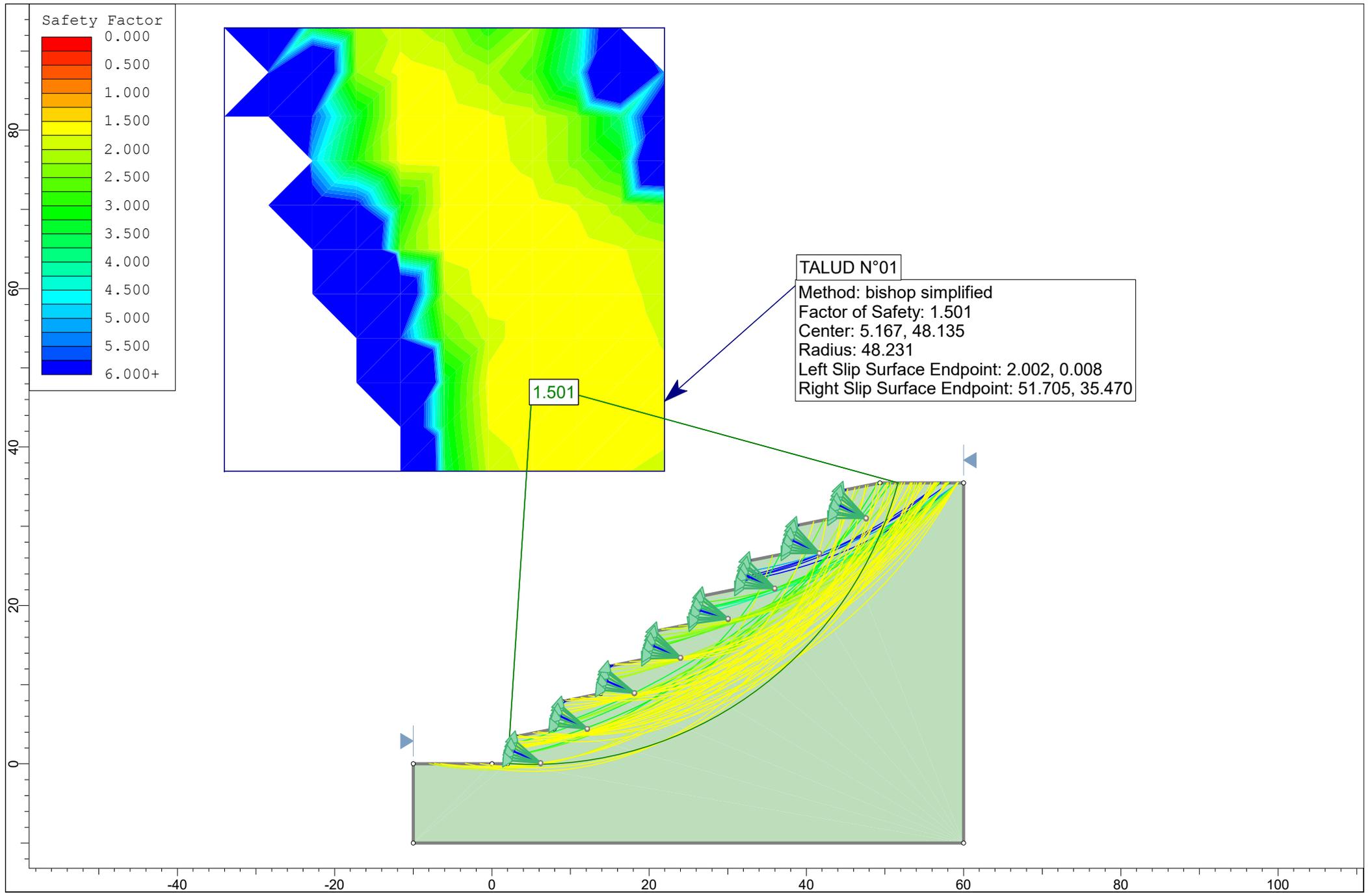
IV. FACTORES DE SEGURIDAD A CONDICIONES NORMALES

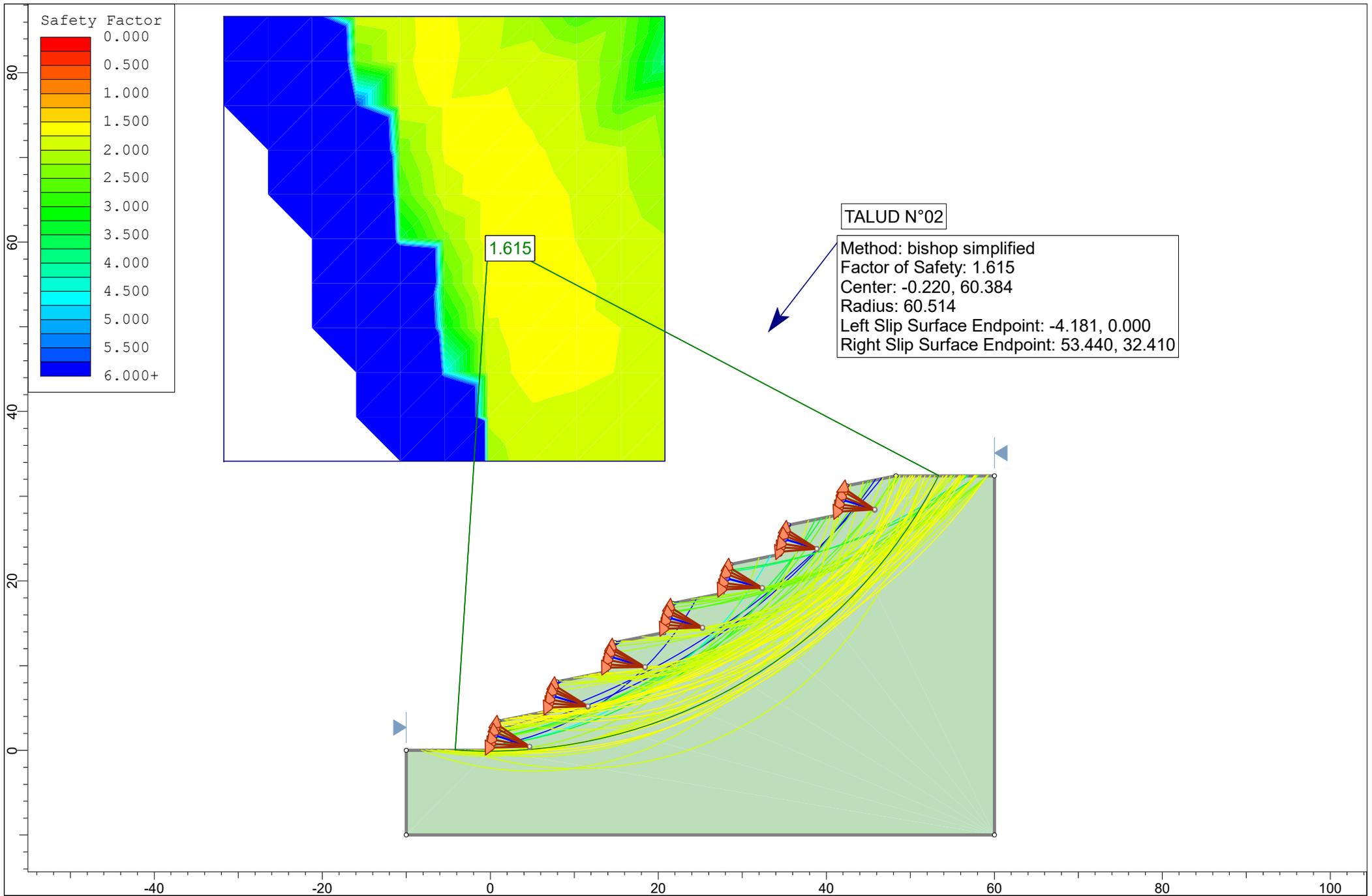


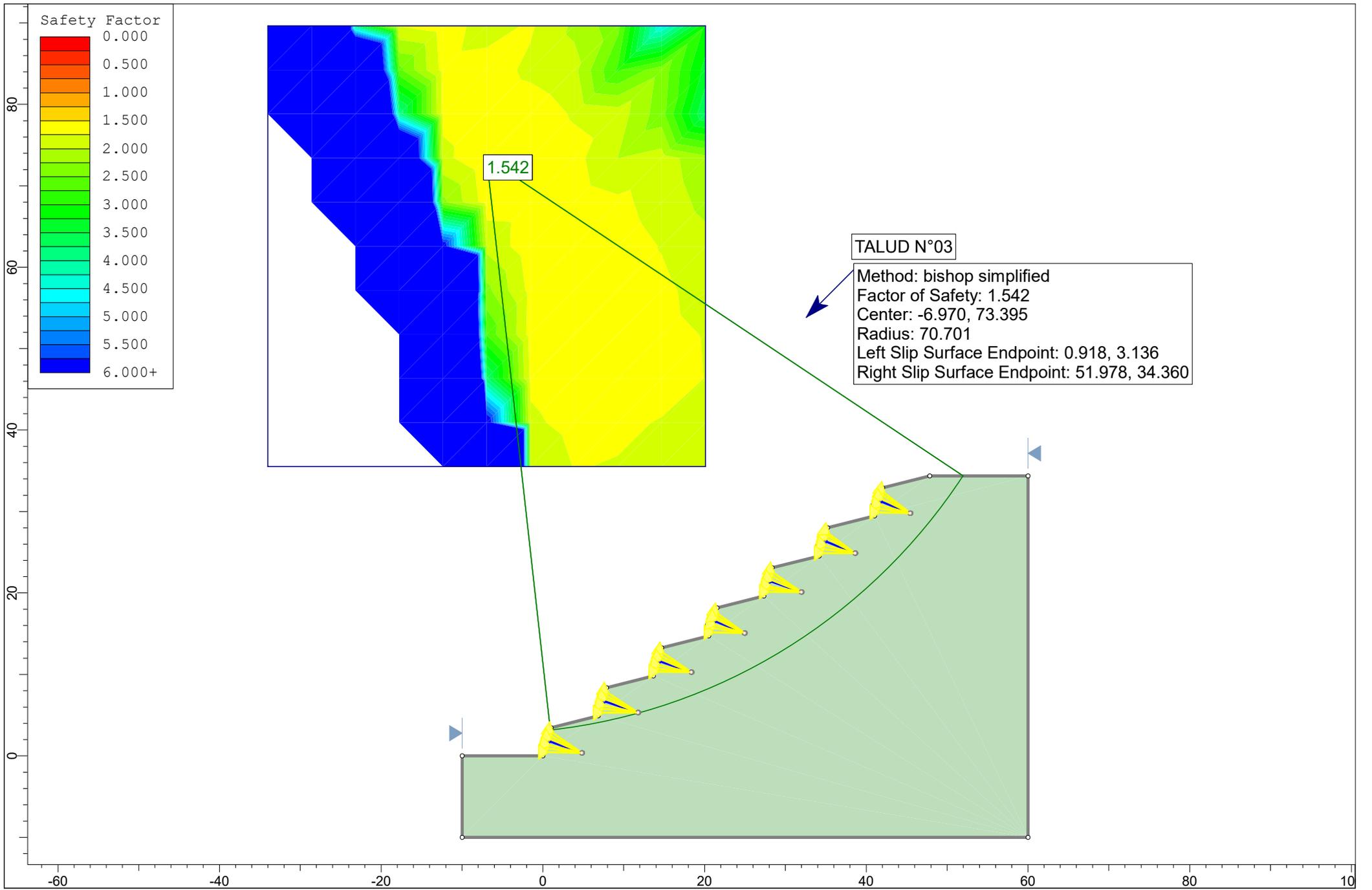


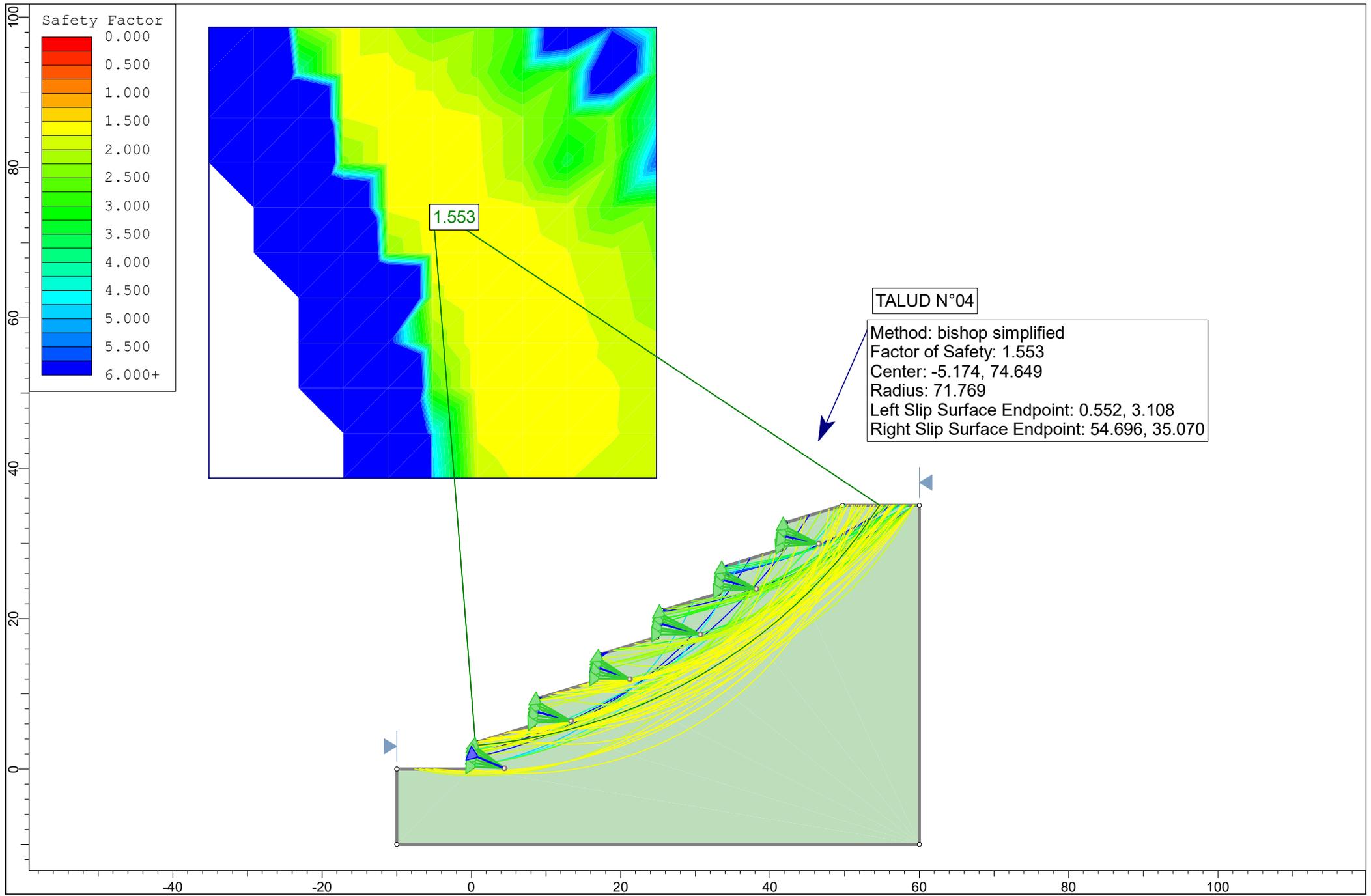
ANEXOS

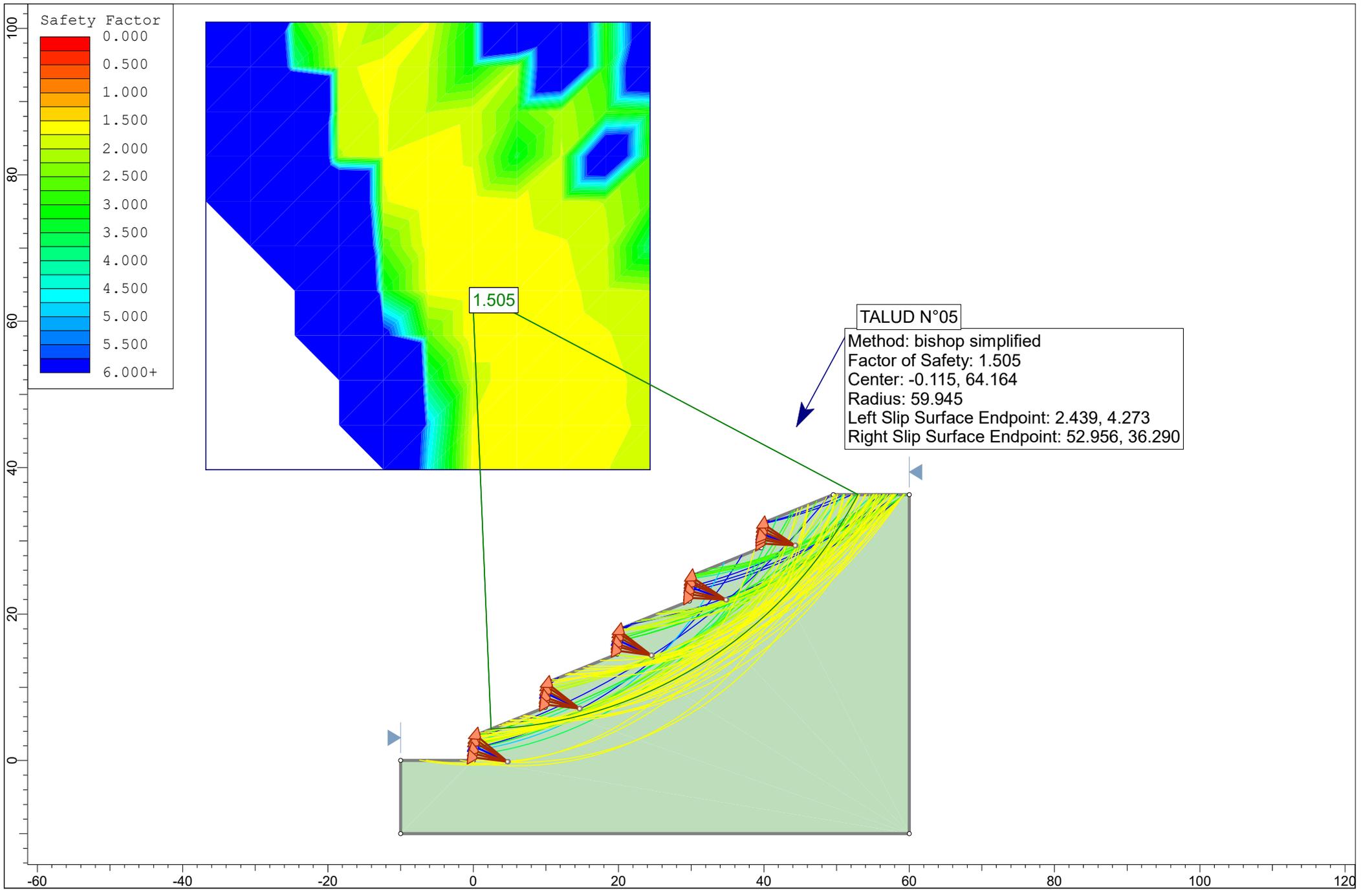
V. FACTORES DE SEGURIDAD CON EL SISTEMA ERDOX

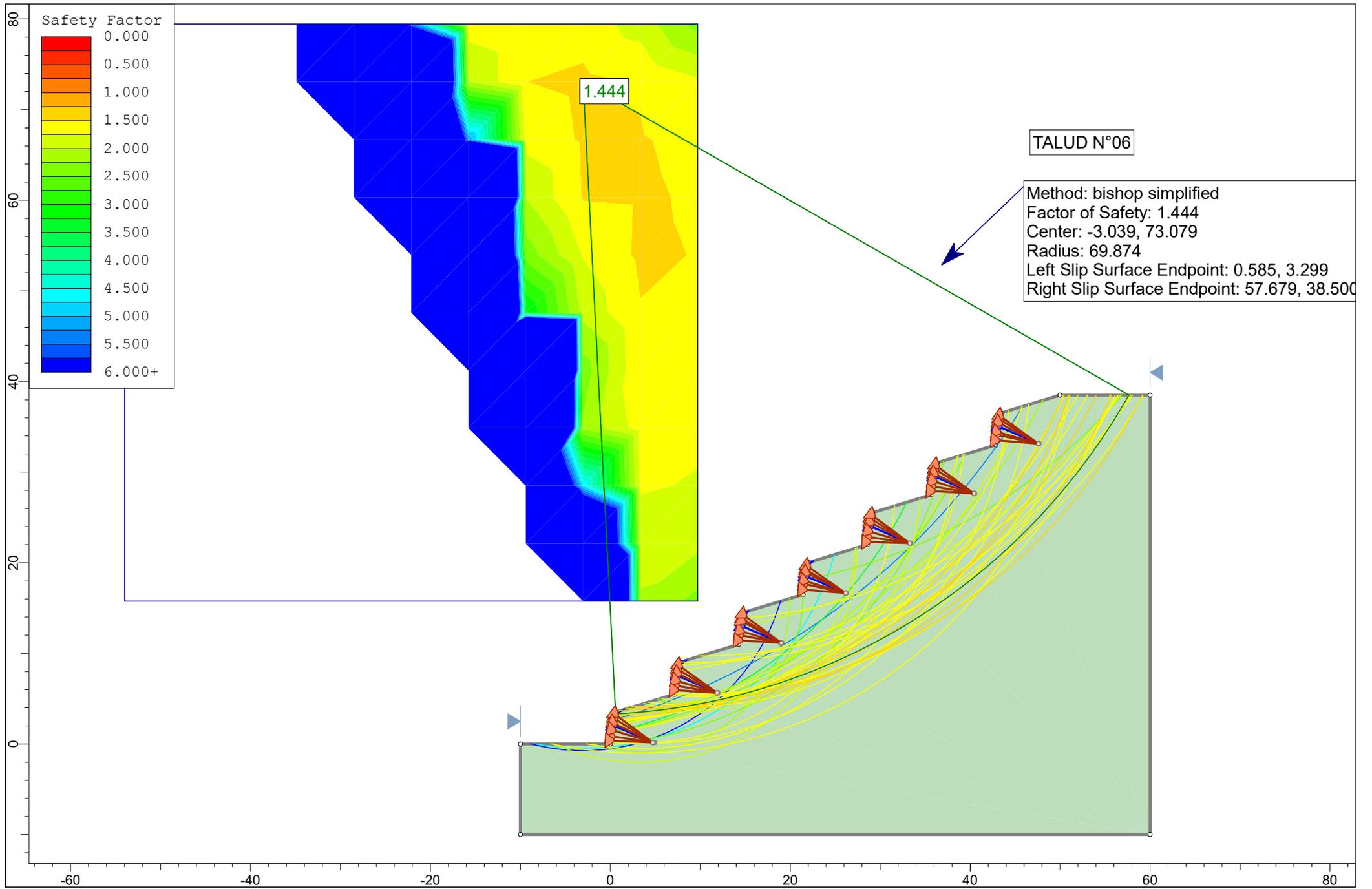


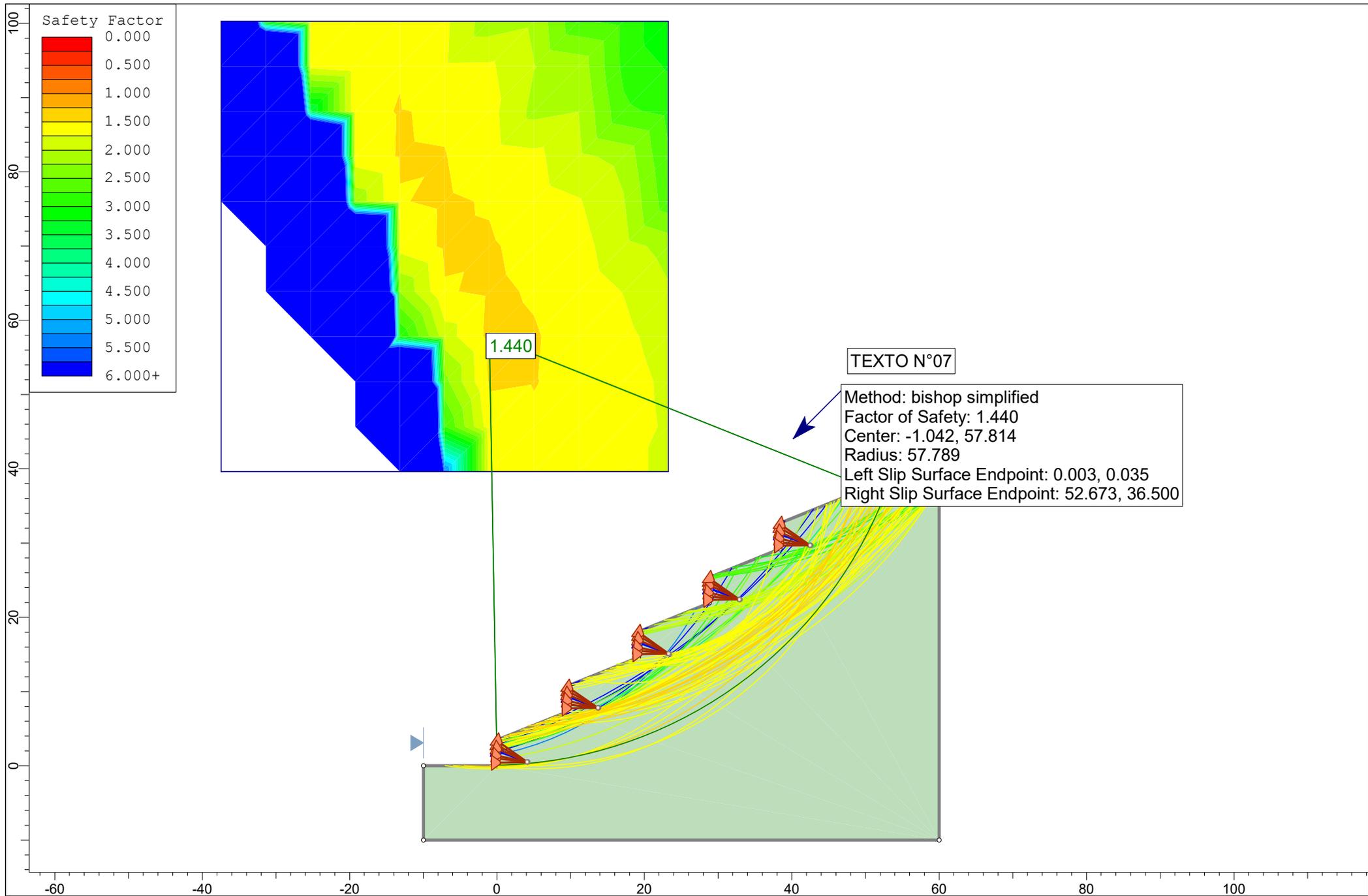


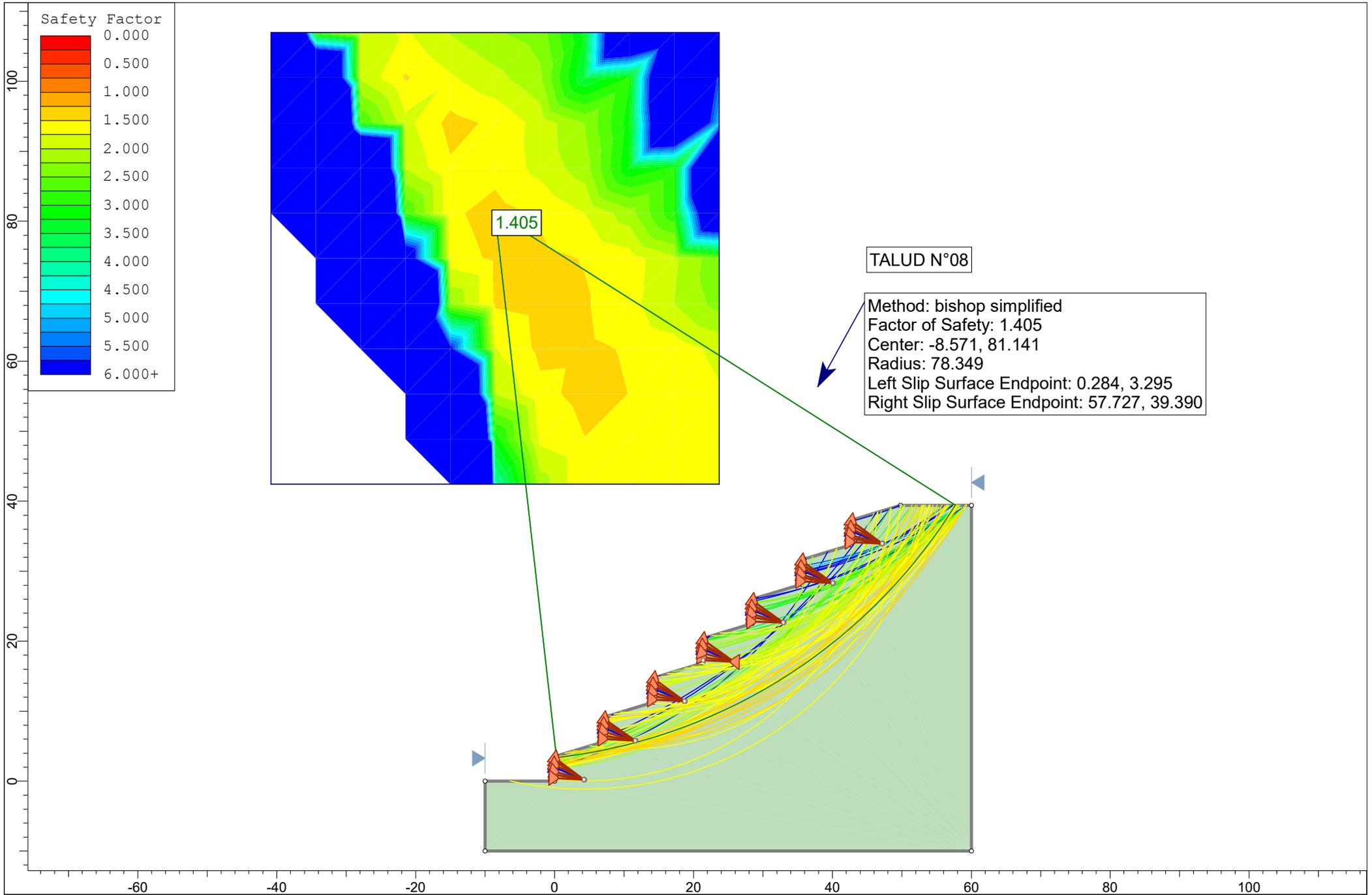














ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 18 días del mes de mayo de 2023, siendo las 18.30 pm, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N°243-2023-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N°303-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 15.MAY.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público **presencial** de tesis titulada: **PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LIMA, MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX**, para optar el Título de Ingeniero Civil del Bachiller **NILVER VALENTÍN LÓPEZ ESPINOZA**, reuniéndose en el aula N°201, de la Fica, el jurado examinador integrado por los Docentes: PRESIDENTE – Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas, SECRETARIO – Luis Fernando Narro Jara, VOCAL Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia y el bachiller mencionado, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **TÍTULO de INGENIERO CIVIL** de la carrera profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Concluido el acto de defensa los miembros de jurado, procedió a la evaluación de los aspirantes al título profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:

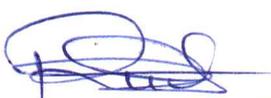
APellidos y Nombres	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
LÓPEZ ESPINOZA NILVER VALENTÍN	APROBADO	15	BUENO

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

Dándose por finalizado dicho acto a las: ~~19:50~~ del mismo día 18/05/2023 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.


VICTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS
PRESIDENTE


LUIS FERNANDO NARRO JARA
SECRETARIO


RISSEL MACHUCA GUARDIA
VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

N°019-2023- DI/FICA

La directora de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

HACE CONSTAR que:

La Tesis titulada “**PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LIMA, MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX**” del (os) Bachiller (s) en Ingeniería civil, **LÓPEZ ESPINOZA NILVER VALENTÍN**, cuenta con un índice de similitud del 27 % verificable en el Reporte de Originalidad del software antiplagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 07 de junio del 2023



.....
Dra. Ana María Matos Ramírez
Directora de Investigación FICA

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

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

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

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

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

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

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

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

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

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

Apellidos y Nombres:	LÓPEZ ESPINOZA NILVER VALENTIN							
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:	962571210
Nro. de Documento:	47284962				Correo Electrónico:	nilverlopez.e@gmail.com		

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

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

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

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)							SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Apellidos y Nombres:	ESTELA LIVIA PATRICIA KARIM				ORCID ID:	https://orcid.org/ 0000-0002-9579-5015				
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de documento:	22498170		

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

Presidente:	GOICOCHEA VARGAS VÍCTOR MANUEL
Secretario:	NARRO JARA LUIS FERNANDO
Vocal:	MACHUCA GUARDIA RISSEL
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	

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

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DEL KM 181+000 DE LA CARRETERA CENTRAL HÚANUCO-LIMA, MEDIANTE EL SISTEMA ERDOX
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

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

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)				2023
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	<input type="checkbox"/>
	Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>
	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Otros (especifique modalidad)	<input type="checkbox"/>
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	ESTABILIZACIÓN	TALUD	ERDOX	

Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)	<input type="checkbox"/>
	Con Periodo de Embargo (*)	<input type="checkbox"/>	Fecha de Fin de Embargo:	<input type="text"/>

¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
Información de la Agencia Patrocinadora:	<input type="text"/>			

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:



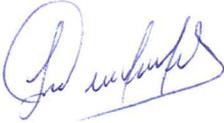
UNHEVAL
UNIVERSIDAD NACIONAL
HERMILIO VALDIZÁN

VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN



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

Firma:			
Apellidos y Nombres:	LÓPEZ ESPINOZA NILVER VALENTIN		Huella Digital
DNI:	47284962		
Firma:			
Apellidos y Nombres:			Huella Digital
DNI:			
Firma:			
Apellidos y Nombres:			Huella Digital
DNI:			
Fecha: 07-06-2023			

Nota:

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