



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estudio de la estabilidad del talud de corte y la aplicación del sistema geomalla triaxial en la Av. Néstor Gambeta – Ventanilla, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Palhua Huaman, Danny Johnny (0000-0002-5984-1440)

ASESOR:

Mg. Arriola Moscoso, Cecilia (0000-0003-2497-294X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedicado esencialmente a DIOS por darme unos padres maravillosos, Vidal Palhua Ávila y Epifanía Huaman Verde, ya que ellos fueron los motores que me guiaron incondicionalmente con sus sabios consejos y aliento para ser un buen ejemplo como persona.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS ya que gracias a él se pudo realizar este trabajo.

A mi prestigiosa Universidad Cesar Vallejo por ofrecer las instrucciones necesarias en la formación de mi carrera profesional.

A los docentes por sus enseñanzas y conocimientos transmitidos hacia mi persona durante mi paso por la universidad, los cuales me sirvieron para hacer este proyecto de investigación.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Estudio de la estabilidad del talud de corte y la aplicación del sistema geomalla triaxial en la Av. Néstor Gambeta – Ventanilla, 2019”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

Danny Johnny Palhua Huaman

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
PRESENTACION	v
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. MÉTODO	28
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	29
2.2. Variables y Operacionalización	30
2.3. Población, Muestra y Muestreo	32
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	33
2.5. Métodos de análisis de datos	35
2.6. Aspectos éticos	35
III. RESULTADOS	36
3.1 Descripción de la Zona de Estudio	37
3.2 Trabajos Preliminares	39
3.3 Ensayo Granulometrico	41
3.4 Ensayo de Corte Directo	42
3.5 Ensayo de Proctor Estándar	43
3.6 Modelamiento e Interpretación	44
3.7 Aplicación de la Geomalla Triaxial como Manto	52
3.8 Contrastación de Hipótesis	53
IV. DISCUSION	59
V. CONCLUSIONES	62
VI. RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS	66
ANEXOS	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Factores de seguridad según normativa</i>	19
Tabla 2. <i>Suelos de acuerdo a la amplificación sísmica</i>	19
Tabla 3. <i>Características de la geomalla triaxial</i>	25
Tabla 4. <i>propiedades de geomallas para refuerzo</i>	26
Tabla 5. <i>Operacionalización de variables</i>	31
Tabla 6. <i>Valores mínimos de validez, según grupo de expertos</i>	33
Tabla 7. <i>Calificación de la validez</i>	34
Tabla 8. <i>Datos de la zona del talud</i>	37
Tabla 9. <i>Puntos y coordenadas de control UTM</i>	38
Tabla 10. <i>Características de la calicata 1</i>	40
Tabla 11. <i>Características de la calicata 2</i>	40
Tabla 12. <i>Ensayo de granulometría</i>	41
Tabla 13. <i>Simbología de suelos</i>	42
Tabla 14. <i>Resultado del ensayo de corte directo 1</i>	42
Tabla 15. <i>Resultado del ensayo de corte directo 2</i>	43
Tabla 16. <i>Criterios de analisis geotécnico</i>	44
Tabla 17. <i>datos de laboratorio de suelos</i>	47
Tabla 18. <i>Criterios de la geomalla triaxial</i>	47
Tabla 19. <i>Aplicación de los métodos de equilibrio limite en perfil 1</i>	48
Tabla 20. <i>Aplicación de los métodos de equilibrio limite en perfil 2</i>	48
Tabla 21. <i>Factores de seguridad obtenidos con la geomalla triaxial en perfil 1</i>	49
Tabla 22. <i>Factores de seguridad obtenidos con la geomalla triaxial en perfil 2</i>	49
Tabla 23. <i>Sismos más fuertes ocurridos en el Perú</i>	50
Tabla 24. <i>Factores de seguridad obtenidos con la simulación sísmica en perfil 1</i>	50
Tabla 25. <i>Factores de seguridad obtenidos con la simulación sísmica en perfil 2</i>	51
Tabla 26. <i>Factores de seguridad para el perfil 2</i>	54
Tabla 27. <i>Factores de seguridad obtenidos sin la geomalla triaxial en perfil 1</i>	55
Tabla 28. <i>Factores de seguridad obtenidos con la geomalla triaxial en Perfil 1</i>	56
Tabla 29. <i>Factores de seguridad con geomalla en forma estatico en perfil 2</i>	57
Tabla 30. <i>Factores de seguridad con geomalla en forma pseudoestático en perfil 2</i>	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Av. Néstor Gambetta – La Pampilla, desprendimiento de rocas	06
Figura 2. Estado actual del talud en la Av. Néstor Gambetta – La Pampilla	06
Figura 3. Ubicación territorial del talud	07
Figura 4. Mapa de ubicación del proyecto	07
Figura 5. talud artificial(corte o relleno) y ladera natural	14
Figura 6. Método de Bishop simplificado	16
Figura 7. Fuerzas que actúan sobre las dovelas en el método de Spencer	16
Figura 8. Factor de zonificación	20
Figura 9. Zonificación en función al tipo de suelo	20
Figura 10. Microzonificación Geotécnica del Distrito de ventanilla	21
Figura 11. Geomalla triaxial	23
Figura 12. Estructura exclusiva de las geomallas triaxiales	24
Figura 13. confinamiento según el triángulo de billar	24
Figura 14. Ubicación de la zona de estudio	37
Figura 15. Riesgo de la inestabilidad	38
Figura 16. Toma frontal del terreno	39
Figura 17. Perfil del talud de corte	39
Figura 18. Perfiles del terreno	45
Figura 19. Geomalla triaxial como manto	53
Figura 20. Gráfico de barras en perfil 2	55
Figura 21. Barras en perfil 1 sin geomalla	56
Figura 22. Barras en perfil 1 con geomalla	56
Figura 23. Perfil 2 estatico con geomalla	57
Figura 24. Perfil 2 pseudoestático con geomalla	58

RESUMEN

El objetivo primordial del actual trabajo de investigación se basa determinar de qué manera el sistema de geomalla triaxial influye en la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta- ventanilla, dando respuestas a como es el comportamiento del talud en sus zonas más inestables para poder así reforzarlas con geomallas.

Se opta por utilizar el método de equilibrio límite para calcular la estabilidad del talud mediante el factor de seguridad, dicho factor se encontrará en los 2 perfiles mediante 3 métodos de equilibrio limite ya sea Bishop simplificado, Spencer y Morgenstern-price. Ya una vez encontrado el factor de seguridad mediante el programa Slide, le añadimos la geomalla como refuerzo al talud.

El estudio presenta un tipo de investigación aplicada, nivel explicativo, diseño experimental de sección transversal, tomando como población los taludes de corte cercanos y la muestra que fue la elección del investigador específicamente el perfil 1 y 2 del talud de corte. Además se emplean instrumentos como: ensayos de suelos, programas computacionales y fichas que permiten la recolección de información y datos respecto a las variables de análisis y criterios propios vistas en campo y laboratorio.

Los resultados arrojados nos dan a entender que el talud de corte necesita ser reforzado para poder darle una buena estabilidad, ya que cuando realizamos el modelamiento sin geomalla el factor seguridad más bajo fue de 0.98 en forma estática y en simulación pseudoestático fue 0.71, sin embargo, cuando aplicamos la geomalla triaxial los factores de seguridad se incrementaron ampliamente, incluso superando la cantidad mínima requerida por la norma peruana.

Se concluye que efectivamente la sismicidad afecta de manera considerable al talud, aplicando la geomalla triaxial mejora la estabilidad y a la vez evita la caída de rocas.

Palabra clave: desprendimiento, estabilidad, factor sismo, geomalla triaxial

ABSTRACT

The main objective of the current research work is based on determining how the triaxial geogrid system influences the stability of the cutting slope in the av. Néstor Gambetta- Ventanilla, giving answers to the slope behavior in its most unstable areas in order to reinforce them with geogrids.

It is decided to use the limit equilibrium method to calculate the stability of the slope by means of the safety factor, this factor will be found in the 2 profiles by means of 3 limits equilibrium methods, whether simplified Bishop, Spencer and Morgenstern-price. Once the safety factor has been found using the Slide program, we add the geogrid as a reinforcement to the slope.

The study presents a type of applied research, explanatory level, experimental cross-sectional design, taking as a population the close cutting studies and the sample that was the choice of the specific investigator profile 1 and 2 of the cutting study. In addition, instruments such as soil tests, computer programs and data sheets that allow the collection of information and data regarding the analysis variables and own criteria seen in the field and laboratory are used.

The results show us that the cutting slope needs to be reinforced to be able to give it a good stability, since when we did the modeling without geogrid the lowest safety factor was 0.98 in static form and in pseudostatic simulation it was 0.71, however When we applied the triaxial geogrid, the safety factors were greatly increased, even exceeding the minimum amount required by the Peruvian standard.

It is concluded that seismicity affects the slope considerably, applying the triaxial geogrid improves stability and at the same time prevents the fall of rocks.

Keyword: earthquake factor, detachment, stability, triaxial geogrid

I. INTRODUCCIÓN

Realidad Problemática, el movimiento y desprendimiento de materiales granulares o rocosos son frecuentes en lugares donde existe pendientes muy pronunciadas, aunque estos fenómenos naturales son generados por las condiciones del lugar o zona pueden afectar de forma considerable a las personas o pobladores aledaños.

Las obras viales contemplan en su recorrido montañas y cerros; lo cual presenta un riesgo considerable para los vehículos y transeúntes que circulan constantemente. La altura tan pronunciada de los cerros tiende a generar partes inestables en zonas específicas de sus laderas ya sea por el tipo de material, las condiciones climáticas, la formación geológica del lugar, o también por el factor sísmico que incrementa a mayor escala los riesgos por deslizamiento y desprendimiento de material granular con fragmentos de roca.

Cruz (2013, p. 16) menciona que “Una de las mayores problemáticas de la estabilidad del suelo es que no se posee soluciones radicales ya que la mayoría son originadas naturalmente, es por ello que se trata de estudiar continuamente las diferentes razones que las originan. Para recopilar las diferentes variables utilizamos el sistema de información geográfica ya que proporciona información de forma rápida y eficaz para así poder solucionar problemas relacionados a la estabilidad de taludes”.

El factor sismo es muy importante en cuanto a los deslizamientos y desprendimientos ya que genera una serie de vibraciones que están asociadas al incremento en la aceleración tanto verticalmente como horizontalmente lo que trae como consecuencia un terreno poco estable.

Ochoa (2016, p. 14) nos señala que “nuestro país Perú posee un gran problema en cuanto a inestabilidad de taludes se refiera, pese a que en un estudio realizado nuestro territorio presento un 38 % de laderas escarpadas concentradas donde la mayor región afectada es la de la sierra, así mismo nos menciona que en dicha región no se ha registrado estudios sobre dicho tema y al no cuantificar su factor seguridad este problema ocasiona deslizamientos de masa a gran escala provocando así pérdidas tanto materiales como humanas”. Aunque cabe recalcar que muchas veces el crecimiento acelerado y la mala planeación territorial de la población han generado transformaciones en los terrenos convirtiéndolos a estos completamente inestables con lo cual están muy propensos a sufrir desastres.

Sin embargo, uno de los puntos importantes a tomar es que los problemas de estabilidad de una ladera son en muchos casos diferentes a los de los taludes, ya que estas se deben principalmente a la naturaleza de los materiales y a las condiciones que influyeron en la formación de la ladera. Así mismo también se toma en cuenta la influencia de las personas que muchas veces ocasiona la deforestación, cambios en el suelo, etc.

Silva (2018), menciona que “los desprendimientos de rocas en las vías generan pérdidas socioeconómicas ya que retrasan la circulación de los vehículos, así como también provocando pérdidas humanas, daños en estructuras que a la vez traen consigo pérdidas económicas. Todos estos problemas se evitarían siempre y cuando se logren tomar conciencia de prevención aplicando los distintos métodos de estabilización”. (p. 2)

Un sistema que está generando seguridad ante movimientos y caídas de rocas es la geomalla triaxial, es un geosintético que brinda gran capacidad de soporte ante desprendimientos de rocas reduciendo daños. La geomalla posee propiedades de retención de materiales granulares de gran tamaño, ya que su abertura de malla atrapa los fragmentos de roca salvaguardando vidas en carreteras, zonas urbanas y otros.

Con la finalidad de asegurar el tránsito en la carretera Néstor Gambeta km 25 a la altura de la refinería la pampilla en donde vemos la ubicación en la figura 3 y 4, en cualquier periodo del año es fundamental hacer este refuerzo a dicho talud para que en un futuro no ocurran accidentes en la carretera Néstor gambeta km 19, de tal manera que así evitamos posibles cierres en la vía, lo que se va a realizar es a analizar la estabilidad del talud, como podemos ver en la figura 2, ya que dicha carretera es la única salida del distrito de ventanilla, ya sea al Callao o Lima, así mismo se han tenido en cuenta uno de los principales antecedentes ocurridos en el año 2016, como podemos apreciar en la figura 1, donde una enorme roca se desprendió afectando al copiloto que iba en el vehículo de tal manera que se debe brindar seguridad en la zona para así evitar pérdidas socioeconómicas.

Para lo cual en este proyecto se emplean los distintos métodos de equilibrio que permitirán determinar el comportamiento del talud y a la vez utilizar el sistema geomalla triaxial, para que así nos pueda brindar un F_s estable, perfiles de falla, etc.



Figura 1. Av. Néstor Gambetta – La Pampilla, desprendimiento de rocas. (Fuente: América TV, 2016)



Figura 2. Estado actual del talud en la Av. Néstor Gambetta – La Pampilla. (Fuente: Imagen propia, 2019)

Ubicación del proyecto, el talud de corte está ubicado en la avenida Néstor Gambetta, en el distrito de Ventanilla-Callao.



Figura 3. Ubicación territorial del talud. (Fuente: Google earth, 2019)

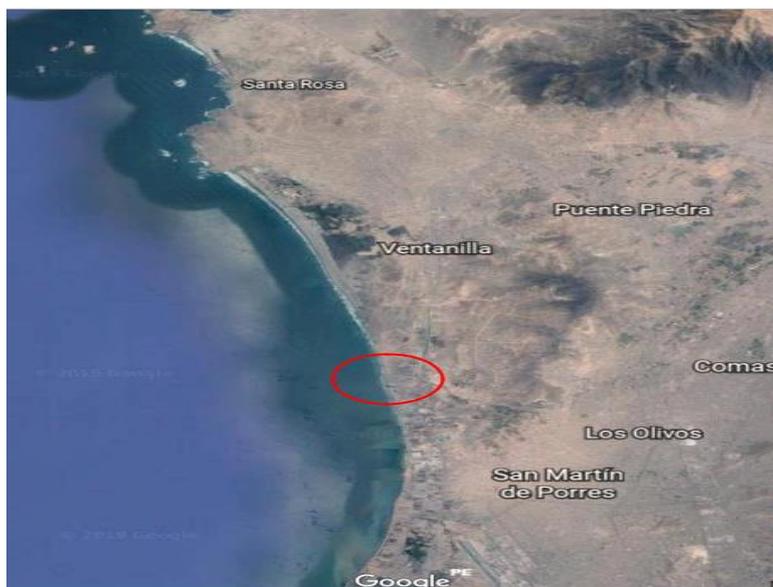


Figura 4. Mapa de ubicación del proyecto. (Fuente: Google earth, 2019)

Antecedentes internacionales, (León y Gonzales, 2013). Análisis cuantitativo de la estabilidad en taludes y ladera. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad de las californias internacional. **Tuvo como objetivo** dar a conocer información actualizada sobre el análisis de la estabilidad en taludes y laderas, con énfasis en los métodos de cálculo más utilizados, su aplicación y resultados obtenidos. Aplico **la metodología** de análisis cuantitativos clásicos de estabilidad en laderas y taludes. **Sus resultados** fundamentalmente son el Fs contra el deslizamiento, así como también la ubicación en cuanto a la geometría formada por la superficie de rotura, donde hallamos el volumen de suelo y roca en inminente falla o movimiento. **Se concluyó** que, analizando el mismo talud por diferentes métodos, que el método convencional de equilibrio limite nos dice que el talud es estable porque nos arroja un Fs de 1.20, mientras que el método tenso-deformación nos dice que no es estable.

Esta tesis **contribuye** a analizar el talud por diferentes métodos ya sea por equilibrio limite o el método tenso-deformación.

(Betún y Quishpe, 2016). Análisis de alternativas para la estabilidad del talud con el programa Geo-Slope en el sector el Prado Cantón Piñas, provincia de el Oro. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad Central del Ecuador. **Tuvo como objetivo** evaluar la estabilidad del talud en el sector el prado cantón, utilizando el programa Geo-Slope y así mismo hallar el Fs que mejor cumpla para así reforzar el talud con geomallas. Aplicó **la metodología** empleando el Método de equilibrio límite mediante el modelo de Morgenstern-Price y de Spencer. **Sus resultados** nos permiten ver 4 perfiles analizados, en la cual el perfil N°4 resulto ser el más inestable, y por ende se plantearon distintos sistemas de estabilización; Sin embargo, los 3 perfiles restantes arrojaron un Fs aceptable. sus **conclusiones** deducen que el sistema geomalla genera mayor resistencia y estabilidad de tal manera que así aumenta el factor de seguridad en las zonas más críticas.

Esta tesis **aporto** a analizar la estabilidad del talud con el programa geo-Slope mediante perfiles para así ubicar la zona más crítica y reforzarla con el sistema geomalla.

(Aguilar y Zúñiga, 2015). análisis comparativo de estabilidad de taludes mediante los métodos de equilibrio límite aplicado a taludes o laderas aledañas al cerro de la popa, casco urbano de Cartagena. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad de Cartagena. **Tuvo como objetivo** analizar la comparación de la estabilidad empleando los

distintos métodos de equilibrio límite en las laderas adenañas al cerro de la popa. aplico la **metodología** de investigación tipo mixta, ya que se investiga y se recolecta información a la vez; además es experimental ya que empleara el software SLIDE para obtener los factores de seguridad. **Sus resultados** arrojaron los factores de seguridad para todos los perfiles en la zona a estudiar. **Se concluyó** que los métodos de Spencer, Morgenstern-price y Bishop modificado; brindaron un buen Fs similarmente a los perfiles de la zona estudiada. Esta tesis **contribuye** que analizamos los taludes mediante perfiles y por los distintos métodos de equilibrio para así encontrar las zonas más inestables.

Antecedentes nacionales, (Mendoza, 2016). Análisis de estabilidad de taludes de suelos de gran altura en la mina Antapaccay. Tesis para obtener el título de ingeniero civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. 2016. 78 pp.

Tuvo como objetivos: Calcular el factor de seguridad óptimo para el talud y determinar los parámetros geotécnicos y físicos de diseño en la zona. Aplicó la metodología: Análisis de equilibrio límite en condiciones estáticas y pseudoestáticos. Para la obtención de los cálculos mediante métodos de Bishop simplificado, Spencer y Morgenstern – Price, utilizó el software de modelamiento Slide v.6.0 teniendo como factor la acción sísmica. Sus resultados fueron: Se obtienen FS distintos, los valores son muy cercanos, para una misma sección, la gran mayoría de FS no existen variaciones mayores al 5 % entre los valores más altos y más bajos obtenidos. Excepcionalmente, se presentan algunas variaciones de 7%. Por tal motivo, puede afirmar que el grado de precisión entre los tres métodos es similar. Por último, sus conclusiones explican: Se eligió en el rango de aceptable al perfil que reunía conformidad por medio de los métodos utilizados dando aceptabilidad a valores de $FS > 1.3$ en condiciones estáticas y $FS > 1.0$ en condiciones pseudoestáticos.

(Sackschewski, 2017). Soluciones para la estabilidad de taludes de la carretera Canta Huayllay entre las progresivas del km 102 al km 110. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. 2017. El **objetivo** fue desarrollar soluciones que sean eficaces y económicas para así garantizar la estabilidad de las laderas en la pita de Canta-Huayllay. Aplicó la **metodología** experimental, teniendo como principal fuente la información que se obtuvo en campo y los ensayos obtenidos en el laboratorio. **Sus resultados** fueron que nos brindó un factor de seguridad utilizando el programa Slide v6.0 de al aplicar el método de Spencer, con

aceleración sísmica de 0.17g y 0.11g. **Se concluyó** que el problema de inestabilidad fue producido por la construcción de trincheras, así como también debido a las filtraciones de agua.

Esta tesis **contribuye** con emplear el método de equilibrio límite, el apoyo y uso del programa Slide v6.0, aplicación de Spencer, análisis sísmico.

(Alvarado Salazar y otros, 2014). Estabilización de taludes en la costa Verde-Callao Tramo. Av. Santa Rosa-Jr. Viru. (1.3 Km). Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura 2014. Tuvo como **objetivo** tratar de evitar el riesgo de vidas y mejorar la calidad de vida de los habitantes, así mismo lograr normalizar frecuentemente el tránsito de acuerdo a las normas (MTC). El tipo de **metodología** es cuantitativa ya que se utilizó los ensayos geotécnicos; ensayos en laboratorio, trabajos en campo; además se realizó el modelamiento para encontrar las zonas de baja estabilidad para así plantear una posible solución. **Sus resultados** arrojaron de manera desarrollada un estudio general para así comprender de mejor manera su comportamiento, asimismo realizar un modelamiento y así brindar una solución inmediata. Esta tesis **contribuye** a realizar ensayos geotécnicos ya sean trabajos en campo, ensayos, así como también se debe optar por hacer un modelamiento de manera que encontraríamos rápidamente las zonas inestables.

Antecedentes en inglés, (Moudabel, 2013). slope stability case study by limit equilibrium and numerical methods. thesis to choose the professional title of civil engineer. tripoli university. he aimed is to study the difference of the safety factor. both for the limit equilibrium and for the numerical methods for five real cases. the methodology they were analyzed using limit equilibrium and finite difference methods to get more perspective for a relevant safety factor and slip surface. two slope stability software were used in this research: geostase based on lem and flac based on fdm. your results it was found that the fdm analysis had a safety factor value lower than the values by lem. this is because the fdm considers more parameters and performs a detailed analysis of the conditions of stress and tension in the strata.

En esta tesis de Libia se estudió el factor de seguridad para la estabilización de un talud mediante 2 métodos, el método de equilibrio límite y el de métodos numéricos para mostrarnos las diferencias en la cantidad, dando como resultados que el método numérico es más complejo y demanda más tiempo en realizarlo sin embargo nos brindó un factor

de seguridad más crítico que el de equilibrio límite, pero no la diferencia no es considerable.

(Prasad, 2016). slope stability evaluations by limit equilibrium and finite element methods. thesis for the degree of doctorate in civil engineering. norwegian university of science and technology. trondheim,2016. the objective the evolution of the stability of the values for the balance of limits and methods of finite elements. applied the methodology descriptive applied type also use geo slope and plaxis programs. your results all methods of limited equilibrium, except the fellenius (ordinary) and jambu methods, estimate a higher safety factor that the analysis of finite elements in the plaxis.

En esta tesis de noruega se hace una evaluación a la estabilidad de un talud mediante el método de equilibrio límite y el de elementos finitos, aplicando los programas geo slope y plaxis, brindándonos como conclusión que todos los métodos de equilibrio límite, excepto el de fellenius, yambú estiman un factor de seguridad más alto que el de elementos finitos en el software plaxis.

(zillur, 2012). slope stability analysis and road safety evaluation. thesis for the degree of doctorate in civil engineering. luleå university of technology. suecia ,2012. the objective evaluate the stability and safety of a road to understand the frequency and magnitude of problems to be solved. applied the methodology we will use both limit equilibrium method and element method for our analysis. modern geotechnical software programs are used, namely slope / w and plaxis. your results with slope / w it is easy to figure out the position of the critical sliding surface, safety map, probabilistic failure and safety factor. besides the limit equilibrium method overestimated the factor of security compared to the finite element method.

En esta tesis sueca realizada el año 2012, desarrollo un estudio de la estabilidad en un determinado camino para comprender la frecuencia y la magnitud de los problemas a resolver, empleando los programas slope y plaxis, brindándonos como conclusión que el software geoslope nos da rápidamente la superficie crítica, mapa de seguridad y fallo probabilístico a diferencia del plaxis que es más complejo.

(Nermeen, 2006). slope stability analysis using 2d and 3d methods. in partial fulfillment of the requirements for the degree master of science. the graduate faculty of the university of akron. akron,2006. the objective evaluate the effect to use advanced sliding surface

search techniques in the selection of the most critical sliding surface. applied the methodology it is experimental since it will use the software slide to obtain the security factors and also it does it by finite elements. your results the monte carlo technique proved to be the most rigorous method. in place the most critical sliding surface and therefore the most accurate factors safety.

En esta tesis mexicana analizó la estabilidad utilizando los métodos en 2D y 3D, empleando el software Slide para obtener así los factores de seguridad, aunque también uso el método de elementos finitos. Dándonos como conclusión de Monte Carlo demostró ser el método más riguroso brindándonos así los factores de seguridad más precisos.

Artículos científicos, Gallardo, Guerrero y Macgregor (2013) en su artículo científico titulada: “Investigación Geotécnica para la estabilización de las laderas del Barrio San Fermín, municipio de Ocaña, departamento de Norte de Santander (Colombia)” elaborada en la universidad san francisco de paula Santander cuyo objetivo es investigar las características del terreno para estabilizar dicha ladera mediante estudio topográfico, geológico y geotécnico. el tipo de investigación es descriptiva cuantitativa ya que realiza la modelación y evaluación cualitativa de la estabilidad de la ladera, para posteriormente proponer alternativas constructivas de estabilización, y con ello dar cumplimiento a los objetivos trazados. Y concluyo en este talud está conformado por suelos areno arcillosos, donde sus espesores varían desde 2.5 hasta 4m, aunque también se conforma por macizo rocoso ígneo, añadió que una vez modelado el software geoslope se pudo hallar los sectores más inestables y también los más estables.

valiente, Sobrecases y Diaz (2015) en su artículo científico titulada: “Estabilidad de Taludes: Conceptos Básicos, Parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo” cuyo objetivo la clasificacion de inestabilidades de acuerdo a su morfología, proponiendo asi caracterizar geotécnicamente los distintos materiales a emplear y exponiendo las principales metodologías. el tipo de investigación es aplicada descriptiva ya que nos describe los distintos métodos a desarrollar para encontrar la estabilidad, también menciona los métodos numéricos y nos brinda programas como el geoslope para modelar. Y concluyo que se tiene que conocer con la máxima precisión los parámetros resistentes ($c' - \phi\phi'$) de cada nivel afectado, ya que estos dependen del movimiento experimentado en el subsuelo.

Además, en los cálculos sobre la estabilidad se pueden emplear los métodos de equilibrio límite, aunque también se pueden con los numéricos. Estos métodos constan de leyes de la estática para determinar el estado de equilibrio de una masa de terreno potencialmente inestable.

Mora y Rojas (2011) en su artículo científico titulada: “Efecto de la saturación en el deslizamiento de talud en la comunidad San Juan de Grijalva, Chiapas” donde cuyo objetivo fue analizar la estabilidad de una ladera en san juan de Grijalva, municipio de Ostuacán, Chiapas, donde ocurrieron deslizamientos producto de las constantes lluvias de alta intensidad. El tipo de investigación es descriptiva ya que realizó la extracción de dos muestras inalteradas representativas del suelo que conforma el cuerpo del talud, obteniendo las propiedades índices, peso específico de sólidos, parámetros de resistencias (ángulo de fricción (ϕ), cohesión (c)) mediante pruebas triaxiales elaboradas en un laboratorio de suelos. Y concluyo que finalmente se logró establecer una relación entre el grado de saturación y el F_s de la ladera analizada. Demostrando así que la principal causa del deslizamiento fue la humedad del suelo en esta comunidad de Chiapas, esto producto que dicha modelación coincide con la fecha que ocurrió ese accidente de deslizamiento.

Escobar y Valencia (2012) en su artículo científico titulada: “análisis de estabilidad y probabilidad de falla de dos taludes de suelo tropical en la autopista Medellín – Bogotá en el tramo de vía entre marinilla y santuario.” elaborada en la Universidad Nacional de Colombia, cuyo objetivo es el fin de determinar el talud de corte más seguro en la ejecución de este tramo de vía. el tipo de investigación es aplicada ya que resolverá problemas prácticos con la finalidad de mejorar la zona de estudio. Y concluyo que, A la luz de los resultados, se propone y afirma que se reduce la resistencia del suelo por la disminución de la cohesión, asimismo también por las pérdidas al pasar del estado natural al saturado. Además, debido a que su topografía presenta variaciones no se puede extrapolar los resultados, aunque el otro factor importante que lo impidió fue su distancia entre las muestras que fueron de 7800m.

Estabilidad de taludes, Llamamos taludes a aquellas superficies inclinadas como se puede ver en la figura 5, que adoptan seguidamente las estructuras de la tierra, estas a la vez pueden ser naturales o artificiales. Para lograr que los taludes tengan una buena estabilidad se requiere realizar una serie de estudios que nos brinde información de su factor de seguridad, así como también las zonas de alta vulnerabilidad para así poder reforzar dichas zonas críticas, por lo que se así evitaría pérdidas económicas y humanas a la vez. Este proceso nos da encontrar la comparación del corte que se desarrolla en la superficie de falla mas inestable (braja, 2001, p.334).

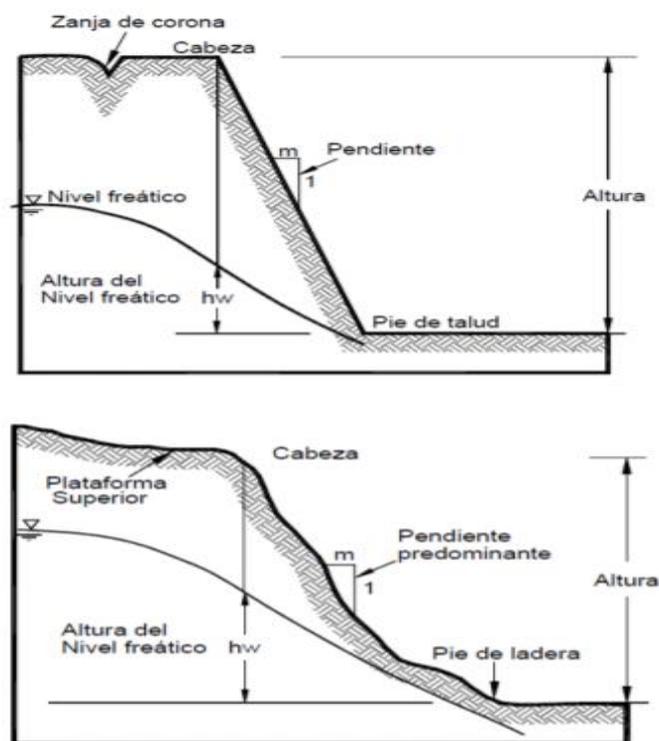


Figura 5. talud artificial(corte o relleno) y ladera natural. (Fuente: suarez,2002)

Método de equilibrio límite, Según las instrucciones de este método, podemos medir la estabilidad de un talud calculando el factor de seguridad n, en la región más vulnerable del talud. Dicha región crítica se encuentra limitada por la superficie de falla que presenta el menor valor de n. por lo mencionado anteriormente, se analizan métodos que evalúen todas las zonas del talud para así hallar la zona más inestable en el análisis. (Salazar,2015, p.65)

Estos métodos de equilibrio límite son los más usuales ya que son sencillos de utilizar, así mismo brinda un valor aproximado de coeficiente de seguridad.

Método de Bishop simplificado, esta metodología logra asumir las fuerzas verticales entre las dovelas son igual a cero. Por lo que no toman en cuenta las fuerzas cortantes, a la vez desarrolla las fuerzas en la dirección vertical de manera que elimina las fuerzas laterales, pero a su vez mejora el equilibrio de fuerzas. (Suarez, 2002, p.121.)

Podemos apreciar cómo actúan las fuerzas verticales en la figura 6, además cabe recalcar que la experiencia de este método nos muestra que es bastante preciso para encontrar el factor seguridad en el área más inestable. Nos brinda las siguientes ecuaciones:

$$FS = \frac{\sum (c \cdot B + (W - u \cdot B) \cdot \tan \phi / ma)}{\sum W \cdot \text{sen} \alpha} \dots\dots\dots (1.1)$$

$$ma = \cos \alpha \cdot \left(1 + \frac{\tan \alpha \cdot \tan \phi}{FS} \right) \dots\dots\dots (1.2)$$

- W : Peso de la dovela.
- W_T : Componente tangencial del peso de la dovela.
- W_N : Componente normal del peso de la dovela.
- N : Fuerza normal en la base de la dovela.
- H_{n,n+1} : Fuerzas horizontales aplicadas sobre la dovela.
- u : Presión de poros.
- U_i : Fuerza ejercida por la presión de poros.
- B : Base de la dovela.
- c : Cohesión del suelo.
- φ : Ángulo de fricción del suelo.
- α : Ángulo de la superficie de falla en la dovela.
- FS : Factor de seguridad.

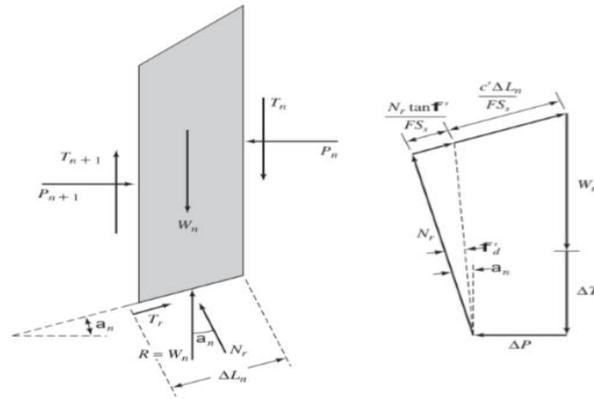


Figura 6. Método de Bishop simplificado. (Fuente: braja,2015)

Método de Spencer, se emplea para cualquier forma granulométrica de la ladera, ya que trata de equilibrar las fuerzas de los momentos, aunque este método se basa en que sean paralelas las fuerzas entre las dovelas, de tal manera que el ángulo de inclinación sería el mismo. (Suarez,2009, p.122.).

A continuación, se muestran en la figura 7, donde podemos apreciar cómo actúan las fuerzas sobre las dovelas:

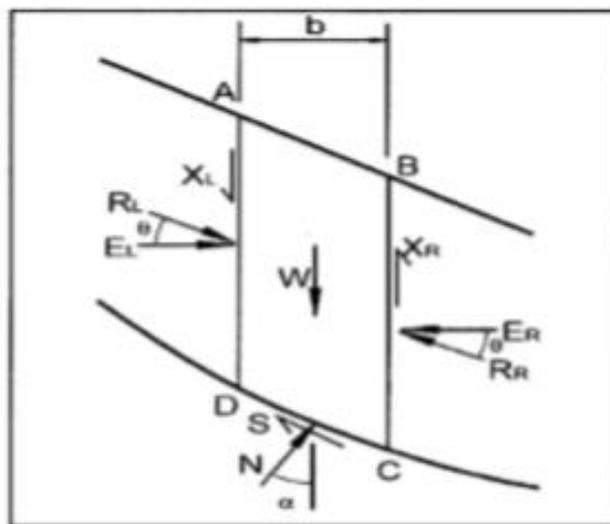


Figura 7. Fuerzas que actúan sobre las dovelas en el método de Spencer. (Fuente: Suarez,2009)

Se podría decir que este método es un poco más completo que el Bishop simplificado ya que toma en cuenta tanto el equilibrio de esfuerzos como de momentos. Sin embargo, su principal metodología es suponer que las fuerzas sean paralelas y que tengan el mismo ángulo de inclinación.

Aguilar y Zúñiga (2015, p. 33) manifiestan que “Spencer nos brinda 2 ecuaciones tanto de equilibrio de fuerzas como de momentos, las cuales se desarrollan para obtener los factores de seguridad, asimismo los ángulos entre las dovelas θ ”.

$$\dots\dots\dots (1.3)$$

$$N + F_v \cos \alpha - F_h \sin \alpha - Q \sin (\alpha - \theta) = 0$$

$$\dots\dots\dots (1.4)$$

$$S + F_v \sin \alpha + F_h \cos \alpha + Q \cos (\alpha - \theta) = 0$$

Método de Morgenstern – Price, Para este método se tiene una función, las cuales se relacionan con las fuerzas normales y cortantes entre cada dovela.

Salazar (2015, p. 81) indica que esta función “se puede considerar constante, sin embargo, al considerar cualquier función con el fin de encontrar los valores de las fuerzas entre las dovelas, nos permite manifestar que este método sea mejor incluso que el de Spencer”.

Para hallar el (F_s) correspondiente al método de elección no se afecta, ya que resta relevancia a su selección. Esta función está en términos de X_i y E_i (tensiones internas resultantes).

$$\frac{X_i}{E_i} = \lambda \cdot f(x) \dots\dots\dots (1.5)$$

En base a estas ecuaciones hallamos la “ecuación de las fuerzas”:

$$= \frac{dE}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \left(\frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + \operatorname{tg} \varphi' \left(\frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) = \dots\dots\dots (1.6)$$

Al imponer la condición de equilibrio se obtiene otra ecuación llamada “ecuación de momentos”:

$$X = \frac{d(E_\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx} \dots\dots\dots (1.7)$$

Este método satisface todas las condiciones de equilibrio, ya que utiliza ecuaciones de funciones, los cuales idealizan de forma real el relieve del sector de análisis.

El factor de seguridad, Definimos al factor de seguridad (Fs) como la división entre las condiciones reales que presenta cualquier talud y las condiciones que podrían desencadenar la falla. Se especifica de la siguiente manera:

$$FS = \frac{\int tr \cdot ds}{\int \tau \cdot ds} \dots\dots\dots (1.8)$$

Donde:

tr: resistencia al corte maxima en la superficie de deslizamiento.

T: resistencia al corte movilizada en la superficie de deslizamiento.

Ds: diferencial de longitud a lo largo de superficie de deslizamiento.

Según Braja (2001) afirma que “cuando el factor de seguridad (Fs) es menor o igual a 1, el talud se encuentra en riesgo inminente de fallo, pero cuando el valor es superior a 1 el talud es aceptable para el diseño” (p.336). cuando tenemos factor menor a la unidad es inestable con lo que estaría propenso a sufrir un deslizamiento, sin embargo, cuando es superior a la unidad se considera aceptable de modo que el talud posee más resistencia.

Para calcular la estabilidad del talud, ladera se tiene que hallar dicho factor de seguridad necesario que logre verificar la estabilidad total y global.

Tabla 1. Factores de seguridad según normativa

NORMATIVA	TALUD TEMPORAL		TALUD PERMANENTE	
	ESTATICA	SISMICA	ESTATICA	SISMICA
AASHTO LRFD	1,33-1,53	1,1	1,33-1,53	1,1
NAVFAC-DM7	1,3-1,25	1,2-1,15	1,5	1,2-1,15
FHWA-NHI-11-032	-	1,1	-	-
CE-020	-	-	1,5	1,25

Fuente: Valiente, Sobrecases y Díaz, 2015

Cuando analizamos la estabilidad Lo hacemos de manera estática o Pseudoestatico mediante la normativa en la tabla 1, en la cual empleamos la aceleración máxima horizontal en el diseño, la que calculamos siempre teniendo en cuenta la Norma E.030. dicha aceleración la obtenemos mediante:

$$A_{max-d} = PGA * S \dots \dots \dots (1.9)$$

A_{max-d}: Aceleración de diseño

PGA: Peak Ground Aceleration (Factor de zona)

S: Clasificación de suelos de acuerdo a la amplificación sísmica

La Aashto y la FHWA sugieren reducir el anterior resultado de la ecuación (1.24) a 1/2 o 1/3 en el caso de considerar métodos pseudoestáticos para el análisis de taludes, riberas o laderas, de esta manera se tiene:

$$A_d = 1/2 * A_{max-d} \dots \dots \dots (2.0)$$

Tabla 2. Suelos de acuerdo a la amplificación sísmica

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

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente, 2016

Cabe recalcar que es de suma relevancia tener en cuenta la ubicación del proyecto para ver el tipo de suelo mediante la tabla 1, así como también se puede apreciar en los mapas de zonificación en la figura 8 y 9, para saber las características principales del suelo en la cual desarrollaremos el proyecto.

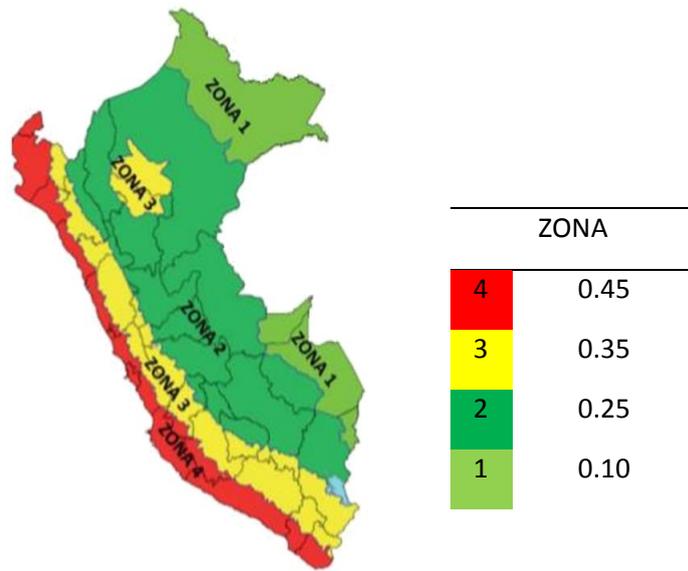


Figura 8. factor de zonificación (Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente,2016)

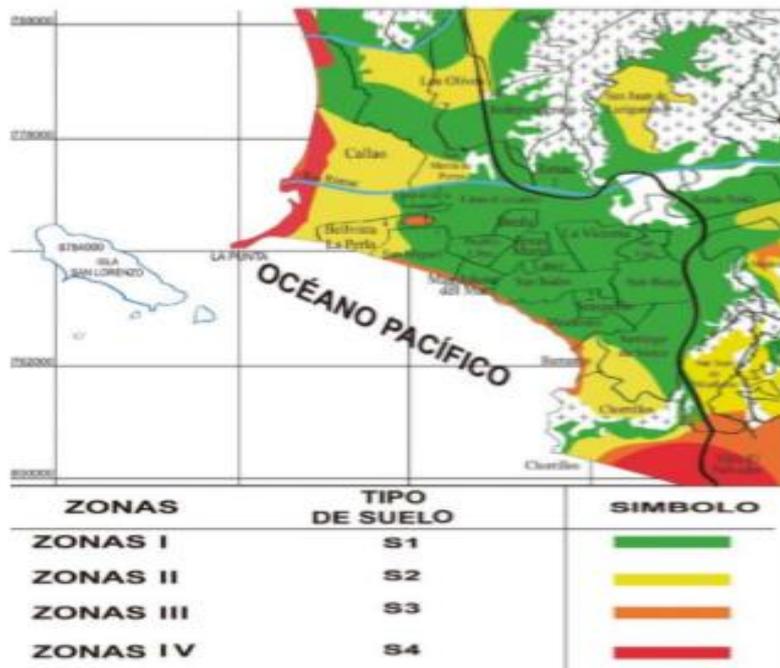


Figura 9. Zonificación en función al tipo de suelo. (Fuente: Cismid,2005)

Parámetros geotécnicos, Estos parámetros son los que caracterizan al terreno de la zona a evaluar; son factores importantes ya que influyen bastante en cuanto a la estabilidad de la ladera, de modo que se mencionan algunos ensayos empleados en el estudio. Además, la zona de estudio se denomina arena mal graduada con grava angulosa en matriz de arena y limo, la cual podemos ver en la figura 10, ya que esta nos brinda los tipos de suelos en todo el callao.

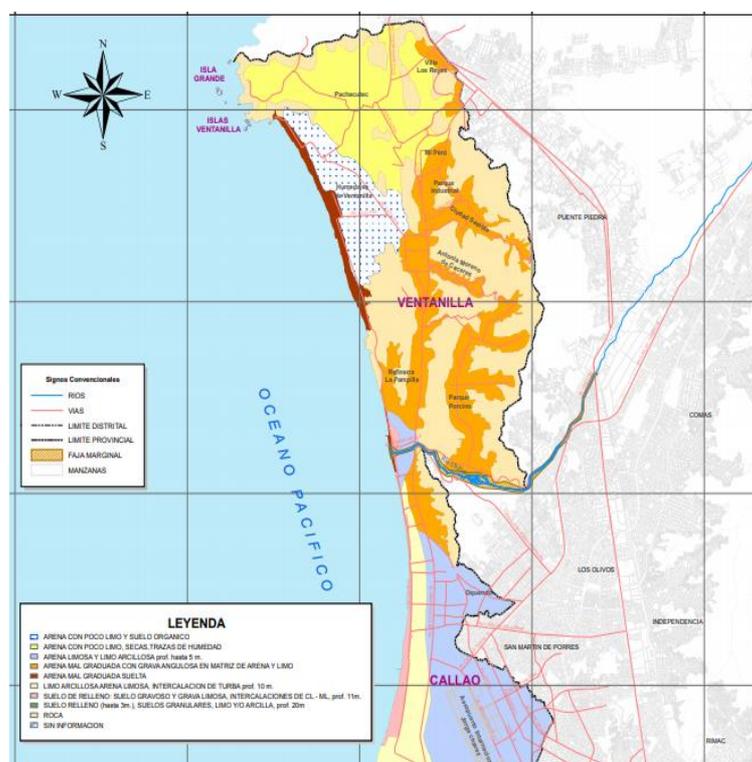


Figura 10. Microzonificación Geotécnica del Distrito de ventanilla. (Fuente: ONERN,2011)

Mecánica de suelos, Esta mecánica consiste en aplicar una serie de principios a los distintos problemas que se nos presentarían en un contexto real como acumulación de sedimentos, ya sea por la fracturación de macizos rocosos o la desintegración, así contenga o no material orgánico (Terzaghi, 2016).

Calicatas, Cuando aplicamos esta técnica consiste en excavar los suelos ya sean finos o granulares para lograr visualizar directamente la confirmación, el perfil estratigráfico, discontinuidades, nivel freático entre otros.

Granulometría, Consiste en medir y separar los tipos de suelos y agregados, esto nos permite generar la curva granulométrica cuando realizamos el proceso del tamizado, dicha curva nos indica a qué tipo de clasificación pertenece dicho material a estudiar. “la curva de distribución se utiliza para comparar los distintos sólidos. Aunque también se pueden hallar tres parámetros básicos de suelos que se emplean para la clasificación granular en los suelos” (Braja M. Das, 2015, p. 40). En relación a los parámetros:

- Tamaño efectivo (D10).
- Coeficiente de gradación (Cc).
- Coeficiente de uniformidad (Cu).

Ensayos de corte, Realizamos este ensayo con el fin de hallar la resistencia del suelo, extrayendo una muestra la cual fue sometida a fatigas o deformaciones que simulen las que existirán producto de la aplicación de una carga. Con este ensayo se puede realizar en todo tipo de suelos y cuya finalidad es determinar:

- La resistencia al corte del suelo.
- La cohesión.
- El ángulo de fricción interna.

Parámetro geométrico, (Matteis Álvaro, 2003) “ladera es aquella inclinación que se verifica respecto a una línea horizontal, la cual tomara una forma definitiva acogiendo las masas de suelo”. Estos parámetros son de suma importancia, en cuanto a la dimensión de la altura en inclinación(pendiente), dicho factor influye considerablemente en la estabilidad de la ladera ya que determina el grado de riesgo.

- Topografía: este estudio nos describe la superficie de la tierra, ya que estas poseen las características de la zona. Posteriormente se plasma en el plano, con las medidas de la zona, asimismo se realiza la sección transversal para entender mejor la topografía.
- Cartas nacionales del IGN: serán empleadas para interpretar las imágenes aéreas como del satélite, las cuales deben acotar principalmente las características estructurales y estratigráficas.

Aplicación del sistema geomalla triaxial, La aplicación de este sistema nos brinda la seguridad antes las caídas o desprendimientos de fragmentos de rocas, generando así una protección para los transeúntes. Además, en lo ambiental reduce la emisión de carbono. Verificamos la correcta aplicación del sistema de geomallas por medio de la simulación

sísmica en el programa computacional, así como también el uso de fichas de recolección de datos.

Geomalla triaxial, Estas geomallas poseen 3 direcciones las cuales le brinda una buena rigidez, incluso están reforzadas debido a su forma geométrica en forma de triángulo, de modo que así obtenemos una estructura completamente diferente a comparación con otras geomallas disponibles en el mercado, brindando así una buena consistencia en los 360 grados (tensar,2016).

La distribución tridimensional como podemos ver en la figura 11, en la cual la carga actúa radialmente en todos los niveles, de modo que así ayuda a desempeñar óptimamente el refuerzo de la geomalla mediante una capa estabilizada en forma mecánica. Es por ello que las geomallas triaxiales a diferencia de las biaxiales poseen mejor distribución de los esfuerzos radiales.



Figura 11. Geomalla triaxial. (Fuente: tensar, 2016)

Propiedades físicas, Las propiedades se pueden hallar fácilmente con mediciones directas en laboratorio con instrumentos calibrados. Entre las propiedades más importantes tenemos:

Espesor de nodos o juntas, La altura de la costilla nos asegura el entrelazamiento entre el agregado con la geomalla de manera que así distribuye de mejor manera los esfuerzos, así como también reduce la deflexión en las capas; impidiendo así cualquier desprendimiento de las partículas. Así mismo cabe recalcar que las juntas poseen buena rigidez (palma, 2015, p.41).

Se proporcionan 4 tipos de geomallas triaxiales TX5, TX7, TX140, TX160; que varían según su espesor y el tamaño de la abertura y costillas.

Forma de la apertura, Es la separación entre las costillas, la geomalla posee una forma geométrica triangular como podemos ver en la figura 12, la cual permite retener las partículas de los agregados en las aperturas de la geomalla, provocando un confinamiento; formando así una capa rígida que mejore el desempeño. Las características serán reflejadas según las propiedades a las que se someta la geomalla.



Figura 12. estructura exclusiva de las geomallas triaxiales. (Fuente: tensar,2016)

Forma de las costillas, la forma exclusiva de las costillas son las que producen el confinamiento, haciendo que las partículas se entrelazan entre sí mismas y la geomalla, gracias a su rigidez y resistencia que se produce en las esquinas. Como podemos observar en la figura 13, su efecto se asemeja bastante al triángulo del billar, donde se confina las partículas de los agregados arriba, medio y debajo del plano.

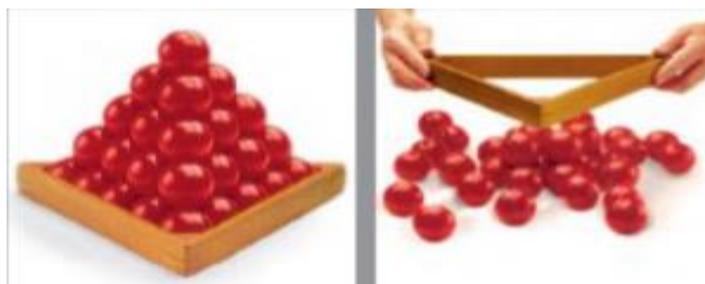


Figura 13. confinamiento según el triángulo de billar. (Fuente: tensar,2012)

Integridad estructural, Las geomallas son fabricadas a partir de láminas de resinas compuestas por el polímero polipropileno, estiradas uniformemente en tres direcciones de tal manera que forma costillas y uniones de alta rigidez.

Las geomallas poseen buena consistencia en cuanto a la flexión de tal manera que se pueden instalar fácilmente en cualquier tipo de suelo, y también posee una buena rigidez torsional, conteniendo 6 costillas por unión, hechos para impedir cualquier movimiento rotacional las cuales son provocadas mayormente por los suelos compactados y los de rellenos (TDM PERU,2015). dichas características las podemos ver en la tabla 3.

Tabla 3. *Características de la geomalla triaxial*

Propiedades	Longitudinal	Diagonal	Transversal	General
Distancia entre costillas paralelas, mm (in) ⁽²⁾	40 (1.60)	40 (1.60)	-	
Profundidad al centro de la costilla, mm (in) ⁽²⁾	-	1.6 (0.06)	1.4 (0.06)	
Ancho al centro de la costilla, mm (in) ⁽²⁾	-	1.0 (0.04)	1.2 (0.05)	

Fuente: TDM,2015

Durabilidad, La geomalla posee buenas características donde entre las principales tenemos:

- Fortaleza en las uniones para transferir las cargas en toda la malla.
- Estructura de malla abierta.
- Rigidez torsional.
- Durabilidad a los esfuerzos de la instalación.

Dichas propiedades mecánicas y físicas las podemos encontrar en la tabla 4.

Tabla 4. propiedades de geomallas para refuerzo

PROPIEDADES/ CARACTERÍSTICAS	NORMA	UNID.	TIPO				
			I	II	III	IV	V
PROPIEDADES MECÁNICAS							
Resistencia mínima a la tracción inicial en la dirección longitudinal	ASTM D4595	kN/m	15	30	40	70	100
Resistencia mínima a la tracción inicial en la dirección transversal		kN/m	5	15	25	20	20
Deformación máxima a rotura (longitudinal)		%	16				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS							
Abertura de malla		mm	≥ 20 ≤ 35				

Fuente: Díaz y otros,2009

Problema general, ¿De qué manera el sistema de geomalla triaxial influye en la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019?

Problemas específicos, ¿Qué métodos de equilibrio limite brindan mejor factor de seguridad aplicando el sistema geomalla triaxial en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019?

¿De qué forma la integridad estructural de la geomalla mejora la estabilidad del talud de corte en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019?

¿Qué efecto tiene la sismicidad en la estabilidad del talud de corte en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019?

Justificación teórica, En esta investigación aportare sobre el estudio de la estabilización de taludes mediante el sistema geomalla de un cerro en la av. Néstor Gambetta, distrito de ventanilla- callao. Se obtendrá información del comportamiento del talud mediante perfiles para poder ver que gran inestable se encuentra dicho cerro, la relevancia más importante de esta investigación es la de prevenir futuros desprendimientos mediante el sistema geomalla en el distrito de ventanilla.

Justificación práctica, Es de suma relevancia presentar este tipo de investigación, ya que servirá de información complementaria a futuras investigaciones, en el distrito de ventanilla. De modo que así se podrían evitar futuros accidentes.

Justificación social, El desarrollo de este proyecto es de suma relevancia para el distrito de ventanilla ya que de esta manera estaríamos brindando una forma de mejorar la estabilidad del talud de corte en la av., Néstor gambeta, por lo cual así se estarían evitando pérdidas económicas y humanas.

Justificación metodológica, Para plasmar de mejor manera la investigación, se hace el recojo de información y visita en campo para describir de mejor manera la realidad de la zona, tomando así un enfoque cuantitativo obteniendo resultados reales, de tipo experimental.

Hipótesis general, El sistema de geomalla triaxial influye significativamente en la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

Hipótesis específica, El método de Bishop simplificado brinda un mejor factor de seguridad al aplicar el sistema geomalla triaxial en el talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla, 2019.

La integridad estructural de la geomalla mejora considerablemente la estabilidad del talud de corte en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

Un sismo de gran magnitud disminuye considerablemente la estabilidad del talud de corte en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

Objetivo general, Determinar de qué manera el sistema de geomalla triaxial influye en la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

Objetivos específicos, Indicar qué métodos de equilibrio limite brindan mejor factor de seguridad aplicando el sistema geomalla triaxial en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

Evaluar de qué manera la integridad estructural de la geomalla mejora la estabilidad del talud de corte en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

Evaluar de qué forma un sismo de gran magnitud disminuye la estabilidad del talud de corte en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

II. MÉTODO

2.1. Diseño, método, tipo y nivel de investigación.

Diseño de investigación

Niño (2011, p. 53), menciona que:

“En un sentido general, se entiende por diseño a la creación de un plan que asuma en su totalidad todos los procesos, las cuales incluyen las distintas fases y actividades a realizar, iniciando con la formulación del problema y la delimitación del tema hasta establecer los instrumentos, técnicas y métodos de análisis”

La presente investigación muestra un diseño experimental, porque hay varianza en los resultados o manipulación de los mismos utilizando la relación causa - efecto. De esta misma forma posee una subdivisión transversal puesto que la recolección de información y datos fueron en tiempo singular.

Enfoque del estudio

El estudio posee un enfoque cuantitativo, ya que se recolectaron datos para poder aprobar las hipótesis y teorías propuestas basándose en mediciones numéricas.

El enfoque en este caso cuantitativo muestra un conjunto secuencial de procesos, cada secuencia o proceso se entrelaza entre si por lo que en algunos casos no se saltean uno de otro. Este proceso es riguroso, aunque se puede hacer una redefinición de una fase. Todo esto parte inicialmente de una idea la cual se delimita y resultan cuestiones y objetivos del tesista; para ello se revisa información literal y conceptos teóricos. (Hernández *et al.*, 2014, p. 4)

Método de investigación

Arias (2012) menciona que, “El método científico es el conjunto de gestiones, tácticas y procesos que se utilizan para formular y solucionar problemáticas de investigación por medio del ensayo o comprobación de hipótesis”. (p. 19)

El presente estudio de investigación usa el método científico; porque se indica una problemática de interés, la cual se colocó a prueba con las hipótesis propuestas; por medio de técnicas y procedimientos que apoyen con el desarrollo y dar contestación a la problemática.

Tipo de investigación

Del Cid, Méndez y Sandoval (2011, p. 17), indican que “si la principal finalidad de una investigación es generar cambios que mejoren la calidad de vida de los humanos,

resolviendo distintas problemáticas que aquejan a la sociedad, se estaría hablando de investigación aplicada. La investigación es instrumental cuando nos ayuda a tomar decisiones para mejorar los problemas hallados”.

Basado en la teoría el presente estudio maneja un tipo de investigación aplicada porque se están resolviendo problemas prácticos, aplicados a la vida cotidiana y que tiene por fin la mejoría del lugar.

Nivel de estudio

Para Palella y Martins (2012, p. 93), “el estudio se basa en hallar las causas de algún determinado fenómeno ya sea complejo o delicado, en donde se corre un riesgo alto de cometer algún error”.

Se maneja un nivel de estudio explicativa porque como se manifiesto respecto al diseño experimental este busca encontrar la relación causa - efecto, por lo cual la explicación de qué o cómo ocurre el fenómeno y que ocurrencias trae es necesario para el desarrollo del estudio.

2.2. Variables y operacionalización

Variables

Las correctas interpretaciones de las variables de estudio están expresadas de forma dependiente e independiente, los cuales se presentan a continuación:

- ✓ Variable independiente: Estabilidad del talud de corte
- Variable dependiente: Aplicación del sistema geomalla triaxial

Operacionalización

La operacionalización en su conjunto ayudo a entender mejor las división e interpretación de sus respectivas dimensiones e indicadores, teniendo de por medio los instrumentos. La operacionalización de las variantes se puede observar en la Tabla 5, al mismo tiempo de formalizar la matriz de consistencia.

Tabla 5. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
V1. Aplicación del sistema geomalla triaxial	La aplicación del sistema geomalla brinda la seguridad ante caídas o desprendimientos de fragmentos de rocas, generando una protección para el resguardo de los transeúntes.	Se verifica la correcta aplicación del sistema de geomallas por medio de la simulación sísmica en el programa computacional y el uso de las fichas de recolección de datos.	Características	Espesor de nodos o juntas	Especificaciones técnicas del material de refuerzo (geomalla) y fichas de recolección de datos bajo juicio de expertos
				Forma de la costilla	
				Forma de abertura	
			Integridad estructural	Eficiencia de las juntas	
				Estabilidad de la abertura	
				Rigidez radial	
Durabilidad	Resistencia a la degradación				
	Resistencia a la luz ultravioleta				
V2. Estabilidad del talud de corte	La teoría básica de la estabilidad de taludes se fundamenta en el equilibrio que posee las masas de tierra o dovelas por medio de fuerzas actuantes y fuerzas resistentes, esto implica conocer la teoría de equilibrio límite basado en dovelas o tajadas.	Se realiza el proceso de análisis mediante el uso de la teoría básica de estabilidad de taludes y programas computacionales para la modelación y simulación de los perfiles teniendo por medio parámetros establecidos.	Métodos de equilibrio límite	Método de Bishop simplificado	Programa de modelamiento Slide
				Método de Spencer	
				Método de Morgenstern-Price	
			Parámetros geotécnicos	Ángulo de fricción	Ensayo de suelos
				Cohesión	
				Peso específico	
			Parámetros geométricos	Altura	Topografía y autocad
				Longitud	
				Pendiente	
			Condición de análisis	Estático	software slide y IGP
Pseudoestático					

Fuente: Díaz y otros, 2009

2.3. Población, muestra y muestreo

Población

Balestrini (2006, p. 137), define que “la población o universo describen un conjunto de elementos donde pretendemos investigar y así encontrar sus principales características, para la cual las conclusiones en la investigación serian validas”.

Población: Comprende todos los taludes de corte cercanos a vías con posibilidades de desprendimientos de roca o sistemas inestables.

Muestra

Borja (2016, p. 31), manifiesta que:

Para una investigación cuantitativa, la muestra a estudiar solo representa a un subgrupo de la población total, en la cual se recolectan datos. El investigador tratara que los resultados de la muestra logren generalizarse a la población. La muestra siempre tiene que ser estadísticamente representativa para lograr lo mencionado anteriormente.

Muestra: Un talud de corte ubicado en la zona de las progresivas de la carretera Av. Néstor Gambeta – Ventanilla, teniendo 2 perfiles de análisis para la sección de estabilidad.

Muestreo

El estudio maneja un muestro no probabilístico del tipo intencional, “al momento de realizar los muestreos influye considerablemente el investigador, ya que este al momento de seleccionar la muestra tiene que prevalecer las razones a su comodidad y criterio”. (Valderrama, 2013, p. 193)

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Del Cid, Méndez y Sandoval (2011, p. 110), mencionan que “este proceso se basa en encontrar las técnicas e instrumentos que nos facilite ubicar las fuentes, que nos permita poder obtener la información necesaria”.

Respecto a lo mencionado es necesario tener en mente que técnicas, instrumentos de recolección de información se utilizaron, además de su correcta validez y confiabilidad.

Técnica

“la técnica de investigación son procedimientos que poseen gran relación con el echo estudiado y a la vez con los recursos disponibles, que nos lleve a generar información considerablemente para la investigación”. (Del Cid, Méndez y Sandoval, 2011, p. 111)

Este estudio conlleva a utilizar las técnicas de observación directa en laboratorio respecto al comportamiento de los perfiles con y sin refuerzo de geomalla, además de la recolección de información y datos dados en ese instante de la simulación.

Instrumentos de recolección de datos

Arias (2012, p. 68), indica que “llamamos instrumento a cualquier táctica, recurso, o formato ya sea en papel o digital, que se utiliza para obtener o almacenar alguna información considerable”.

Como instrumentos se emplearon los respectivos ensayos de suelos, programas computacionales y fichas de recolección de información y datos respecto a las variables de análisis y criterios propios vistas en campo y laboratorio.

La ficha es de mucha importancia ya que durante el desarrollo de esta investigación se verifico su respectiva validez y confiabilidad.

Validez

“es una propiedad del instrumento la cual hace que este nos ayude a medir alguna variable, para la cual sea el instrumento preciso, el indicado”. (Niño, 2011, p. 87)

En función a lo definido la validez de los instrumentos de recolección de datos se llevó a cabo por medio de juicio de expertos. fueron 3 especialistas profesionales los cuales calificaron si la ficha está estructurada correctamente.

Tabla 6. *Valores mínimos de validez, según grupo de expertos*

Numero de Expertos	Valor Mínimo (Coeficiente)	Semáforos
40	0.29	Naranja
20	0.42	Naranja
15	0.49	Amarillo
10	0.62	Verde
De 3 a menos de 10	De 0.84 a 0.90	Celeste

Fuente: Sánchez, 2011

En función de la Tabla 6, se pudo realizar la validación directa de las fichas de recolección de datos, propuestas como instrumentos, además se debe midio la puntuación respecto a 3 especialistas teniendo rangos para considerarla como una validación aceptable.

Cabe recalcar que se obtuvo una validez aceptable de 0.86 tal como se puede apreciar en la tabla 7.

Tabla7. *Calificación de la validez*

<i>Validez</i>	<i>Experto 1</i>	<i>Experto 2</i>	<i>Experto 3</i>	<i>promedio</i>
<i>Variable independiente</i>	0.82	0.92	0.79	0.84
<i>Variable dependiente</i>	0.83	0.94	0.83	0.87
<i>Índice de validación</i>				0.86

Fuente: Elaboración propia, 2019

Confiabilidad

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 200), la definen como un “grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes”; de tal manera que su constante aplicación a un objeto o individuo produzca fines iguales.

Para generar una confiabilidad aceptable se tiene de por medio la utilización de normas nacionales para los ensayos de suelos y partes técnicas de realización en campo, además de tener un juicio de expertos que evalúan fichas de recolección de datos para la toma de información en campo. Los certificados de calibración de los instrumentos de ensayo también son parte esencial de la confiabilidad, también tener en cuenta que la parte topográfica será por medio de cartas nacionales del IGN o levantamientos topográficos con máquinas calibradas correspondientes con margen de error aceptable.

La modelación de la zona, así como su respectiva protección será por medio de programas computacionales reconocidos de uso ingenieril como es el Slide v 6.0, entre otros. Para la parte de la utilización de la geomalla se tendrá las especificaciones técnicas del fabricante, así como manuales de diseño técnico.

2.5. Métodos de análisis de datos

Para que el trabajo de investigación tenga un proceso de desarrollo de resultados y redacción de datos ordenados se opta por usar el siguiente método de análisis:

- ✓ **Recopilación de la información:** En esta parte se realiza la recolección de toda la información de campo, bibliográfica, laboratorio u observación directa necesaria para el avance y posterior desarrollo de la investigación.
- ✓ **Trabajos de campo:** Comprende la parte de los trabajos “In Situ” o campo, como son la parte geotécnica, calicatas, topografía, hidrología, entre otros.
- ✓ **Etapas de gabinete:** En esta sección se realiza el procesamiento de datos e información relevante obtenidos de las diferentes formas como son de campo, bibliográfica o laboratorio de ensayos para así generar los resultados correspondientes y esperados.

2.6. Aspectos éticos

Para generar un trabajo óptimo y veraz se prefiere realizar una investigación confiable fundamentando los datos obtenidos de forma íntegra sin realizar ninguna manipulación mostrando resultados verdaderos con ética y base moral correspondientes a la problemática planteada, las citas y referencias serán hechas en base a las normativas y estándares internacionales de redacción como es el ISO 690 y 690-2. Además de la redacción y revisión por partes de especialistas del tema generando validez y aspectos de criterio, verificando los porcentajes de similitudes por medio del programa turnitin.

III. RESULTADOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

El talud de corte se encuentra ubicado en el distrito de Ventanilla a la altura del km 19.00 de la av. Nestor Gambetta, margen izquierda de la ruta Ventanilla – Callao, distrito de Ventanilla, provincia constitucional del Callao, con referencia al frente de la Refinería La Pampilla, tal como podemos apreciar en la figura 14.



Figura 14. Ubicación de la zona de estudio. (Fuente: Google Earth®, 2019)

La zona es conformada en su mayoría por cerros que están muy pegados a la av. Nestor Gambetta. Debido a algunos deslizamientos en dicho talud, la gente ha sido la más perjudicada. Es por ello de la importancia de reforzar dicho talud para evitar futuros accidentes, en la tabla 8 se muestran más características de la zona a estudiar.

Tabla 8. Datos de la zona del talud

Departamento	Callao
Provincia	Callao
Distrito	Ventanilla
Zona	06
Ubicación geográfica	Longitud oeste: 77° 4' 37" O Latitud sur: 11° 52' 0" S Altitud: 55 msnm.

Fuente: Google Earth, 2019

Tabla 9. Puntos y coordenadas de control UTM

	Latitud(S)	Longitud(w)	Este(x)	Norte(y)	Altura
MPP1	11°55'38.46509"S	77°07'49.85436"O	268,097.198	8,684,349.182	88.47m

Fuente: IGN, 2019

En la tabla 9, se puede apreciar un punto geodésico de coordenada, el cual se empleo como un punto referencial hacia la zona de estudio.

Recaudación de información

El presente trabajo de investigación se fundamenta mediante el uso de información previamente revisada, tales como:

- Norma E.030 Diseño Sismorresistente (RNE).
- Norma E.080 diseño y construcción con tierra reforzada (RNE).
- Tesis relacionadas con el tema de investigación, verificando los datos para después procesarlos, entre otros.

Panorama de la zona

En la Figura 15 se aprecia el deterioro e inestabilidad del talud a estudiar, esta inestabilidad está haciendo poner en peligro a los vehículos que transitan por la av. Nestor Gambetta. No existe sistemas de protección en el margen de la carretera, Actualmente dicho talud no posee defensas como protección.



Figura 15. Riesgo de la inestabilidad. (Fuente: Imagen propia, 2019)

El talud presenta deslizamientos a causa de la inestabilidad, rocas que están a punto de desprenderse de la parte superior del talud, el suelo posee inestabilidad al poseer material granular como se observa en la Figura 16.



Figura 16. Toma frontal del terreno. (Fuente: Imagen propia, 2019)

3.2. Trabajos preliminares

Para el inicio del estudio se realizan trabajos básicos e introductorios para su desarrollo, esto

comprende desde el estudio de geotecnia con la excavación de calicatas para obtener las características del terreno.

También se grafica la vista en perfil como se puede ver en la figura 17, mediante el software AutoCAD Civil 3D. lo que posteriormente se analizará en el programa Slide v 6.0.

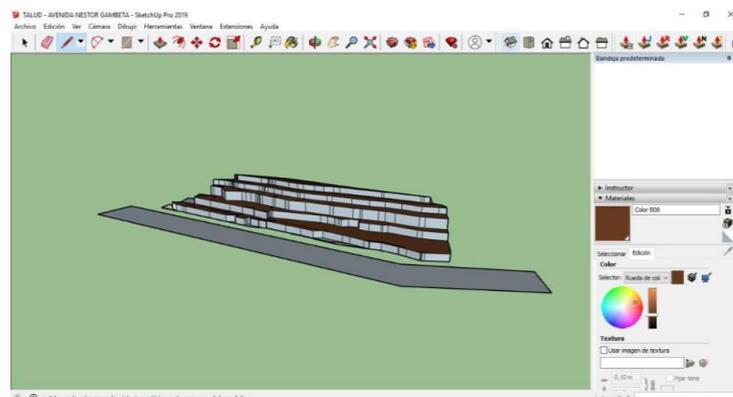


Figura 17. Perfil del talud de corte. (Fuente: Imagen propia, 2019)

Calicata

Se realizó 2 calicatas de 2.5 mts de profundidad como podemos apreciar en la tabla 10 y 11, para analizar las características del suelo que nos permitan obtener muestras significativas para indicar el tipo de suelo, cada excavación fue a cielo abierto, realizada a 15 m aproximadamente de distancia uno del otro, Para las calicatas se ha tomado en cuenta la referencia de la profundidad por medio de los expertos del laboratorio, además no se encontró nivel freático. Estas muestras fueron llevadas al laboratorio de la universidad nacional de ingeniería para su respectivo análisis, además se tiene las características observadas en campo, además la cantidad necesaria solicitada para el ensayo fue de 30kg por cada muestra por lo que fue necesario realizar los ensayos de granulometría, corte directo y Proctor estándar. En campo se pudo constatar la inestabilidad de una parte del talud al momento de realizar las excavaciones.

Tabla 10. *Características de la calicata 1*

Calicata C-1	
Profundidad	Descripción
0.00-0.50 m	suelo son presencia de gravas gruesas, color canela claro con densidad media, no presenta alteración humana.
0.50-2.5 m	grava arcillosa, poco húmeda con 28% de arena y 13% de partículas finas.

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 11. *Características de la calicata 2*

Calicata C-2	
Profundidad	Descripción
0.00-0.50 m	suelo son presencia de gravas gruesas, color canela claro con densidad media, no presenta alteración humana.
0.50-2.5 m	grava arcillosa, poco húmeda con 33% de arena y 14% de partículas finas.

Fuente: Elaboración propia, 2019

3.3 Ensayo Granulometrico

Se realizó este ensayo de granulometría por tamizado para analizar la distribución de las partículas de las muestras obtenidas en las calicatas de la ladera. La tabla 12, muestra los resultados granulométricos obtenidos en el laboratorio de la UNI.

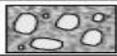
Tabla 12. *Ensayo de granulometría*

Calicata		C-1	C-2
Muestra		M-1	M-2
Profundidad (m)		2.5	2.5
Análisis granulométrico o por tamizado- ASTM D 6913			
Tamiz	(mm)	% Acumulado que pasa	
3"	75.00		
2"	50.00	100	100
1 1/2"	37.5	97	98
1"	25.00	88	87
3/4"	19.00	82	81
1/2"	12.50	66	69
3/8"	9.50	58	64
1/4"	6.30	46	53
N° 4	4.75	41	47
N° 10	2.00	29	34
N° 20	0.85	23	26
N° 30	0.600	21	23
N° 40	0.425	19	21
N° 60	0.250	18	19
N° 100	0.150	16	17
N° 140	0.106	14	15
N° 200	0.075	13	14
Límite líquido, plástico e índice de plasticidad- ASTM D 4318			
Límite Líquido		24	28
Límite Plástico		17	20
Índice de Plasticidad		7	8
Clasificación de suelos SUCS- ASTM D 2487			
Clasificación		GC con arena	Gc con arena

Fuente: Ensayo de laboratorio, 2019

Como resultado del análisis granulométrico de las 2 calicatas las cuales tuvieron 2.5 mts de profundidad y 1 metro cuadrado de ancho, con la que encontramos los porcentajes de grava, arena y finos. Además tenemos los límites líquido y plástico, con lo que obtenemos los índices de plasticidad para así poder observar mediante la clasificación sucs que estamos ante un suelo Gc

Tabla 13. Simbología de suelos

DIVISIONES MAYORES		SIMBOLO		DESCRIPCION
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA

Fuente: (Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, 2006)

Una vez obtenido la clasificación sucs en el análisis granulométrico de las muestras de las calicatas; la cual fue Gc, recurrimos a la norma E.050 suelos y cimentaciones para lograr describir que tipo de suelo estamos evaluando, en donde nos brindó como descripción grava arcillosa, la cual podemos apreciar en la tabla 13.

3.4 Ensayo de Corte directo

El ensayo de corte directo se realizó con la finalidad de hallar la resistencia del suelo ante esfuerzos provocados por fatiga y deformaciones, además permite calcular el ángulo de fricción interna y cohesión del suelo.

Tabla 14. Resultado del ensayo de corte directo 1

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080				
Especimen:		A	B	C
Lado:	(cm)	5.97	5.97	5.97
Altura:	(cm)	1.79	1.79	1.79
Densidad Seca:	(g/cm ³)	1.628	1.628	1.628
Humedad Inicial:	(%)	4.3	4.3	4.3
Humedad Saturado:	(%)	18.2	17.2	15.5
Esfuerzo Normal:	(kg/cm ²)	0.50	1.00	1.50

Fuente: Ensayo de laboratorio, 2019

Se realizo el ensayo de corte directo para la calicata 1, la cual podemos apreciar en la tabla 14, con la finalidad de obtener asi los ángulos de fricción y cohesion para asi poderlos incluir en el software Slide para poder obtener el factor de seguridad en el talud. La cual nos brindó como resultado que esta muestra tiene un ángulo de fricción de 34.4° y cohesion de 0.06 kg/cm².

Tabla 15. Resultado del ensayo de corte directo 2

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080				
Especimen:		A	B	C
Lado:	(cm)	5.97	5.97	5.97
Altura:	(cm)	1.79	1.79	1.79
Densidad Seca:	(g/cm ³)	1.603	1.603	1.603
Humedad Inicial:	(%)	4.3	4.3	4.3
Humedad Saturado:	(%)	18.3	18.0	16.5
Esfuerzo Normal:	(kg/cm ²)	0.50	1.00	1.50

Fuente: Ensayo de laboratorio, 2019

Se realizo el ensayo de corte directo para la calicata 2, la cual podemos apreciar en la tabla 15, con la finalidad de obtener asi los ángulos de fricción y cohesion para asi poderlos incluir en el software Slide para poder obtener el factor de seguridad en el talud. La cual nos brindó como resultado que esta muestra tiene un ángulo de fricción de 34.3° y cohesion de 0.07 kg/cm².

3.5 ensayo de Proctor estándar

Este ensayo es necesario ya que nos permite obtener el óptimo contenido de humedad en función a la máxima densidad seca. En donde la curva característica nos brinda los siguientes resultados:

Resultados de Proctor estándar calicata C – 1:

Máxima densidad Seca (g/cm³): 2.034

Optimo contenido de humedad (%): 10.60

Resultados de Proctor estándar calicata C – 2:

Máxima densidad Seca (g/cm³): 2.002

Optimo contenido de humedad (%): 11.38

3.6 Modelamiento e interpretación

critérios de análisis

Los criterios de análisis que se tendrán en cuenta son los definidos en normas peruanas e internacionales. La norma CE.020 Estabilización de suelos y taludes define criterios de análisis con base en la seguridad ante un potencial deslizamiento de suelos y/o rocas. Asimismo, entidades internacionales como la CDA, ICOLD y ANCOLD definen criterios de análisis para la estabilidad de taludes de presas, ya sea para almacenamiento de relaves y agua, entre otros. Estos criterios son resumidos en la Tabla 16, la cual es mostrada a continuación.

Tabla 16. *Criterios de análisis geotécnico*

Criterio de análisis	Admisibilidad
PGA (<i>Peak Ground Motion</i>)	0,45
Coeficiente sísmico (0,5xPGA)	0,225
Factor de seguridad estático	1.50
Factor de seguridad pseudoestático	1.25

Fuente: elaboración propia, 2019

Cabe resaltar que estos límites permisibles para la evaluación de estabilidad de taludes son para fallas locales y globales, ya que en el análisis de la zona de estudio se comprende una longitud del área. Asimismo, para tener en cuenta que una sección es estable, y, por tanto, la zona de análisis también lo es, debemos tener en cuenta que los análisis estáticos y pseudoestático deben satisfacer estos criterios de análisis.

Secciones de análisis

Los criterios para la selección de análisis de estabilidad en la zona de estudio se definen en función de las condiciones de sitio presentadas, es decir, pendiente y altura de los taludes encontrados ya que estos representan el mayor índice de criticidad en la representación de secciones de análisis geotécnicos. A continuación, se detallan algunos aspectos geotécnicos que se tuvieron en cuenta en la selección de las secciones geotécnicas de análisis:

- Máxima altura de los taludes
- Pendiente máxima, longitud potencial de falla
- Zonas que presentan grietas o cracks

En el mismo sentido, la geología y la sismicidad también representan un peligro para evaluación de la estabilidad de taludes, esto se vería reflejado en la posible inestabilidad teniendo como consecuencia una potencial falla que podría ser de alguna manera catastrófico ya que adyacente se encuentran carreteras nacionales de tránsito vehicular.

En la Figura 18, se muestra la ubicación y selección de las secciones de estabilidad para los análisis geotécnicos, se tuvieron en cuenta dos secciones de análisis con vista de sur a norte en la dirección transversal.



Figura 18. Perfiles del terreno. (Fuente: Google Earth, 2019)

Parámetros geotécnicos

Suelos de perfil 1

Es el suelo de cimentación encontrado y muestreado en campo, estas muestras fueron ensayadas en el Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Este suelo es representado, principalmente, por materiales que se clasifican según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) como grava arcillosa con arena (GC), grava limosa con arena (GM) y grava arcillo-limosa con arena (GC-GM). Presentan un porcentaje de gravas que varía de 50 a 60 %, arenas de 25 a 35% y finos de 12 a 15%.

Se realizaron dos ensayos de corte directo en estos materiales y con base en ello se definieron los parámetros de resistencia cortante, un ángulo de fricción de 34.4° y una cohesión nula. Asimismo, se definió el peso específico en 17 kN/m^3 .

Suelos de perfil 2

Este suelo de cimentación es definido con un porcentaje de incertidumbre ya que se desconoce la geología local debido a una deficiente cantidad de investigaciones geotécnicas de campo, sin embargo, mediante visitas de campo e inspecciones visuales de la zona de estudio y conociendo la mecánica de suelos, además de tener en cuenta la naturaleza de endurecimiento del suelo con la profundidad en materiales gruesos, se definieron parámetros de resistencia cortante según lo encontrado en el suelo de cimentación 1.

Se estima que la clasificación SUCS es muy similar, clasificándose estos como grava arcillosa (GC), grava pobremente gradada con arcilla y arena (GP-GC), grava arcillo-limosa con arena (GM-GC) y grava pobremente gradada (GP), se definieron los parámetros de resistencia cortante en una cohesión nula y un ángulo de fricción de 34.3° . Asimismo, se definió el peso específico en 18 kN/m^3 .

Relleno estructural

Este material es definido con base en propuestas de medidas de estabilización de taludes en el pie, para la conformación y relleno en el ensamblaje de las geomallas triaxiales. Por experiencia de profesionales y dentro de la industria geotécnica, este tipo de material se caracteriza por presentar un ángulo de fricción de 37° y una cohesión de 5 kPa , esto último debido a la compactación que se lleva a cabo en la construcción.

El peso específico de este material es definido en 18 kN/m^3 .

Geomalla triaxial

Este elemento es descrito con el fin de en caso se presente optar por medidas de estabilización de taludes, es un refuerzo para la tensión que se podría generar debido al peso propio y por cargas externas. Se definió una geomalla triaxial con un esfuerzo de tensión último de 60 kPa .

Basamento rocoso

La roca por lo general tiene la característica propia de fallar por sus discontinuidades, presentando así parámetros de resistencia cortante según el criterio de falla Mohr-Coulomb, de cohesión 100 kPa y ángulo de fricción de 30°. Estos parámetros dependen del tipo de roca y del grado de fracturamiento que presentan *in-situ*, no obstante, es conservador asignarle resistencia infinita ya que no presentaría una falla del tipo circular por este material. Asimismo, se definió un peso específico de 24 kN/m³.

Resumen de parámetros geotécnicos

A continuación, se resume los parámetros de resistencia cortante definidos y descritos en los párrafos anteriores en la Tabla 17 y 18.

Tabla 17. *Datos de laboratorio de suelos*

Material	Peso específico	Cohesión	Ángulo de fricción
Suelo de cimentación 1	17,0	5.88	34,4
Suelo de cimentación 2	18,0	6.86	34,3
Relleno estructural	18,0	5,0	37,0
Basamento rocoso	24,0	100,	30,0

Fuente: Elaboración propia,2019

Tabla 18. *Criterios de la geomalla triaxial*

Material	%Cobertura	Tensión última (Tu)
Geomalla triaxial	100	60,0

Fuente: elaboración propia,2019

Análisis de estabilidad de taludes

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos en los análisis geotécnicos y sus posibles escenarios, así como también las posibles potenciales superficies de falla con su salida de estabilidad de talud.

A continuación, se describen las consideraciones geotécnicas que se tuvieron en cuenta para los análisis geotécnicos:

- Se definieron 2 secciones geotécnicas de análisis.

- No se encontró nivel freático en la profundidad de exploración de campo en ninguna de estas secciones.
- La geología fue definida en relación a la exploración de campo realizada, calicatas y ensayos de campo.
- La sección 1-1 representa la más crítica debido esto que tiene la máxima pendiente y altura de toda la zona de estudio.
- La sección 2-2 representa las zonas aledañas a la sección 1-1 para confirmar con certeza la estabilidad de toda la zona de análisis.

En los siguientes párrafos se muestran las salidas de estabilidad de taludes realizados en la zona de estudio para las secciones desarrolladas.

Métodos de equilibrio limite

Tabla 19. *Aplicación de los métodos de equilibrio limite en perfil 1*

Evento	Condición	Método aplicado	Factor de seguridad
Perfil 1	Estático	Bishop simplificado	1.12
		Spencer	0.99
		Morgenstern-price	0.98
	Pseudoestatico	Bishop simplificado	0.89
		Spencer	0.71
		Morgenstern-price	0.72

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 20. *Aplicación de los métodos de equilibrio limite en perfil 2*

Evento	Condición	Método aplicado	Factor de seguridad
Perfil 2	Estático	Bishop simplificado	1.25
		Spencer	1.24
		Morgenstern-price	1.24
	Pseudoestatico	Bishop simplificado	0.87
		Spencer	0.87
		Morgenstern-price	0.87

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: La tabla 19 y 20 muestra un análisis por cada parte de la ladera, obteniendo así 2 tipos de fallas. El análisis para cada etapa es estático y Pseudoestático, se aplican los tres métodos más reconocidos como el Bishop simplificado, Spencer y Morgenstern – Price. Se verifica que, para los distintos métodos usados, en la falla 1, tanto en la condición estática como pseudoestática los valores son por debajo de 1 y el reglamento nacional indica que debe ser mayor a 1.50, por lo que se considera un riesgo. En la falla 2, en la condición estática los valores son superiores a 1, sin embargo, en la condición Pseudoestática los valores están por debajo de 1 lo que significaría riesgo inminente.

Integridad estructural de la geomalla triaxial

Tabla 21. Factores de seguridad obtenidos con la geomalla triaxial en perfil 1

Evento	Condición	Método aplicado	Factor de seguridad
Perfil 1	Estático	Bishop simplificado	1.62
		Spencer	1.61
		Morgenstern-price	1.61

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 22. Factores de seguridad obtenidos con la geomalla triaxial en perfil 2

Evento	Condición	Método aplicado	Factor de seguridad
Perfil 2	Estático	Bishop simplificado	1.63
		Spencer	1.63
		Morgenstern-price	1.63

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: La tabla 21 y 22 muestra un análisis por cada parte de la ladera, obteniendo así 2 tipos de fallas. El análisis para cada etapa es estático, se aplican los tres métodos más reconocidos como el Bishop simplificado, Spencer y Morgenstern – Price. Se verifica que, para los distintos métodos usados, en la falla 1, en la condición estática supera ampliamente el 1.5 requerido por el reglamento nacional, por lo que el talud estaría estable. En la falla 2, de igual manera tanto para la condición estática supera la cantidad de 1.5 requerido por el reglamento nacional, por lo que el talud estaría estable aplicando la geomalla triaxial.

Factor sísmico

Tabla 23. *Sismos más fuertes ocurridos en el Perú.*

Lugar	Magnitud	Año	Mes
Loreto	8.1	2019	Mayo
Arequipa	7.1	2018	enero
Tacna	6.3	2017	Octubre
Arequipa	6.3	2017	Julio
Ucayali	7.6	2015	Noviembre
Cusco	5	2014	Septiembre
Ica	6.2	2014	Marzo
Ica	6.3	2012	Enero
Ica	6	2010	Marzo
Ica	8	2007	Agosto
Lima	6.4	1993	Abril
Lima	8.1	1974	Octubre
Ancah	6.2	1971	Mayo
Lima y Callao	8.2	1966	Octubre
Lima y Callao	8.1	1940	Mayo

Fuente: Elaboración propia, 2019

En la tabla 23, se mencionan los últimos sismos más fuertes que azotaron al Perú , especialmente en lima y departamentos aledaños, por lo que así se tiene en cuenta la sismicidad en la zona del talud de corte, como se sabe que el Perú es un país altamente sísmico ya que se encuentra en el cinturón de fuego del pacifico, cabe recalcar que se va a tomar en cuenta un sismo de gran magnitud, ya que existen muchos estudios en las cuales señalan que lima y callao están muy propensos a sufrir un gran sismo, esto debido a que existe un gran silencio sísmico, es por ello que nuestro talud está siendo reforzado con la geomalla triaxial para así evitar deslizamientos y estar preparados para afrontar un sismo de alta intensidad.

Tabla 24. *Factores de seguridad obtenidos con la simulación sísmica en perfil 1*

Evento	Condición	Método aplicado con geomalla	Factor de seguridad
Perfil 1	Estático	Bishop simplificado	1.62
		Spencer	1.61
		Morgenstern-price	1.61
	Pseudoestatico	Bishop simplificado	1.60
		Spencer	1.59
		Morgenstern-price	1.59

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 25. Factores de seguridad obtenidos con la simulación sísmica en perfil 2

Evento	Condición	Método aplicado con geomalla	Factor de seguridad
Perfil 2	Estático	Bishop simplificado	1.63
		Spencer	1.63
		Morgenstern-price	1.63
	Pseudoestático	Bishop simplificado	1.57
		Spencer	1.56
		Morgenstern-price	1.56

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: La tabla 24 y 25 nos brinda los factores de seguridad en condición estático y pseudoestático, en las cuales nos podemos dar cuenta claramente que al momento de producirse un sismo de gran magnitud, el factor de seguridad se reduce claramente, pero debido a la geomalla triaxial es que dicha reducción es poca y así cumple el reglamento nacional que en estado pseudoestático es 1.25, y asimismo los distintos métodos aplicados son superiores a 1.5.

En resumen, la sección principal 1-1' representa la más crítica en la evaluación de los análisis de estabilidad estáticos y pseudoestático al graficar la sección de mayor pendiente y altura. En ese sentido, en esta sección se evaluaron dos tipos de falla 1 y 2, el tipo de falla 1 representa una tal como sería una falla local, en el primer estrato de suelo de cimentación y sobre la cual se realizaron calicatas y ensayos de laboratorio, mientras el segundo tipo de falla 2 representa ya una falla global que va desde la cresta y llega al pie del talud, lo que sería la carretera principal. En ambos tipos de falla se puede notar claramente que son inestables en su evaluación actual, sin embargo, cuando se le coloca y se propone un terraplén de tierra embebido de geomalla triaxial como refuerzo en el pie del talud, se nota claramente que esta sería una opción de muchas para estabilizar el talud y reduzca el riesgo potencial al deslizamiento, de esta manera proteger la vialidad de la obra civil y/o carretera.

En los análisis del tipo de falla 1 implementando el refuerzo de geomalla triaxial, se nota que cumplen los factores de seguridad con los mínimos requeridos, 1.5 en análisis estático y 1.0 en análisis pseudoestático. Asimismo, los resultados de estos análisis discutidos son mayores o igual a 1.3 y representarían un porcentaje de seguridad ya que según estándares internacionales este valor representa un umbral moderado cuando se construyen taludes de terraplenes y presas, por lo tanto, se recomendaría perfilar el talud a una menor

pendiente para reducir el riesgo e incrementar la seguridad de la estabilidad de este talud. En los análisis del tipo de falla 2 se nota claramente que cumplen con los criterios mínimos permisibles descritos anteriormente, ya que la propuesta de estabilización con la geomalla triaxial incrementa el factor de seguridad global que va desde la cresta hasta el pie del talud en análisis. Por tanto, una falla global sería poco previsible en la zona de estudio según los análisis geotécnicos realizados. Por otro lado, se realizó la sección 2-2' aledaño a la sección 1-1' con el objetivo de verificar la estabilidad del talud en todo su alineamiento y de esta manera garantizar la plena seguridad del mismo. No obstante, esta sección es de menor altura y pendiente aproximadamente similar, por tanto, se puede observar en los resultados valores de factores de seguridad sin el refuerzo que no cumplen con los criterios establecidos. Asimismo, en esta sección solo se evaluaron fallas tipo global ya que esta representaría la más crítica a comparación de otras, sin embargo, en los análisis con refuerzo de geomalla triaxial ya no se realizaron debido a la proximidad con la sección 1-1' y la falla tipo 2 que representaría similar comportamiento, lo cual se puede observar en los resultados y secciones de estabilidad.

3.7 Aplicación de la geomalla triaxial como manto

Primeramente, realizamos la adecuación del talud, para ello, se desviaré la vía para que se pueda trabajar de forma rápida y segura. Tras la regulación del talud, se desenrolla la geomalla triaxial y amarrando sogas para que los operarios de arriba jalen las geomallas hacia la parte superior del talud, cabe recalcar que es necesario dejar unos solapes longitudinales de unos 10 cm para así evitar que puedan quedar vacíos y así toda la superficie del talud quede cubierta. Además, estos solapes, evitan que en caso de desplazarse ligeramente la geomalla aparezcan zonas del talud sin cubrir, incluso se deja 60 cm de malla excedente para amarres y sujeciones, una vez tendida la geomalla se ponen grapas de acero corrugado de al menos 10 mm en la parte inferior y superior del talud cada 30 cm, luego se ponen los anclajes desde el pie de la geomalla cada metro y medio para que así quede bien sujeta a la superficie del talud. los anclajes deben de ser de Ancla de sujeción de varilla de $\frac{3}{4}$ o 1 pulgada de diámetro. En la figura 19 se puede apreciar cómo se distribuyen las geomallas en el talud, además de cómo se distribuyen los anclajes y las distancias ya sea para los solapes, grapas o anclas.

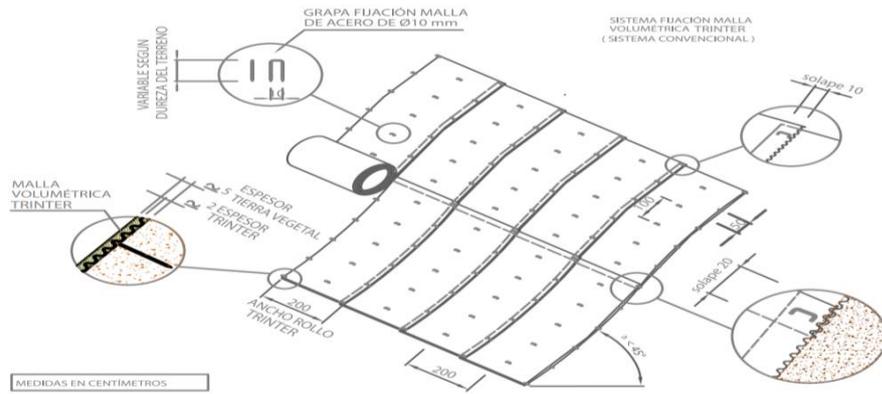


Figura 19. Geomalla triaxial como manto (Fuente: Trinter, 2015)

3.8 Contrastación de Hipótesis

Contrastación de hipótesis: El sistema de geomalla triaxial en la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

Ha: El sistema de geomalla triaxial influye en la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

H0: El sistema de geomalla triaxial no influye en la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

Según los resultados se acepta la hipótesis alterna (Ha) y se niega la hipótesis nula(H0). En estos resultados se demuestra que la geomalla triaxial si influye, para lo cual se realizó una serie de ensayos geotécnicos para poder obtener datos como cohesion, fricción y peso específico, para luego ser incluidos en el software Slide v6.0, en la cual arrojó como factor de seguridad promediando los métodos de Bishop simplificado; Spencer; Morgenstein price, para la falla1- estático 0.991. mientras que aplicando el sistema de geomalla triaxial mediante un terraplén en la parte baja del talud nos arrojó un factor de seguridad para la falla 1- estático 1.61 demostrando así que el factor de seguridad incremento dándole más estabilidad al talud. Asimismo, tomamos como referencia el factor de seguridad brindado por el software en la falla 2 – Pseudoestatico 0.87. mientras que con el sistema geomalla triaxial el programa nos arrojó para dicha falla un factor de seguridad de 1.57 quedando así demostrado que la geomalla triaxial si influye en la estabilidad del talud de corte en ventanilla.

Contrastación de hipótesis: La influencia de los métodos de equilibrio limite en el factor de seguridad al aplicar el sistema geomalla triaxial en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla.

Ha: El método de Bishop simplificado brinda un mejor factor de seguridad al aplicar el sistema geomalla triaxial en el talud de corte en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

H0: El método de Bishop simplificado no brinda un mejor factor de seguridad al aplicar el sistema geomalla triaxial en el talud de corte en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

Se acepta la hipótesis alterna Ha, ya que al verificar mediante el software que nos arroja distintos factores de seguridad por medio de los 3 métodos de equilibrio limite, es el método de Bishop simplificado el que nos brinda los mayores factores tanto en condición estático como pseudoestático.

Tabla 26. Factores de seguridad para el perfil 2

		Bishop simplificado	Spencer	Morgenstern-price
Perfil 2 sin refuerzo	Estático	1.25	1.24	1.24
	Pseudoestatico	0.87	0.87	0.87
Perfil 2 con refuerzo	Estático	1.63	1.63	1.63
	Pseudoestatico	1.57	1.56	1.56

Fuente: Elaboración propia, 2019

En la tabla 26, en la cual obtenemos los distintos factores de seguridad por medio del programa Slide, queda demostrado que el método de Bishop simplificado es el que brinda mejor factor de seguridad respecto a los demás métodos aplicados. A continuación, se muestra en la figura 20 un gráfico de barras la cual nos muestra de forma más clara la diferencia del factor de seguridad que nos brinda el método de Bishop simplificado.

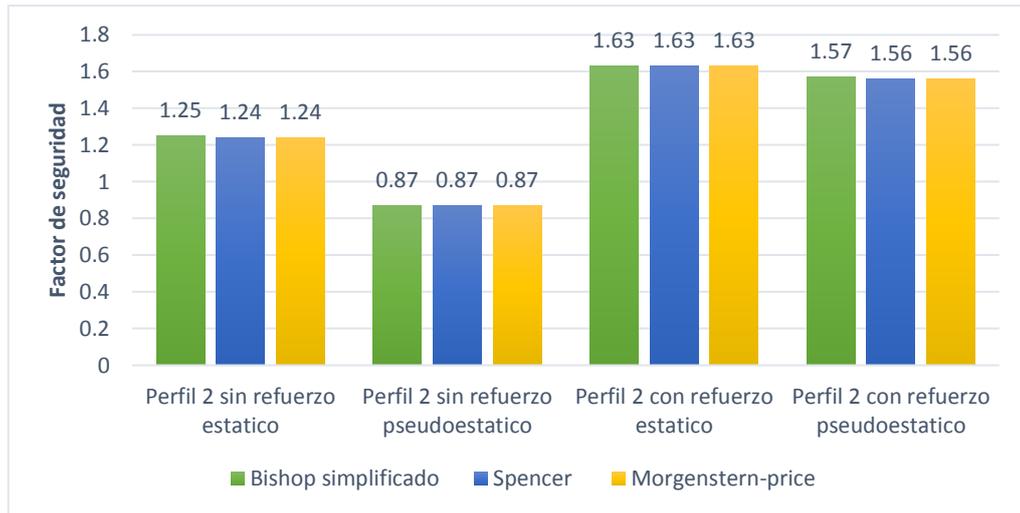


Figura 20. Gráfico de barras en perfil 2 (Fuente: Elaboración propia, 2019)

Contrastación de hipótesis: La integridad estructural de la geomalla triaxial en la estabilidad del talud de corte en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

Ha: La integridad estructural de la geomalla mejora considerablemente la estabilidad del talud de corte en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

H0: La integridad estructural de la geomalla no mejora la estabilidad del talud de corte en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

Se acepta la hipótesis alterna Ha, ya que, al aplicarle el sistema de la geomalla triaxial, mediante el software Slide nos damos cuenta que el factor de seguridad del talud de corte aumenta tanto en condición estático y pseudoestático, esto debido a la integridad con la que está formada la geomalla triaxial.

Tabla 27. Factores de seguridad obtenidos sin la geomalla triaxial en perfil 1

Evento	Condición	Método aplicado	Factor de seguridad
Perfil 1	Estático	Bishop simplificado	1.12
		Spencer	0.99
		Morgenstern-price	0.98
	Pseudoestático	Bishop simplificado	0.89
		Spencer	0.71
		Morgenstern-price	0.72

Fuente: Elaboración propia, 2019

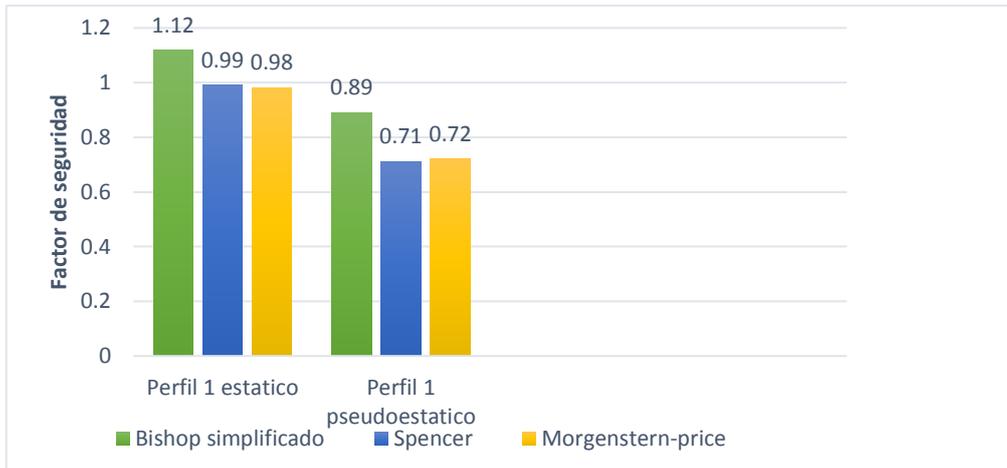


Figura 21. Barras en perfil 1 sin geomalla (Fuente: Elaboración propia, 2019)

En la figura 21 se puede apreciar cuales son los factores de seguridad para los métodos de equilibrio limite, pero sin emplear aun la geomalla triaxial.

Tabla 28. Factores de seguridad obtenidos con la geomalla triaxial en Perfil 1

Evento	Condición	Método aplicado con geomalla	Factor de seguridad
Perfil 1	Estático	Bishop simplificado	1.62
		Spencer	1.61
		Morgenstern-price	1.61
	Pseudoestatico	Bishop simplificado	1.60
		Spencer	1.59
		Morgenstern-price	1.59

Fuente: Elaboración propia, 2019

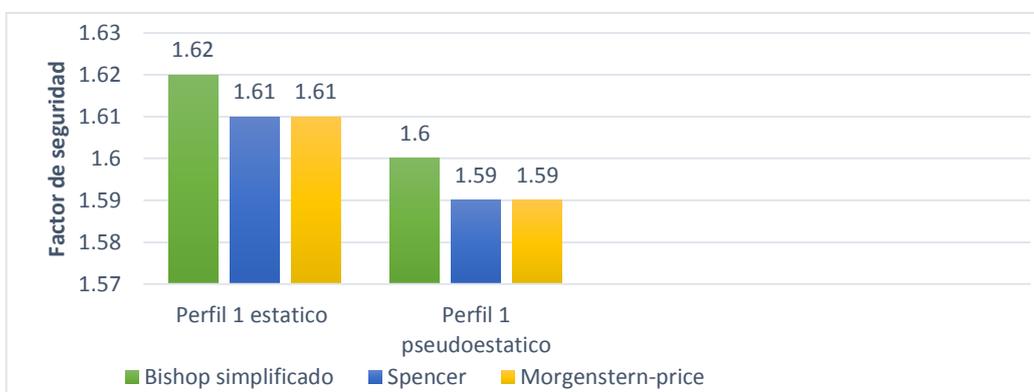


Figura 22. Barras en perfil 1 con geomalla (Fuente: Elaboración propia, 2019)

En la figura 22 se puede apreciar cuales son los factores de seguridad para los métodos de equilibrio limite, empleando la geomalla triaxial. Sin embargo, en la tabla 27 y 28

queda demostrado que la integridad estructural de la geomalla triaxial aumenta la estabilidad del talud, esto a sido comprobado con el programa Slide, ya que al poner como refuerzo la geomalla triaxial en la falla 1, los factores de seguridad de los distintos métodos incrementaron tanto en condición estatico y pseudoestático.

Contrastación de hipótesis: El factor sismo al aplicar el sistema geomalla triaxial en la estabilidad del talud de corte en la av. Nestor Gambetta, ventanilla,2019.

Ha: Un sismo de gran magnitud disminuye considerablemente la estabilidad del talud de corte en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

H0: Un sismo de gran magnitud no disminuye la estabilidad del talud de corte en la en la av. Néstor Gambetta ventanilla,2019.

Se acepta la hipótesis alterna Ha, ya que, al aplicarle un sismo de gran magnitud con el programa Slide, al talud ya reforzado con geomalla triaxial, nos damos cuenta que los factores de seguridad se reducen.

Tabla 29. Factores de seguridad con geomalla en forma estatico en perfil 2

Evento	Condición	Método aplicado	Factor de seguridad
Perfil 2	estatico	Bishop simplificado	1.63
		Spencer	1.63
		Morgenstern-price	1.63

Fuente: Elaboración propia, 2019

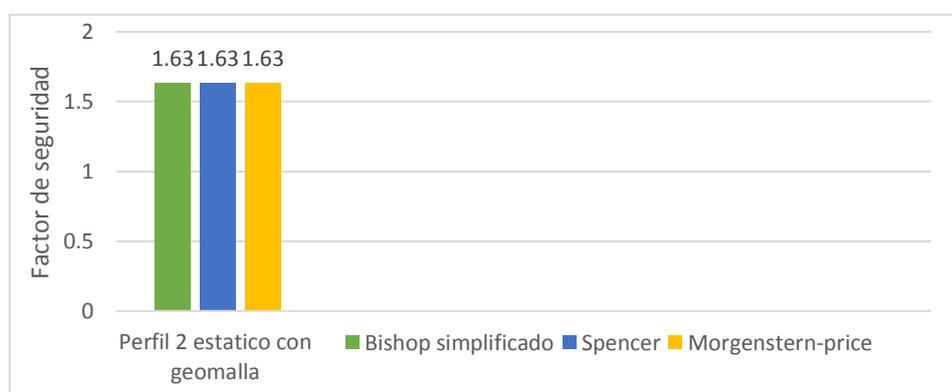


Figura 23. Perfil 2 estatico con geomalla (Fuente: Elaboración propia, 2019)

En la figura 23 se puede apreciar cuales son los factores de seguridad para los métodos de equilibrio limite, empleando la geomalla triaxial, pero en simulación estatico.

Tabla 30. Factores de seguridad con geomalla en forma pseudoestático en perfil 2

Evento	Condición	Método aplicado	Factor de seguridad
Perfil 2	Pseudoestatico	Bishop simplificado	1.57
		Spencer	1.56
		Morgenstern-price	1.56

Fuente: Elaboración propia, 2019

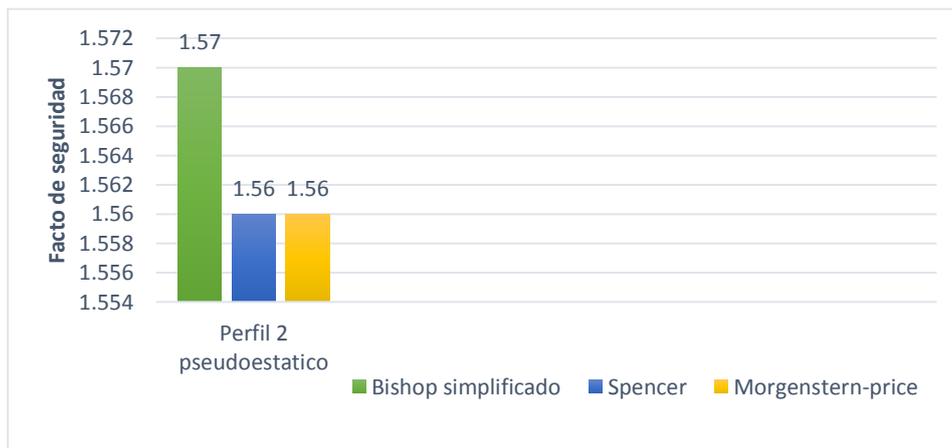


Figura 24. Perfil 2 pseudoestático con geomalla (Fuente: Elaboración propia, 2019)

La figura 24 no muestra cuales son los factores de seguridad para los métodos de equilibrio limite, empleando la geomalla triaxial, pero en simulación pseudoestático. Sin embargo, en la tabla 29 y 30 queda demostrado que un sismo de magnitud 9 afecta la estabilidad del talud, ya que en la falla 2, los factores de seguridad se redujeron para todos los métodos de equilibrio aplicados, reduciendo asi el factor de seguridad, sin embargo, los factores aun asi siguen por encima de 1.25, con lo cual se estaría cumpliendo con el reglamento nacional.

IV. DISCUSIONES

PRIMERA DISCUSIÓN:

Para calcular la estabilidad del talud de corte se empleó los métodos de equilibrio límite tales como Bishop Simplificado, Spencer y Morgenstern- Price, asimismo se estabilizó mediante el terraplén con la geomalla triaxial. De esta manera (Aguilar y Zúñiga, 2015) menciono que uso el software Slide para obtener los factores de seguridad, además concluye que los métodos de Spencer, Morgenstern-price y Bishop simplificado; brindaron un buen F_s similarmente a los perfiles de la zona estudiada, concluyendo así que mediante perfiles y por los distintos métodos de equilibrio se encuentra las zonas más inestables. Cabe destacar que los factores obtenidos para nuestro talud de corte fueron bajos ya que para el perfil 1 es 0.993 y perfil 2 es 1.25, esto para estado estático del talud sin embargo para estado pseudoestático fue para perfil 1 fue 0.717 y perfil 2 fue de 0.870, siendo el perfil 1 el más inestable, esto debido a nuestro tipo de suelo, sin embargo cuando se reforzó con geomalla la estabilidad aumentó, un claro ejemplo es para el perfil 2 que de 0.870 aumentó a 1.57 de tal manera que así está dentro de los rangos establecidos por la norma CE.020 vigente.

SEGUNDA DISCUSIÓN:

Para realizar el análisis de estabilidad se realizó una serie de estudios geotécnicos como calicatas, granulometría, ensayos de corte y Proctor estándar ya que así se obtuvo todos los datos necesarios tales como ángulo de fricción, cohesión y peso específico de nuestro tipo de suelo, el cual fue Gc que quiere decir grava arcillosa, de esta (Alvarado Salazar y otros, 2014) menciono que se utilizó los ensayos geotécnicos; ensayos en laboratorio, trabajos en campo, además se realizó el modelamiento para encontrar las zonas de baja estabilidad, concluyendo así que además de realizar ensayos geotécnicos, se debe optar por hacer un modelamiento de manera que encontraríamos rápidamente las zonas inestables. Cabe recalcar que en nuestro talud encontramos todos los parámetros geotécnicos del suelo donde nuestro ángulo de fricción fue de 34.4° y 34.3° , cohesión de 0.06 kg/cm^2 y 0.07 kg/cm^2 y el peso específico fue de 17 kN/m^3 y 18 kN/m^3 , para luego realizar el modelamiento con el programa Slide.

TERCERA DISCUSIÓN:

Se calculó el factor seguridad por medio de 2 perfiles en los cuales resultaron ser bajos, es por ello que se reforzó con la geomalla triaxial ya que así le damos más estabilidad al talud de corte, de esta manera (Betún y Quishpe, 2016) evaluó la estabilidad del talud en el sector el Prado cantón, utilizando el programa Geo-Slope mediante 4 perfiles y así mismo hallar el F_s que mejor cumpla para así reforzar el talud con geomallas concluyendo así que el sistema geomalla genera mayor resistencia y estabilidad de tal manera que así aumenta el factor de seguridad en las zonas más críticas. Cabe destacar que en nuestro caso utilizamos el software Slide para así añadirle el factor sísmico, asimismo queda comprobado que la geomalla aumenta la resistencia al talud quedando así más estable.

CUARTA DISCUSIÓN:

Cuando analizamos el talud mediante el software Slide, se tomó en cuenta el análisis sísmico ya que el talud de corte se encuentra en la zona costera del Callao y cómo podemos apreciar en el mapa de zonificación en la figura 8, se encuentra en riesgo inminente, asimismo (Mendoza, 2016), Para la obtención de los cálculos mediante métodos de Bishop simplificado, Spencer y Morgenstern – Price, utilizó el software de modelamiento Slide v.6.0 teniendo como factor la acción sísmica. Concluyendo así que dicho perfil reunía conformidad por medio de los métodos utilizados, dando aceptabilidad a valores de $FS > 1.55$ en condiciones estáticas y $FS > 1.3$ en condiciones pseudoestáticas. Cabe destacar que en esta tesis nuestro talud si cumple con este rango de estabilidad propuesto, ya que en condición estática en la zona más inestable el factor es 1.61 superando así dicha cantidad, y en condición pseudoestático el factor es 1.59 superando claramente el rango propuesto.

V. CONCLUSIONES

1. Se pudo determinar que el método de Bishop simplificado es el que mejor factor de seguridad nos brinda en la mayoría de las secciones, mientras que Spencer y Morgenstern-price nos arrojan resultados un poco menores, ya sea en sin refuerzo o con refuerzo de la geomalla, incluso simulándolo en forma estático o pseudoestático. Por lo que, al momento de realizar un refuerzo como terraplén o muro debemos de tener en cuenta el factor de seguridad más bajo ósea el de Spencer o Morgenstein-price, para así tener un talud más estable de manera globalizada.

2. Se ha confirmado que, gracias a las cualidades y propiedades de la geomalla triaxial, se mejoró la estabilidad en todo el talud, esto quedó demostrado ya que en el perfil 1, se tenía un factor seguridad en condición estática de 1.12, sin embargo al emplear la geomalla como refuerzo principal el valor aumento hasta 1.62 , cabe recalcar que dicho valor es superior a lo que nos dice el reglamento nacional, cuya cantidad mínima que exige es de 1.33 en forma estático. Además gracias a las aberturas de la geomalla triaxial que es triangular al ponerlo como un manto en todo el talud mediante anclajes se pudo apreciar como evitaría los desprendimientos de rocas a la carretera.

3. Se determinó que la estabilidad del talud de corte se vería afectada de forma considerable en caso ocurra un sismo de alta magnitud, ya que el factor de seguridad más bajo tanto para el perfil 1 y 2 que era de 1.61 y 1.63 al someterlos a la simulación sísmica ,cuyos valores se redujeron hasta 1.59 y 1.56 respectivamente, sin embargo cabe recalcar que dichos valores son superiores a los valores mínimos requeridos por el reglamento nacional, esto gracias a que se puso como refuerzo un terraplén mediante geomallas triaxiales. En donde queda demostrado que el talud de corte estaría preparado para afrontar un sismo de alta magnitud y así no obstaculizar el tránsito de vehículos y peatones en caso ocurra una emergencia. Sin embargo, cabe recalcar que se tomó el factor sismo ya que el talud de corte se encuentra en una zona altamente sísmica.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomar en cuenta los métodos de equilibrio limite estudiados en esta investigación ya que así podrán ver que la estabilidad del talud es baja y así tratar de estabilizarla para evitar deslizamientos.
- Se recomienda utilizar la geomalla triaxial para lograr la estabilización del talud ya que en esta investigación se pudo observar cómo los factores de seguridad del talud se incrementaron al emplear este material como principal refuerzo, así mismo la geomalla se pudo emplear como manta en el talud para evitar desprendimientos de rocas, esto debido a que es triaxial y sus aberturas son pequeñas.
- Se recomienda tener en cuenta la sismicidad al momento de poner una protección al talud, ya que en esta investigación se pudo apreciar mediante el software Slide, que un sismo de alta intensidad disminuye el factor de seguridad del talud generando deslizamientos y derrumbes.

VII. REFERENCIAS

ARIAS, Fidas G. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. 6a ed. Caracas: Editorial Episteme, 2012. 144 pp. ISBN: 980-07-8529-9

BETÚN Chulca, Luis y QUISHPE Cushicondor, Gabriela. Análisis de alternativas para la estabilidad del talud con el programa Geo-slope en el sector el prado Cantón Piñas, provincia de el Oro. Trabajo de graduación (Ingeniero Civil). Ecuador, Quito: Universidad Central del Ecuador, 2016. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8006>.

DAS, Braja M. Fundamentos de ingeniería geotécnica. 4a ed. México: Cengage Learning, 2015. 656 pp. ISBN: 978-607-519-373-1

BALESTRINI Acuña, Mirian. Como se elabora el proyecto de investigación. 7ma ed. Caracas: Editorial BL Consultores Asociados, 2006. 249 pp. ISBN: 980-6293-03-7

BEHAR Rivero, Daniel Salomón. Metodología de la investigación. 1era ed. México D.F: Editorial Shalom, 2008. 94 pp. ISBN: 978-959-212-783-7

GONZALES Álamo, Vania. Comportamiento de la Infiltración Bajo distintas condiciones del suelo en la cuenca del arroyo Loma Ancha. Tesis (Ingeniero Civil). México D.F: Instituto Politécnico Nacional, 2014. 90p.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María del Pilar. Metodología de la investigación. 6a ed. México D.F: McGraw-Hill, 2014. 630 pp.
ISBN: 978-1-4562-2396-0

BORJA Suárez, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros [En línea]. Perú, 2016. Disponible en:
<https://unprg.academia.edu/ManuelBorjaSu%C3%A1rez>

INGENIERÍA Geológica por Gonzales Luis [et al]. Madrid: Pearson Education, 2002. 744 Pp. ISBN: 84-205-3104-9

MORALES Alvarado, Diego. Procedimientos de investigación y comparación de los métodos de Bishop Modificado, Janbú y Fellenius para el cálculo de estabilidad de taludes. Trabajo de graduación (Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3057_C.pdf.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Perú). Norma E.030: Diseño Sismorresistente. Lima: RNE, 2016. 30 pp.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES Norma E-050 Suelos y Cimentaciones. Lima, Perú, s.n., 2010.

SACKSCHEWSKI Chapman, Carlos. Soluciones para la estabilidad de taludes de la carretera Canta –Huayllay entre las progresivas del km 102 al km 11. Tesis (ingeniero civil). Lima: Perú. 2017. 191 Pp.

SUÁREZ Díaz, Jaime. Control de erosión en zonas tropicales [En línea]. 1a ed. Bucaramanga, Colombia: División editorial y de publicaciones Universidad Industrial de Santander, 2001. [fecha de consulta: 8 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://www.erosion.com.co/control-de-erosion-en-zonastropicales.html>
ISBN: 958-33-2734-4

CISMID. Informe Técnico: Microzonificación sísmica del distrito de Puente Piedra. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2011.

GOOGLE EARTH. Software de cartografía y fotografía satelital. [En línea] [Citado el: 13 de mayo de 2019.]. Disponible en: <https://earth.google.com/web>.

DEL CID, Alma; MÉNDEZ, Rosemary y SANDOVAL, Franco. Investigación: Fundamentos y Metodología. 2da ed. México: Editorial Pearson Educación, 2011. 232 pp. ISBN: 978-607-442-705-9

MUÑOZ Raso, Carlos. Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis. 2da ed. México: Pearson educación. 320 pp. ISBN: 978-607-32-0456-9

NIÑO Rojas, Víctor Miguel. Metodología de la investigación: Diseño y ejecución. 1era ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2011. 156 pp. ISBN: 978-958-8675-94-7

PALELLA STRACUZZI, Santa y MARTINS PESTANA, Feliberto. Metodología de la investigación. 3era ed. Caracas: Editorial Fedupel, 2012. 285 pp. ISBN: 980-273-445-4

VALDERRAMA Mendoza, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2da ed. Lima: Editorial San Marcos, 2013. 495 pp. ISBN: 978-612-302-878-7

AGUILAR Goenaga, Oscar Alejandro y ZUÑIGA ROMERO, Camilo Ernesto. Análisis comparativo de estabilidad de taludes mediante los métodos de equilibrio límite aplicado a taludes o laderas aledañas al cerro de la Popa, casco urbano de Cartagena. Tesis (Ingeniero Civil). Bolívar, Colombia: Universidad de Cartagena, 2015. Disponible en: <http://190.242.62.234:8080/jspui/handle/11227/2089>

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Perú). Norma E.030: Diseño Sismorresistente. Lima: RNE, 2016. 30 pp.

Borja Suarez, Manuel. Metodología de la investigación científica para investigadores (en línea). Perú, 2016. disponible en <https://academia.edu/manuelborjasu%c3%a1rez>

CISMID. Informe Técnico: Microzonificación sísmica del distrito de Puente Piedra. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2011.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María del Pilar. Metodología de la investigación. 6a ed. México D.F: McGraw-Hill, 2014. 630 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0

SALAZAR Acuña, Christian Rubén. Metodología de optimización del diseño geotécnico para la estabilización de taludes de un proyecto en la Costa Verde. Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015.

SUÁREZ Díaz, Jaime. Deslizamientos: Análisis Geotécnico [En línea]. Vol.1. Bucaramanga, Colombia: División editorial y de publicaciones Universidad Industrial de Santander, 2009. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.erosion.com.co/libros/36-libros-ing-jaime-su%C3%A1rez/70-nuevo-libro-deslizamientos-tomo-i-an%C3%A1lisis-geot%C3%A9cnico.htm>
ISBN: 9789588504032

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES Norma E-050 Suelos y Cimentaciones. Lima, Perú, s.n., 2010.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Perú). Norma CE.020: Estabilización de suelos y taludes. Lima: RNE, 2012. 18 pp.

SILVA Quesquén, Paul. Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018. Tesis (ingeniero civil). Lima: Perú. 2018. 94Pp.

OCHOA Quispe, Lisbeth. inestabilidad de taludes en el sector de santa bárbara de la ciudad de Huancavelica, 2016. tesis(ingeniero civil). Huancayo: Huancavelica.2016. 107Pp.

VALIENTE Sanz, Ricardo; SOBRECASES MARTÍ, Salvador y DÍAZ ORREGO, Aníbal. Estabilidad de taludes: conceptos básicos, parámetros de diseño y métodos de cálculo. Revista Civilízate [en línea]. Sin mes 2015, n°7. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2018]. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/view/16157/16579> ISSN: 2411-944X

LEON Armida y GONZALES Antonio. Análisis cuantitativo de la estabilidad en taludes y laderas. Tesis (ingeniero civil). Baja california: México 2013.93Pp.

INGENIERÍA Geológica por Gonzales Luis [et al]. Madrid: Pearson Education, 2002.744 Pp. ISBN:84-205-3104-9

OSPINO, Jairo. Metodología de la Investigación. Colombia: EDUCC, 2004. 233pp.
ISBN: 9588205557

BALESTRINI Acuña, Mirian. Como se elabora el proyecto de investigación. 7ma ed. Caracas: Editorial BL Consultores Asociados, 2006. 249 pp. ISBN: 980-6293-03-7

CISMID. Informe Técnico: Microzonificación sísmica del distrito de Puente Piedra. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2011.

MOUDABEL Ali, Omar. a slope stability case study by limit equilibrium and numerical methods. Bachelor of civil Engineering. trípoli: Libia. 2013. 78Pp.

PRASAD Aryal, krishna. slope stability evaluations by limit equilibrium and finite element methods. thesis for the degree of doctorate in civil engineering. Trondheim: Norwegian. 2016. 146Pp.

NERMEEN Albataneh. slope stability analysis using 2d and 3d methods. in partial fulfillment of the requirements for the degree master of science. the graduate faculty of the university of akron. Akron: Mexico.2006.143Pp.

R. Gallardo, T. E. Guerrero, and A. Macgregor, “Investigación geotécnica para la estabilización de las laderas del barrio San Fermín, municipio de Ocaña, departamento de Norte de Santander (Colombia),” *Inge cuc*, vol. 9, no. 2, pp. 66–74, 2013.

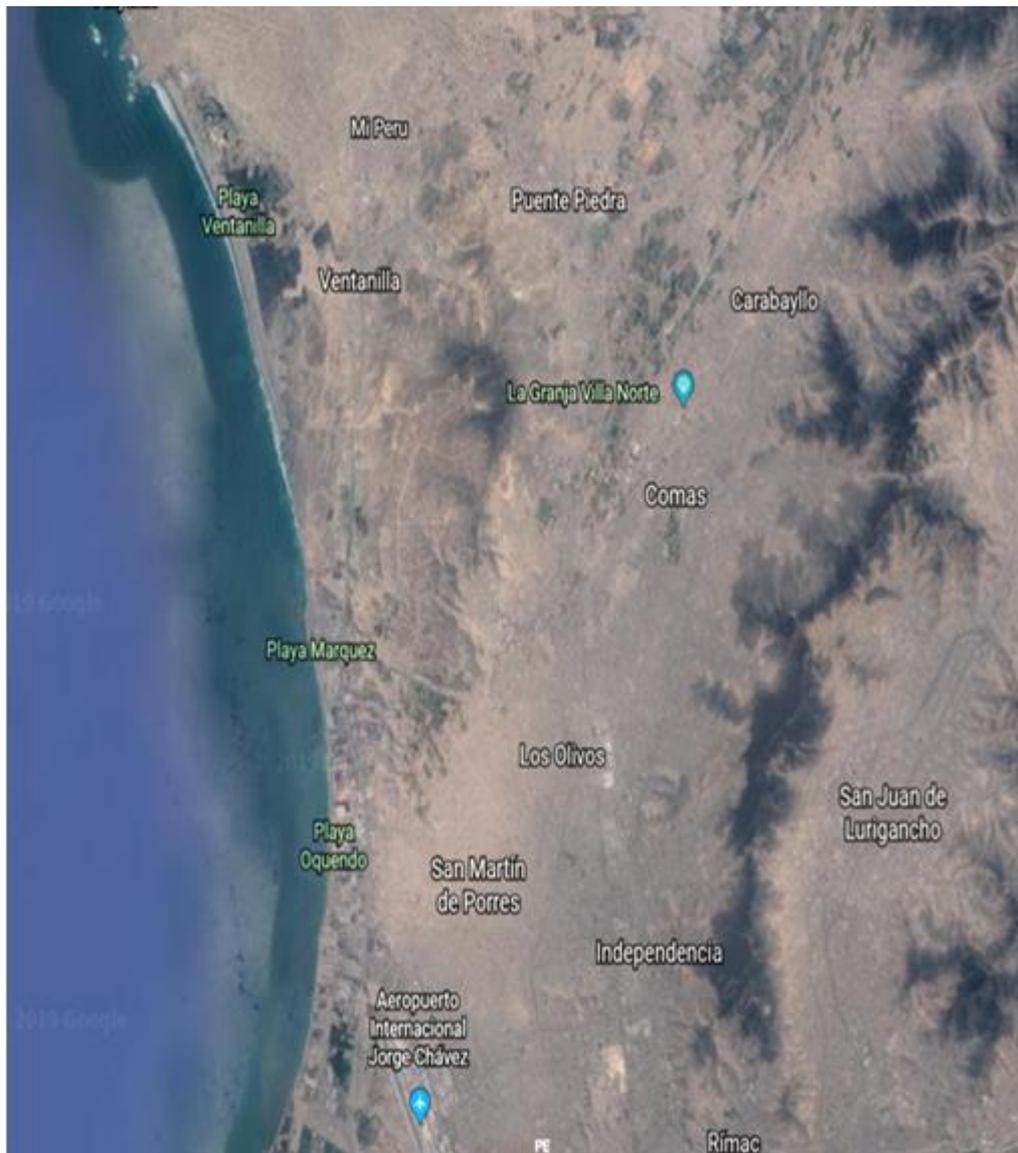
R. Mora y E. Rojas, “Efecto de la saturación en el deslizamiento de talud en la comunidad San Juan de Grijalva, Chiapas,”. *Ingeniería investigación y tecnología*, vol. 13, no. 1, pp. 55–68, 2012.

VIII. ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGIA	
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable 1: Aplicación del sistema geomalla triaxial		Diseño: Experimental	
¿De qué manera el sistema de geomalla triaxial influye en la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla, 2019?	Determinar de qué manera el sistema de geomalla triaxial influye en la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla, 2019.	El sistema de geomalla triaxial influye significativamente en la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla, 2019.	Dimensiones	Indicadores	Este estudio de investigación utiliza el diseño experimental, porque habrá manipulación en las variables, es decir, se domina las condiciones para la ejecución del experimento y usa la subdivisión cuasiexperimental porque se mantendrá un pre y post análisis para obtener datos e información para llevarla a comparación resultados. Tipo: Aplicada Este estudio usa un tipo de investigación aplicado, porque de alguna manera se emplea teorías, conocimientos y descubrimientos ya transmitidos, tan solo se ponen a prueba mediante su utilización. Nivel: Explicativo	
				Características		Espesor de nodos o juntas
			Integridad estructural	Forma de la costilla		Este estudio usa un tipo de investigación aplicado, porque de alguna manera se emplea teorías, conocimientos y descubrimientos ya transmitidos, tan solo se ponen a prueba mediante su utilización. Nivel: Explicativo
				Forma de apertura		
Problema Específico	Objetivo Específico	Hipótesis Específico	Variable 2: Estabilidad del talud de corte		Enfoque: Cuantitativo	
¿Qué métodos de equilibrio límite brindan mejor factor de seguridad aplicando el sistema geomalla triaxial en la av. Néstor Gambetta ventanilla, 2019?	Indicar qué métodos de equilibrio límite brindan mejor factor de seguridad aplicando el sistema geomalla triaxial en la av. Néstor Gambetta ventanilla, 2019.	El método de bishop simplificado brinda un mejor factor de seguridad al aplicar el sistema geomalla triaxial en el talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla, 2019.	Durabilidad	Resistencia a la degradación	Se obtendrán resultados numéricos para contrastar los objetivos de la investigación y poder dar soluciones a la problemática, por ello se maneja un enfoque cuantitativo por la relación numérica que se realiza. Población: Comprende todos los taludes cercanos a vías con posibilidades de desprendimientos de roca o sistemas inestables. Muestra: Un talud de corte ubicado en la zona de las progresivas de la carretera Av.Néstor-Gambetta-Ventanilla, teniendo 2 perfiles de análisis para la sección de estabilidad. Técnica: Este estudio conlleva a utilizar las técnicas de observación directa en laboratorio respecto al comportamiento de los perfiles con y sin refuerzo de geomalla, además de la recolección de información y datos dados en ese instante de la simulación.	
				Resistencia a la luz ultravioleta		
¿De qué forma la integridad estructural de la geomalla mejora la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla, 2019?	Evaluar de qué manera la integridad estructural de la geomalla mejora la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla, 2019.	La integridad estructural de la geomalla mejora considerablemente la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla, 2019.	Métodos de equilibrio límite	Método de bishop simplificado	Instrumentos: Como instrumentos se tendrán los respectivos ensayos de suelos, programas computacionales y fichas de recolección de información y datos respecto a las variables de análisis y criterios propios vistas en campo y laboratorio.	
				Método de spencer		
¿Qué efecto tiene la sismicidad en la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla, 2019?	Evaluar de qué forma un sismo de gran magnitud disminuye la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla, 2019.	Un sismo de gran magnitud disminuye considerablemente la estabilidad del talud de corte en la av. Néstor Gambetta ventanilla, 2019.	Parametros geotécnicos	Método de morgenstem-price		
				Angulo de fricción		
			Parametros geométricos	Cohesion		
				Peso específico		
Condición de analisis	Altura	Estatico				
	Longitud		Pseudostático			
				Pendiente		

Anexo 02: Ubicación geográfica



Fuente: Google Earth, 2019

Anexo 03: Resultados de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Nº 009476

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 963-1-1

SOLICITANTE : PALHUA HUAMAN DANNY
 PROYECTO : ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE Y LA APLICACIÓN DEL SISTEMA GEOMALLA TRIAXIAL
 UBICACIÓN : VENTANILLA - CALLAO
 FECHA : 11 DE OCTUBRE 2019

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1
 Prof. (m.) : 2.50

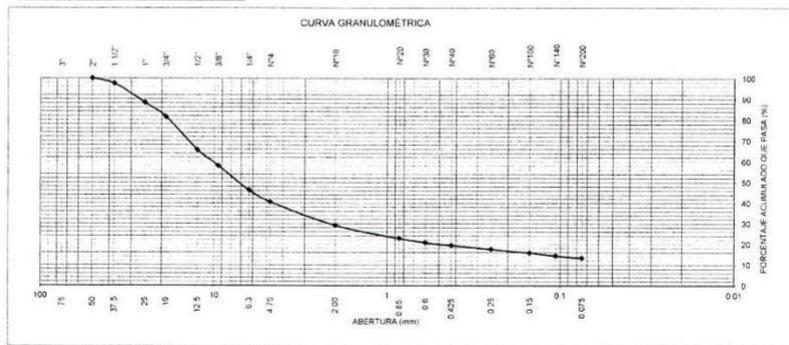
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - REFERENCIA ASTM D6913 / D6913M
 Procedimiento interno AT-PR.4 - Método "A"

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado Retenido	Pasa
3"	75.000	-	-	-
2"	50.000	-	-	100
1 1/2"	37.500	3	3	97
1"	25.000	9	12	88
3/4"	19.000	7	18	82
1/2"	12.500	16	34	66
3/8"	9.500	8	42	58
1/4"	6.300	12	54	46
N°4	4.750	6	59	41
N°10	2.000	11	71	29
N°20	0.850	6	77	23
N°30	0.600	2	79	21
N°40	0.425	1	81	19
N°60	0.250	2	82	18
N°100	0.150	2	84	16
N°140	0.106	1	86	14
N°200	0.075	1	87	13
FONDO		13		

% Grava	: 59
% Arena	: 28
% Finos	: 13

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Procedimiento interno AT-PR.5	
Limite Líquido	: 24
Limite Plástico	: 17
Índice Plástico	: 7

Clasificación SUCS ASTM D2487 : GC



Nota
 Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.
 Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.
 Ejecución : Tec. D. Del Rio R.
 Aprobación : Ing. D. Basurto R.



[Signature]
 Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
 e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe





Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 963-1-1

SOLICITANTE : PALHUA HUAMAN DANNY
PROYECTO : ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE Y LA APLICACIÓN DEL SISTEMA GEOMALLA TRIAXIAL
UBICACIÓN : VENTANILLA - CALLAO
FECHA : 11 DE OCTUBRE 2019

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080

Procedimiento interno AT-PR.9

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Calicata : C-1
Prof. (m.) : 2.50

Especimen N°	I	II	III
Lado del molde (cm)	5.97	5.97	5.97
Altura Inicial de la muestra (cm)	1.79	1.79	1.79
Densidad húmeda inicial (g/cm ³)	1.698	1.698	1.698
Densidad seca inicial (g/cm ³)	1.628	1.628	1.628
Cont. de humedad inicial (%)	4.3	4.3	4.3
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	1.652	1.617	1.573
Altura final de la muestra (cm)	1.617	1.587	1.543
Densidad húmeda final (g/cm ³)	2.131	2.153	2.183
Densidad seca final (g/cm ³)	1.803	1.837	1.890
Cont. de humedad final (%)	18.2	17.2	15.5
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.405	0.747	1.090
Angulo de fricción interna :	34.4 °		
Cohesión (kg/cm ²) :	0.06		

Nota

Los especímenes se remoldearon con la densidad del ensayo Próctor Estandar (80%).

Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.

Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. D. Del Rio Ñ

Aprobación : Ing. D. Basurto P.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission



Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

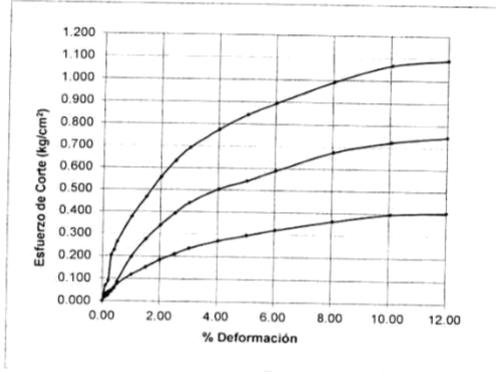
INFORME N° S19 - 963-1-1

SOLICITANTE : PALHUA HUAMAN DANNY
PROYECTO : ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE Y LA APLICACIÓN DEL SISTEMA GEOMALLA TRIAXIAL
UBICACIÓN : VENTANILLA - CALLAO
FECHA : 11 DE OCTUBRE 2019

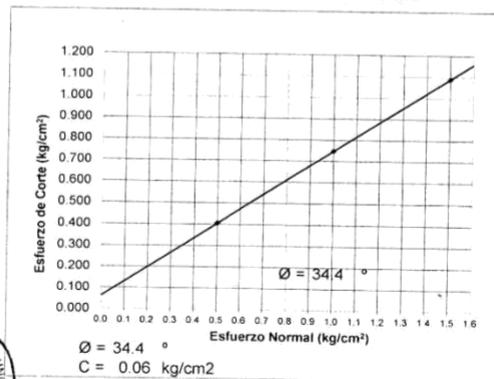
ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080
Procedimiento interno AT-PR.9

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Calicata : C-1
Prof. (m.) : 2.50

% DEFORMACIÓN TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission



Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 963-1-2

SOLICITANTE : PALHUA HUAMAN DANNY
PROYECTO : ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE Y LA APLICACIÓN DEL SISTEMA GEOMALLA TRIAXIAL
UBICACIÓN : VENTANILLA - CALLAO
FECHA : 11 DE OCTUBRE 2019

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

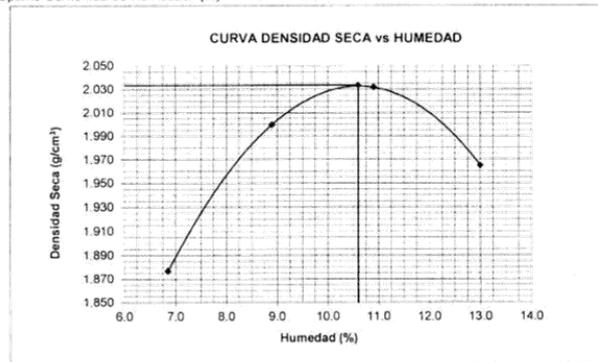
Calicata : C-1
Prof. (m.) : 2.50

ENSAYO PROCTOR ESTANDAR - REFERENCIA ASTM D 698

Procedimiento interno AT-PR.7

I. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACIÓN DE LA FRACCIÓN FINA < N°4"

MÉTODO DE ENSAYO : A
Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.034
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.60



Nota

Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.
Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. D. Del Rio R.
Aprobación : Ing. D. Basurto



Handwritten signature and typed name: Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS, Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos, Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe





Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 963-2-1

SOLICITANTE : PALHUA HUAMAN DANNY
PROYECTO : ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE Y LA APLICACIÓN DEL SISTEMA GEOMALLA TRIAXIAL
UBICACIÓN : VENTANILLA - CALLAO
FECHA : 11 DE OCTUBRE 2019

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-2
Prof. (m.) : 2.50

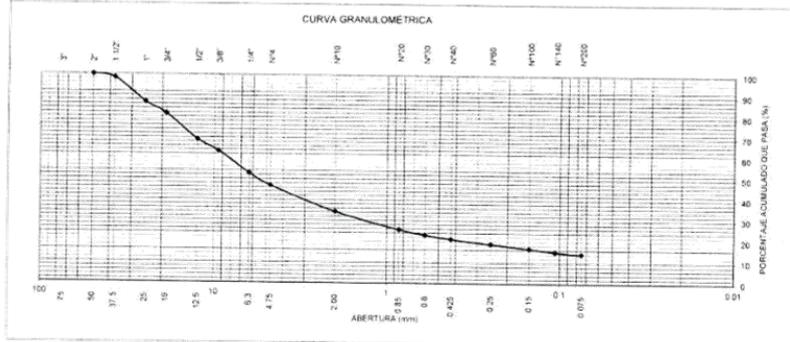
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - REFERENCIA ASTM D6913 / D6913M
Procedimiento interno AT-PR.4 - Método "A"

Table with 5 columns: Tamiz, Abertura (mm), (%) Parcial Retenido, (%) Acumulado Retenido, Pasa. Rows include various sieve sizes from 3" down to FONDO.

Summary table: % Grava : 53, % Arena : 33, % Finos : 14

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318
Procedimiento interno AT-PR 5
Limite Líquido : 28
Limite Plástico : 20
Indice Plástico : 8

Clasificación SUCS ASTM D2487 : GC



Nota
Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.
Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.
Ejecución : Téc. D. Del Rio R.
Aprobación : Ing. Basilio R.



Handwritten signature

Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
e-mail: lms_fc@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Nº 009713

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 963-2-1

SOLICITANTE : PALHUA HUAMAN DANNY
PROYECTO : ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE Y LA APLICACIÓN DEL SISTEMA GEOMALLA TRIAXIAL
UBICACIÓN : VENTANILLA - CALLAO
FECHA : 11 DE OCTUBRE 2019

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080

Procedimiento interno AT-PR.9

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Calicata : C-2
Prof. (m.) : 2.50

Especimen N°	I	II	III
Lado del molde (cm)	5.97	5.97	5.97
Altura Inicial de la muestra (cm)	1.79	1.79	1.79
Densidad húmeda inicial (g/cm ³)	1.672	1.672	1.672
Densidad seca inicial (g/cm ³)	1.603	1.603	1.603
Cont. de humedad inicial (%)	4.3	4.3	4.3
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	1.657	1.605	1.572
Altura final de la muestra (cm)	1.578	1.564	1.534
Densidad húmeda final (g/cm ³)	2.151	2.165	2.180
Densidad seca final (g/cm ³)	1.819	1.835	1.871
Cont. de humedad final (%)	18.3	18.0	16.5
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.409	0.750	1.091
Angulo de fricción interna :	34.3 °		
Cohesión (kg/cm ²) :	0.07		

Nota

Los especímenes se remoldearon con la densidad del ensayo Próctor Estandar (80%).
Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.
Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. D. Del Río Ñ
Aprobación : Ing. D. Bastirio R.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25. Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission



Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 963-2-1

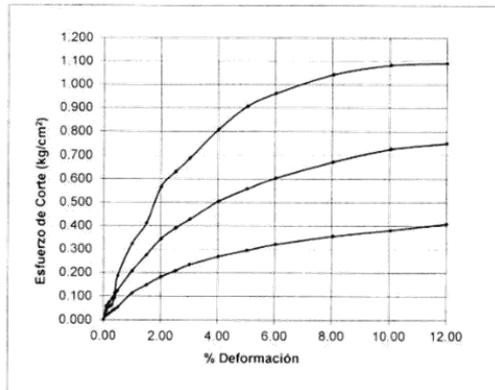
SOLICITANTE : PALHUA HUAMAN DANNY
PROYECTO : ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE Y LA APLICACIÓN DEL SISTEMA GEOMALLA TRIAXIAL
UBICACIÓN : VENTANILLA - CALLAO
FECHA : 11 DE OCTUBRE 2019

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080

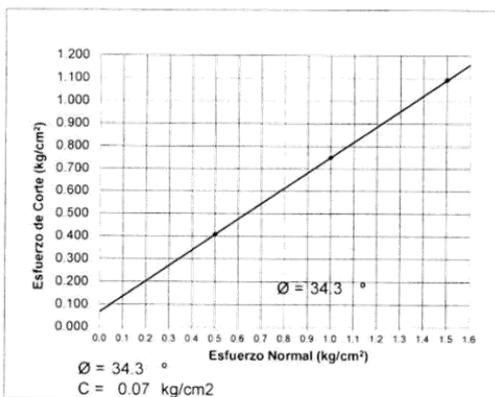
Procedimiento interno AT-PR.9

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Calicata : C-2
Prof. (m) : 2.50

% DEFORMACIÓN TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering Technology Accreditation Commission



Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 963-2-2

SOLICITANTE : PALHUA HUAMAN DANNY
PROYECTO : ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD DE CORTE Y LA APLICACIÓN DEL SISTEMA GEOMALLA TRIAXIAL
UBICACIÓN : VENTANILLA - CALLAO
FECHA : 10 DE OCTUBRE 2019

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

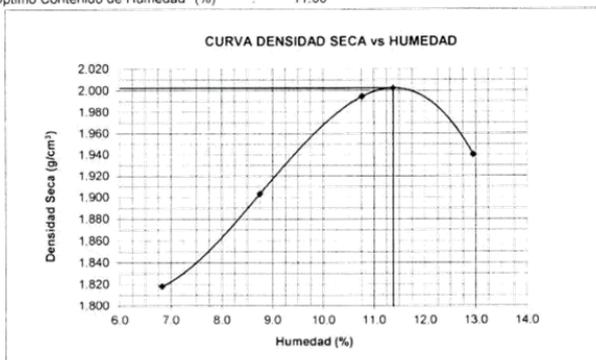
Calicata : C-2
Prof. (m.) : 2.50

ENSAYO PROCTOR ESTANDAR - REFERENCIA ASTM D 698

Procedimiento interno AT-PR.7

I. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACIÓN DE LA FRACCIÓN FINA < N°4"

MÉTODO DE ENSAYO : A
Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.002
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.38



Nota: Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente. Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.
Ejecución : Téc. D. Del Rio R.
Aprobación : Ing. D. Basurto R.



Handwritten signature of LUISA E. SHUAN LUCAS

Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe



Anexo 04: validación de instrumentos por juicio de expertos por medio de fichas de recolección de datos.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				FECHA:
PROYECT	Estudio de la estabilidad del talud de corte y la aplicación del sistema geomalla triaxial en la Av. Néstor Gambetta - Ventanilla, 2019			/ /
AUTOR:	palhua huaman danny			PUNTAJACIÓN
I. INFORMACIÓN GENERAL		UBICACIÓN: Av. Nestor gambetta	LONGITUD:	
DISTRITO: Ventanilla		LATITUD:		
PROVINCIA: Callao		ALTITUD:		
II. PROPIEDADES FÍSICAS				
Distancia entre costillas paralelas, mm (in)	Profundidad al centro de la costilla, mm (in)	Ancho al centro de la costilla, mm (in)		0.15
Espesor de nodos o juntas, mm (in)	Forma de la costilla	Forma de la apertura		
III. INTEGRIDAD ESTRUCTURAL				0 - 0.20
Eficiencia en las juntas %	Rigidez radial a bajas deformaciones, kN/m @ 0.5% strain		0.17	
Estabilidad de Aperturas, kg-cm/deg @ 5.0kg-cm	Rigidez radial a bajas deformaciones, (lb/ft @ 0.5% strain)			
IV. DURABILIDAD				0 - 0.20
Resistencia a la degradación química	Resistencia a la degradación por luz ultravioleta y condiciones ambientales			0.17
V. PROPIEDADES MECÁNICAS				0 - 0.20
Resistencia mínima a la tracción inicial en la dirección longitudinal (Knm)	Resistencia mínima a la tracción inicial en la dirección transversal (Knm)			0.16
Deformación máxima a rotura (Longitudinal) (mm)				
VI. APLICACIÓN DE LA GEOMALLA TRIAXIAL				0 - 0.20
Sistema de refuerzo en la base de carreteras	Sistema de tierra reforzada (Terramesh)			0.17
Sistema de refuerzo y retención en laderas	Sistemas de retención ante caída de rocas u otros			
VII. MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE				0 - 0.20
Método de Bishop Simplificado	Método de Spencer			0.16
Método de Morgenstern - Price	Otros métodos			
VIII. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS				0 - 0.20
Calicatas	Clasificación de suelos			0.17
Límites de Atterberg	Peso específico del material (Kg/cm3)			
Cohesión (Kg/cm2)	Ángulo de fricción (°)			
IX. PARÁMETROS GEOMÉTRICOS				0 - 0.20
Altura total (m)	Inclinación (°)			0.16
Perfil transversal (m2)	Tipología del terreno			
Curvas de nivel (m)				
X. PROGRAMAS PARA MODELACIÓN Y SIMULACIÓN DE ESTABILIDAD				0 - 0.20
Software Slide v 6.0	Software Geo5			0.17
Software Plaxis 2D	Software RocFall 2D			
XI. ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE				0 - 0.20
Deslizamiento	Volteo			0.17
Desprendimiento o caída de rocas				
Apellidos y nombres	VARGAS CAROLINA LUIS ALBERTO			Variable independiente: Aplicación del sistema geomalla Variable dependiente: Estabilidad del talud de corte 0.82 0.83
Registro CIP N°	194542			
Profesion	INGENIERO CIVIL			
Correo	lucasschacal@gmail.com			
celular	982328765			
OBSERVACIONES:				FIRMA:  Firmado por: LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 194542

Tabla 6. Valores mínimos de validez, según grupo de expertos

Numero de Expertos	Valor Mínimo (Coeficiente)	Interpretación
40	0.29	Baja Confabilidad
20	0.42	Confiable
15	0.49	Confiable
10	0.62	Muy Confiable
De 3 a menos de 10	De 0.84 a 0.90	Excelente Confabilidad

Fuente: Sánchez, 2011

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				FECHA:
PROYECT	Estudio de la estabilidad del talud de corte y la aplicación del sistema geomalla triaxial en la Av. Nestor Gambetta - Ventanilla, 2019			/ /
AUTOR:	palhua huaman danny			
I. INFORMACIÓN GENERAL				PUNTAJACIÓN
UBICACIÓN:	Av. Nestor gambetta		LONGITUD:	
DISTRITO:	Ventanilla		LATITUD:	
PROVINCIA:	Callao		ALTITUD:	
II. PROPIEDADES FÍSICAS				0 - 0.20
Distancia entre costillas paralelas, mm (in)	Profundidad al centro de la costilla, mm (in)	Ancho al centro de la costilla, mm (in)		0,19
Espesor de nodos o juntas, mm (in)	Forma de la costilla	Forma de la apertura		
III. INTEGRIDAD ESTRUCTURAL				0 - 0.20
Eficiencia en las juntas %	Rigidez radial a bajas deformaciones, kN/m @ 0.5% strain			0,17
Estabilidad de Aperturas, kg-cm/deg @ 5.0kg-cm	Rigidez radial a bajas deformaciones, (lb/ft @ 0.5% strain)			
IV. DURABILIDAD				0 - 0.20
Resistencia a la degradación química	Resistencia a la degradación por luz ultravioleta y condiciones ambientales			0,19
V. PROPIEDADES MECÁNICAS				0 - 0.20
Resistencia mínima a la tracción inicial en la dirección longitudinal (Knm)	Resistencia mínima a la tracción inicial en la dirección transversal (Knm)			0,18
Deformación máxima a rotura (Longitudinal) (mm)				
VI. APLICACIÓN DE LA GEOMALLA TRIAXIAL				0 - 0.20
Sistema de refuerzo en la base de carreteras	Sistema de tierra reforzada (Terramesh)			0,19
Sistema de refuerzo y retención en laderas	Sistemas de retención ante caída de rocas u otros			
VII. MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE				0 - 0.20
Método de Bishop Simplificado	Método de Spencer			0,19
Método de Morgenstern - Price	Otros métodos			
VIII. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS				0 - 0.20
Calicatas	Clasificación de suelos			0,19
Límites de Atterberg	Peso específico del material (Kg/cm3)			
Cohesión (Kg/cm2)	Ángulo de fricción (°)			
IX. PARÁMETROS GEOMÉTRICOS				0 - 0.20
Altura total (m)	Inclinación (°)			0,17
Perfil transversal (m2)	Tipología del terreno			
Curvas de nivel (m)				
X. PROGRAMAS PARA MODELACIÓN Y SIMULACIÓN DE ESTABILIDAD				0 - 0.20
Software Slide v 6.0	Software Geo5			0,20
Software Plaxis 2D	Software RocFall 2D			
XI. ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE				0 - 0.20
Deslizamiento	Volteo			0,19
Desprendimiento o caída de rocas				
Apellidos y nombres	Ricardo Pichón Santos P.			
Registro CIP N°	51630			
Profesion	ING. CIVIL			
Correo celular	sprichon@vsc.edu.pe 94122476			
OBSERVACIONES:				

Variable independiente: Aplicación del sistema geomalla
Variable dependiente: Estabilidad del talud de corte

SANTOS RICARDO PADIJLA PICHÓN
INGENIERO CIVIL
CIP: 51630.
Firma y sello del experto

Tabla 6. Valores mínimos de validez, según grupo de expertos

Número de Expertos	Valor Mínimo (Coficiente)	Interpretación
40	0.29	Baja Confiabilidad
20	0.42	Confiable
15	0.49	Confiable
10	0.62	Muy Confiable
De 3 a menos de 10	De 0.84 a 0.90	Excelente Confiabilidad

Fuente: Sánchez, 2011

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				FECHA:
PROYECTO	Estudio de la estabilidad del talud de corte y la aplicación del sistema geomalla triaxial en la Av. Nestor Gambeta - Ventanilla, 2019			/ /
AUTOR:	palhua huaman danny			
I. INFORMACION GENERAL				PUNTAJACIÓN
UBICACIÓN:	Av. Nestor gambetta	LONGITUD:		
DISTRITO:	Ventanilla	LATITUD:		
PROVINCIA:	Callao	ALTITUD:		
II. PROPIEDADES FÍSICAS				0 - 0.20
Distancia entre costillas paralelas, mm (in)	Profundidad al centro de la costilla, mm (in)	Ancho al centro de la costilla, mm (in)		0.16
Espesor de nodos o juntas, mm (in)	Forma de la costilla	Forma de la apertura		
III. INTEGRIDAD ESTRUCTURAL				0 - 0.20
Eficiencia en las juntas %		Rigidez radial a bajas deformaciones, kN/m @ 0.5% strain		0.15
Estabilidad de Aperturas, kg-cm/deg @ 5.0kg-cm		Rigidez radial a bajas deformaciones, (lb/ft @ 0.5% strain)		
IV. DURABILIDAD				0 - 0.20
Resistencia a la degradación química		Resistencia a la degradación por luz ultravioleta y condiciones ambientales		0.17
V. PROPIEDADES MECÁNICAS				0 - 0.20
Resistencia mínima a la tracción inicial en la dirección longitudinal (Knm)		Resistencia mínima a la tracción inicial en la dirección transversal (Knm)		0.16
Deformación máxima a rotura (Longitudinal) (mm)				
VI. APLICACIÓN DE LA GEOMALLA TRIAXIAL				0 - 0.20
Sistema de refuerzo en la base de carreteras		Sistema de tierra reforzada (Terramesh)		0.15
Sistema de refuerzo y retención en laderas		Sistemas de retención ante caída de rocas u otros		
VII. MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE				0 - 0.20
Método de Bishop Simplificado		Método de Spencer		0.17
Método de Morgenstern - Price		Otros métodos		
VIII. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS				0 - 0.20
Calicatas		Clasificación de suelos		0.16
Límites de Atterberg		Peso específico del material (Kg/cm3)		
Cohesión (Kg/cm2)		Ángulo de fricción (*)		
IX. PARÁMETROS GEOMÉTRICOS				0 - 0.20
Altura total (m)		Inclinación (°)		0.16
Perfil transversal (m2)		Tipología del terreno		
Curvas de nivel (m)				
X. PROGRAMAS PARA MODELACIÓN Y SIMULACIÓN DE ESTABILIDAD				0 - 0.20
Software Slide v 6.0		Software Geo5		0.17
Software Plaxis 2D		Software RocFall 2D		
XI. ESTABILIDAD DEL TALUD DE CORTE				0 - 0.20
Deslizamiento		Volteo		0.17
Desprendimiento o caída de rocas				
Apellidos y nombres	BOZA OLACHEA MARGARITA			
Registro CIP N°	80500			
Profesion	ING. CIVIL			
Correo	MLBOZA@GMAIL.COM			
celular	963710212			
OBSERVACIONES:				
				 Margarita Boza Olachea INGENIERA CIVIL FIRMA Y SELLO DEL EXPERTO

Tabla 6. Valores mínimos de validez, según grupo de expertos

Numero de Expertos	Valor Mínimo (Coeficiente)	Interpretación
40	0.29	Baja Confabilidad
20	0.42	Confiable
15	0.49	Confiable
10	0.62	Muy Confiable
De 3 a menos de 10	De 0.84 a 0.90	Exceiente Confabilidad

Fuente: Sánchez, 2011

Anexo 05: Puntos geodésicos MPP1 en ventanilla

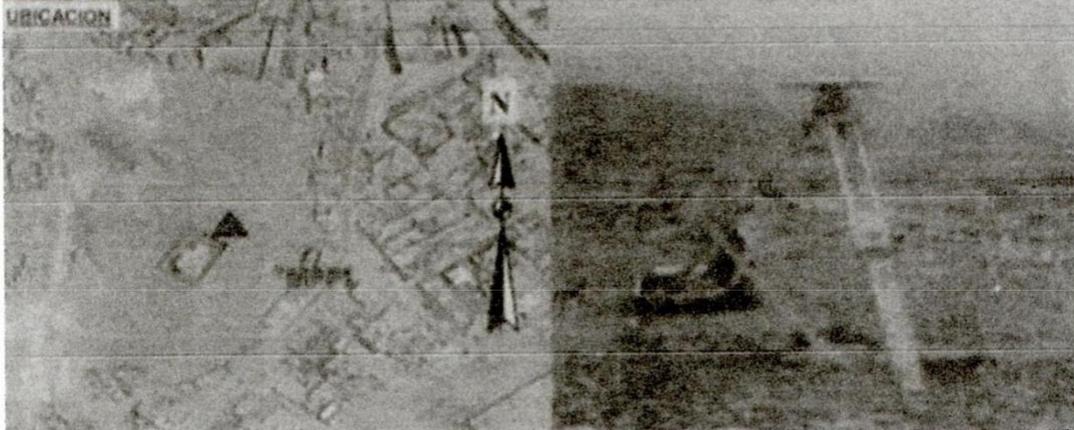


INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
DIRECCION DE GEODESIA



DESCRIPCION MONOGRAFICA

NOMBRE: PUNTO-MPP1	LOCALIDAD: VENTANILLA	ESTABLECIDA POR: INSTITUTO GEOGRAFICO DEL PERU		
UBICACIÓN: Parte externa del tanque de sedapal		CARACTERISTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE DE 5 CM DIAMETRO		
LATITUD (S) WGS-84: 11°55'38.46509"		LONGITUD (W) WGS-84: 77°07'49.85436"		
NORTE (Y) WGS-84: 8684349.182		ESTE (X) WGS-84: 268097.198		
ALTURA ELIPSOIDE: 88,47 m	ELEVACION EGM2001: 77,30 m	ZONA UT: 18	CTOR ESCALA COMBINAD: 1.000221518	ORDEN: "C"



DESCRIPCION:
El punto GNSS denominado "MPP1", se encuentra ubicado en el sector la capilla-angamos, localizado en el distrito de ventanilla, provincia del callao y departamento de lima.

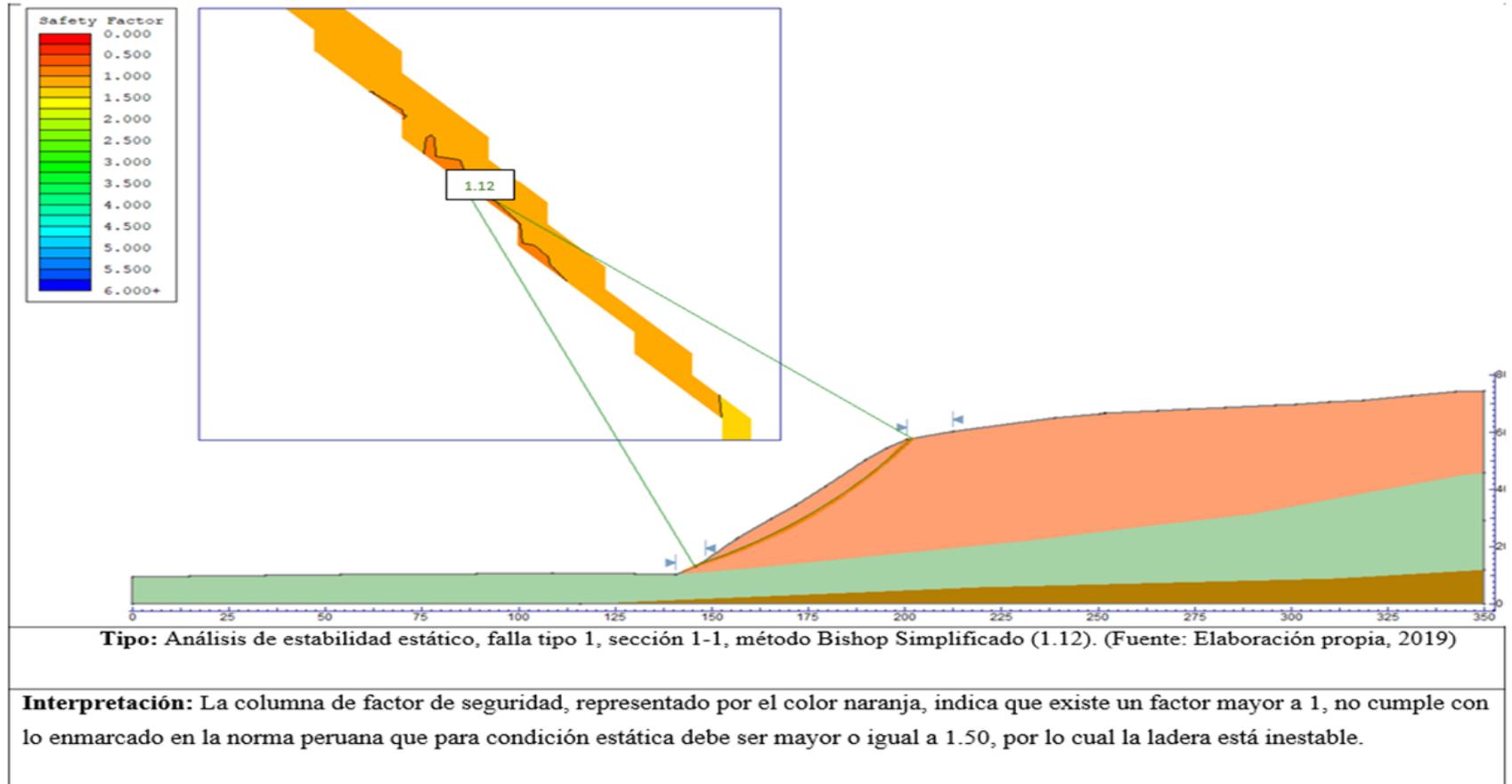
MARCA DE ESTACION
Es un disco de bronce de 5 cm diametro incrustado en un bloque de concreto de forma cuadrada de 0,20x0,20x0,40m y a ras del suelo que lo circunda.

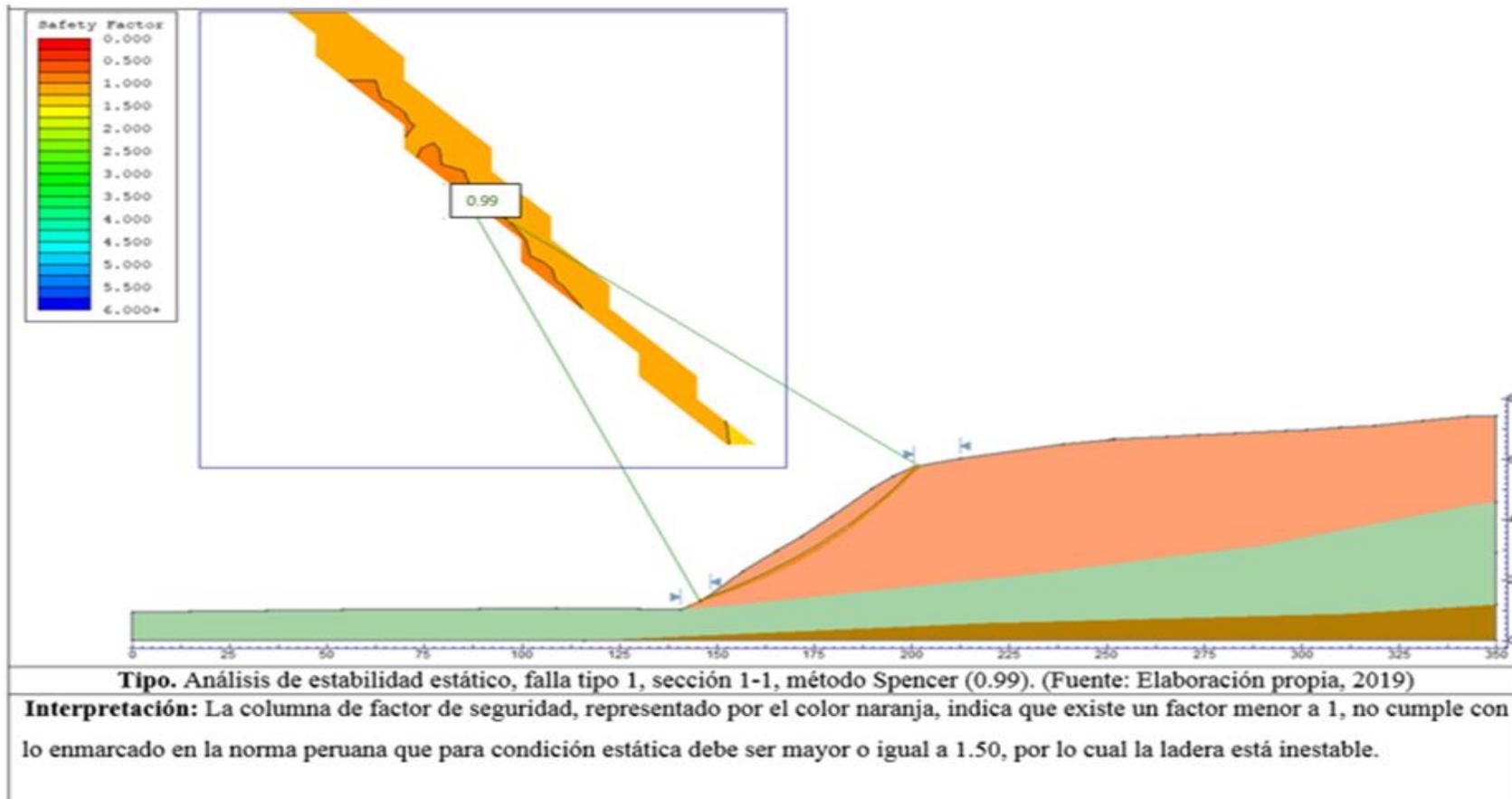
Referencia: Hoja 24-i Chancay Escala 1/100 000.

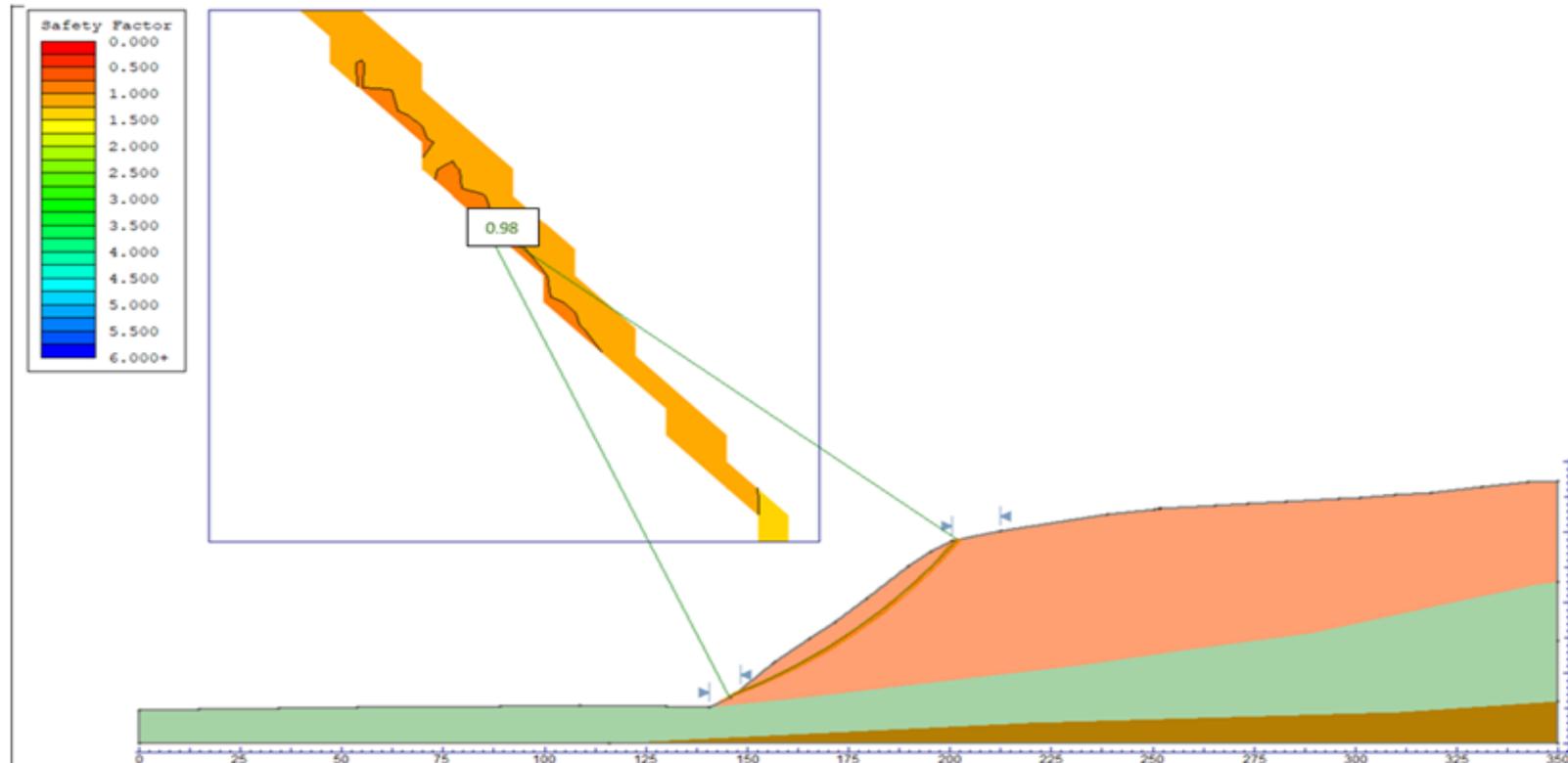
DESCRITA POR: 	DIRECTOR DE GEODESIA 	FECHA: NOV-13
Tco I Tco Ing. D. Tito F	My EP. J. Llanos A	

Fuente: Instituto geográfico nacional, 2019

Anexo 06: modelamiento software Slide

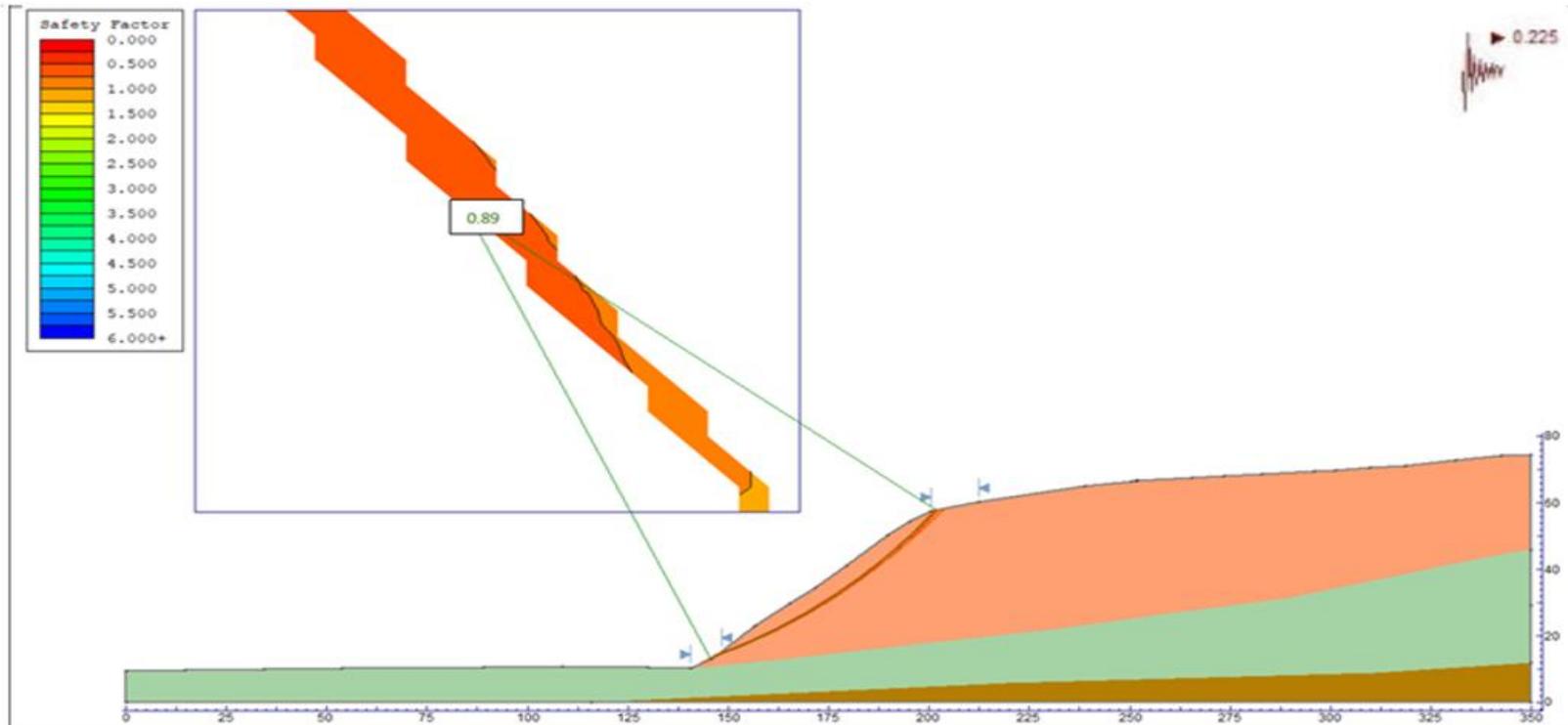






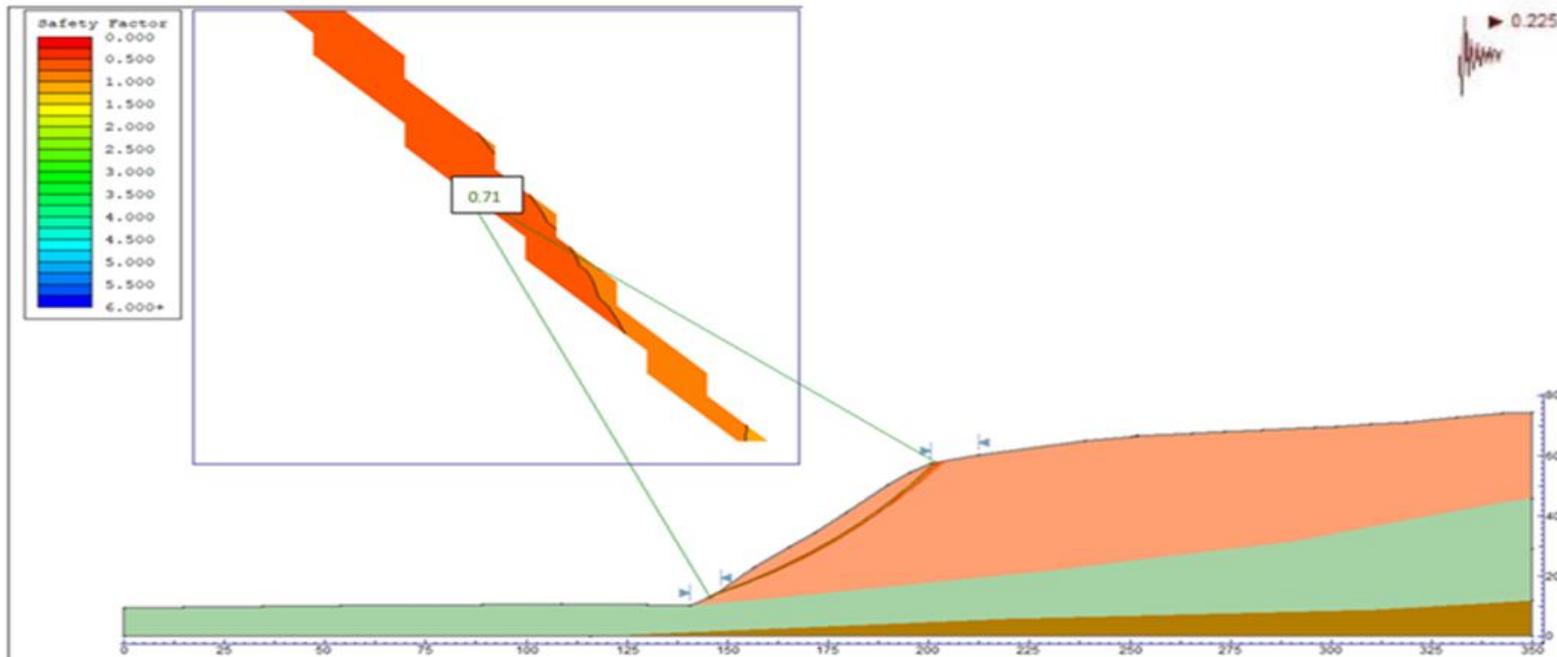
Tipo. Análisis de estabilidad estático, falla tipo 1, sección 1-1, método Morgenstein - Price (0.98). (Fuente: Elaboración propia, 2019)

Interpretación: La columna de factor de seguridad, representado por el color naranja, indica que existe un factor menor a 1, no cumple con lo enmarcado en la norma peruana que para condición estática debe ser mayor o igual a 1.50, por lo cual la ladera está inestable.



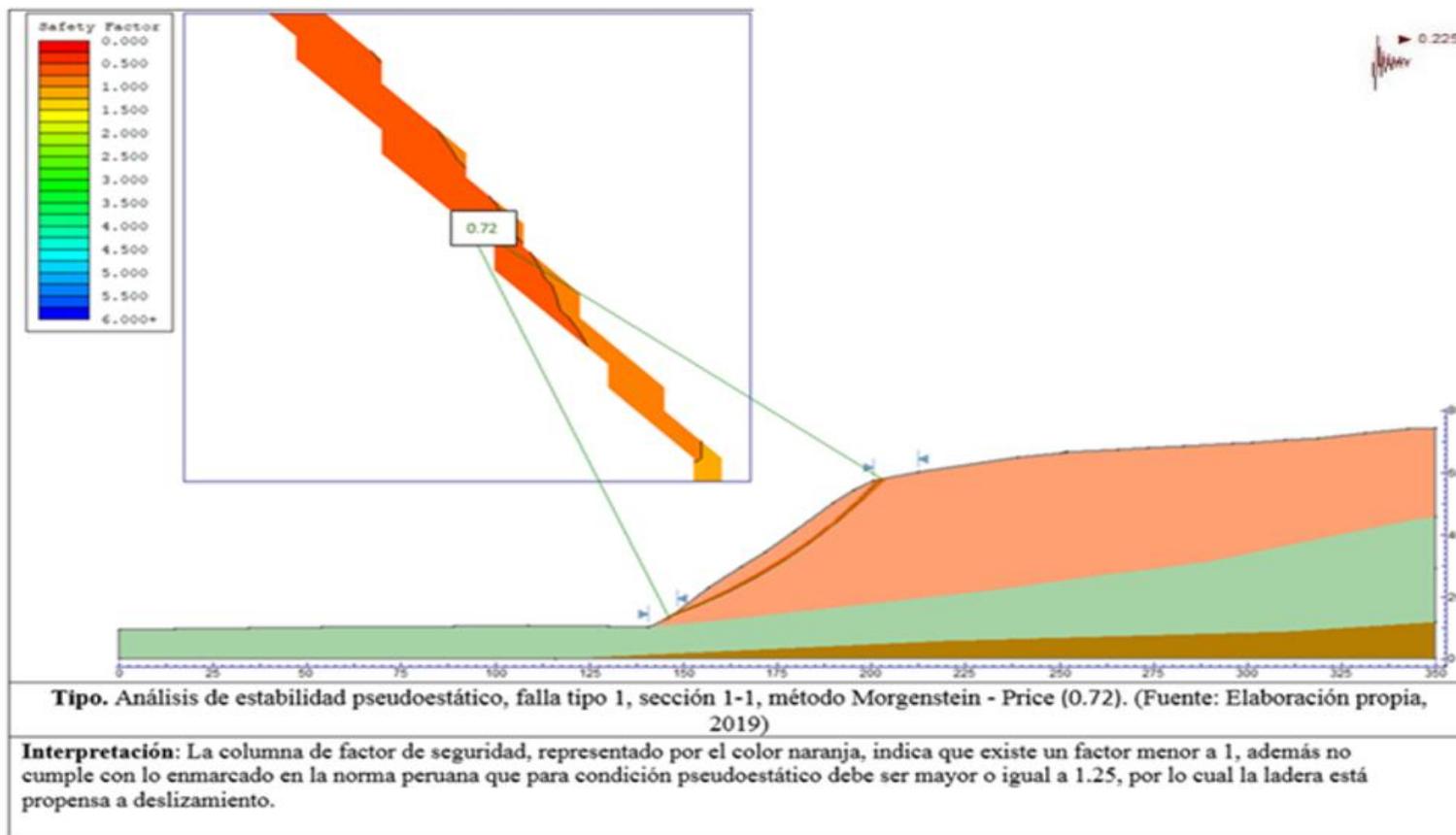
Tipo. Análisis de estabilidad pseudoestático, falla tipo 1, sección 1-1, método Bishop Simplificado (0.89). (Fuente: Elaboración propia, 2019)

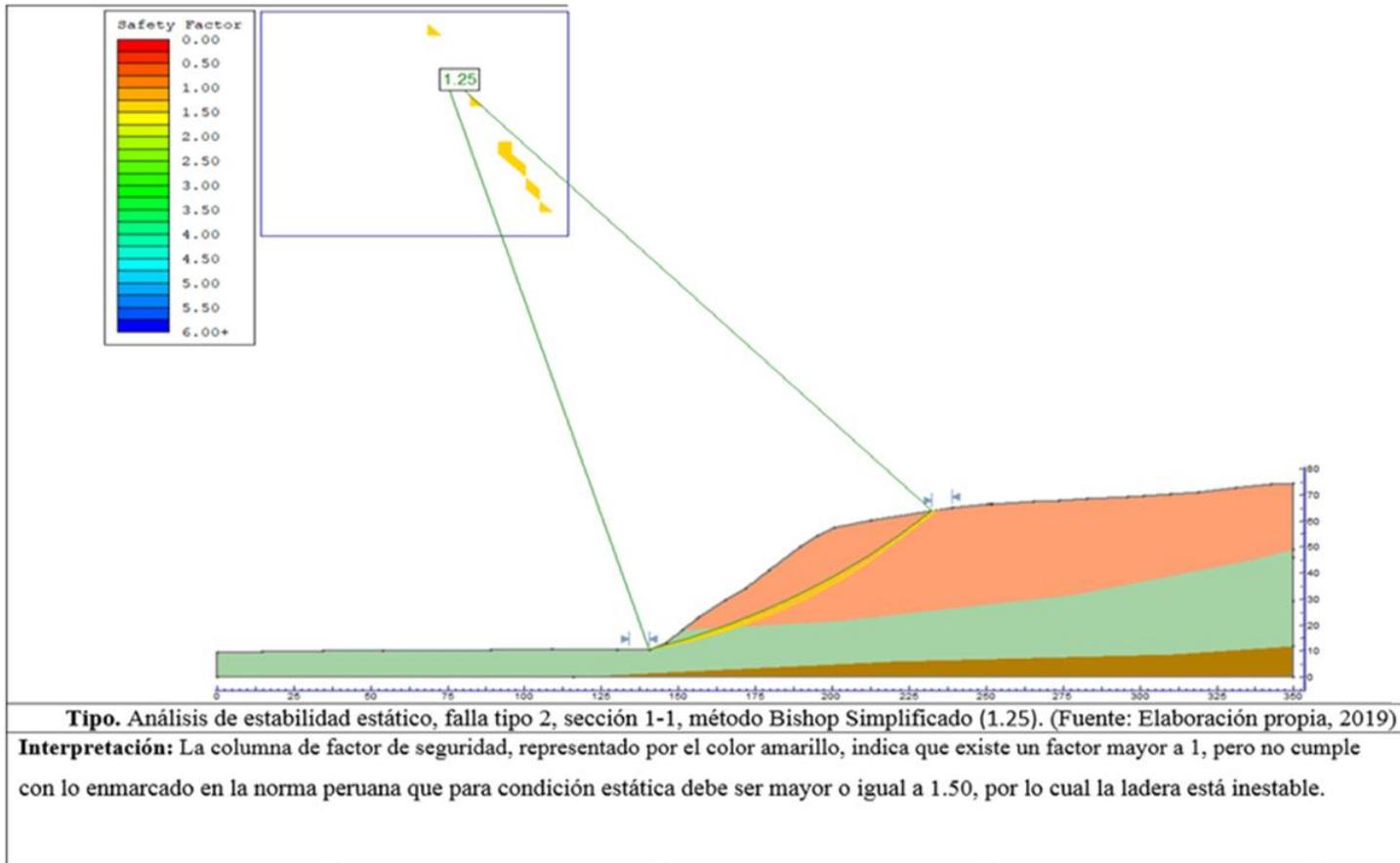
Interpretación: La columna de factor de seguridad, representado por el color naranja, indica que existe un factor menor a 1, además no cumple con lo enmarcado en la norma peruana que para condición pseudoestático debe ser mayor o igual a 1.25, por lo cual la ladera está propensa a deslizamiento.

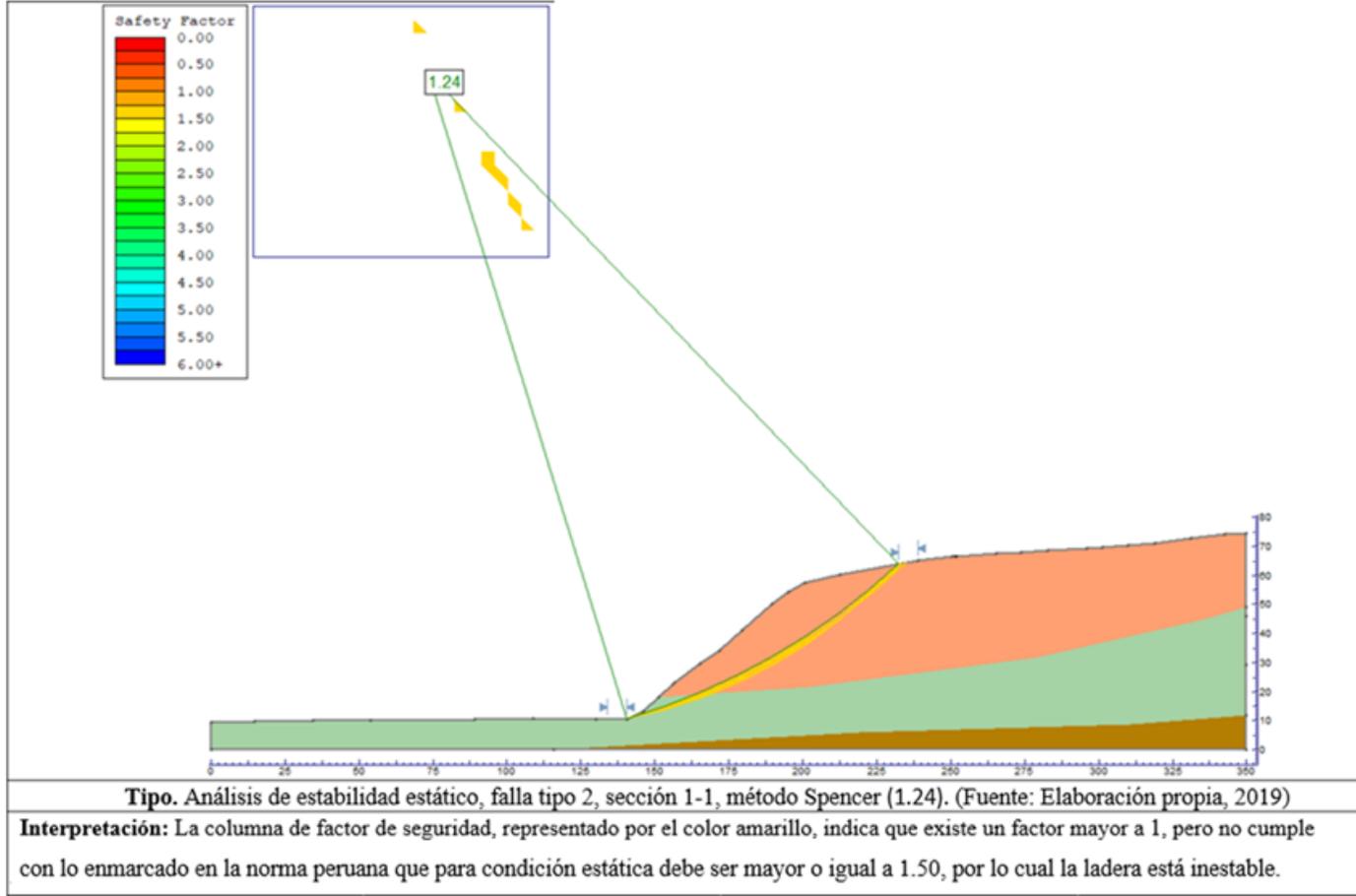


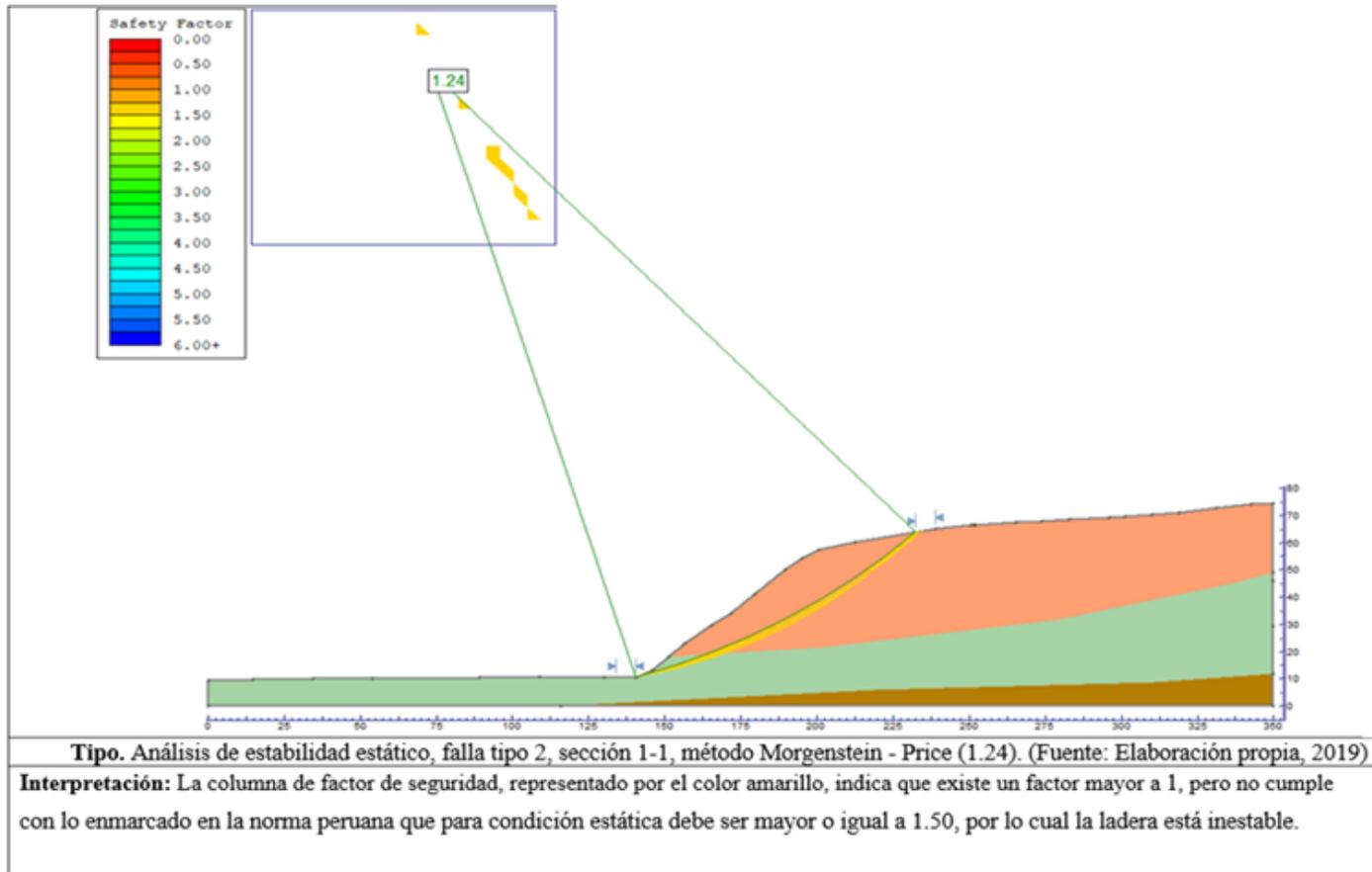
Tipo. Análisis de estabilidad pseudoestático, falla tipo 1, sección 1-1, método Spencer (0.717). (Fuente: Elaboración propia, 2019)

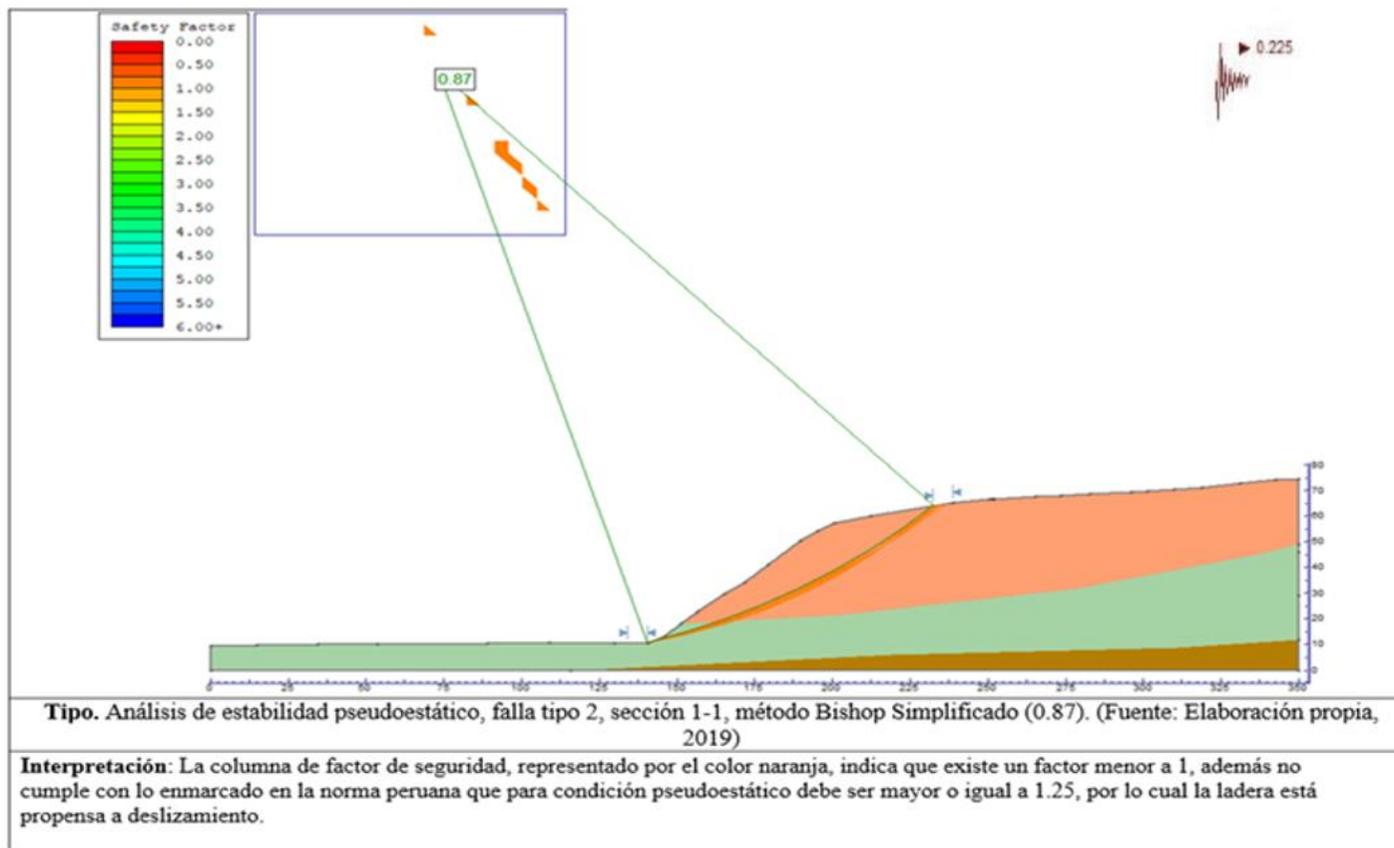
Interpretación: La columna de factor de seguridad, representado por el color naranja, indica que existe un factor menor a 1, además no cumple con lo enmarcado en la norma peruana que para condición pseudoestático debe ser mayor o igual a 1.25, por lo cual la ladera está propensa a deslizamiento.

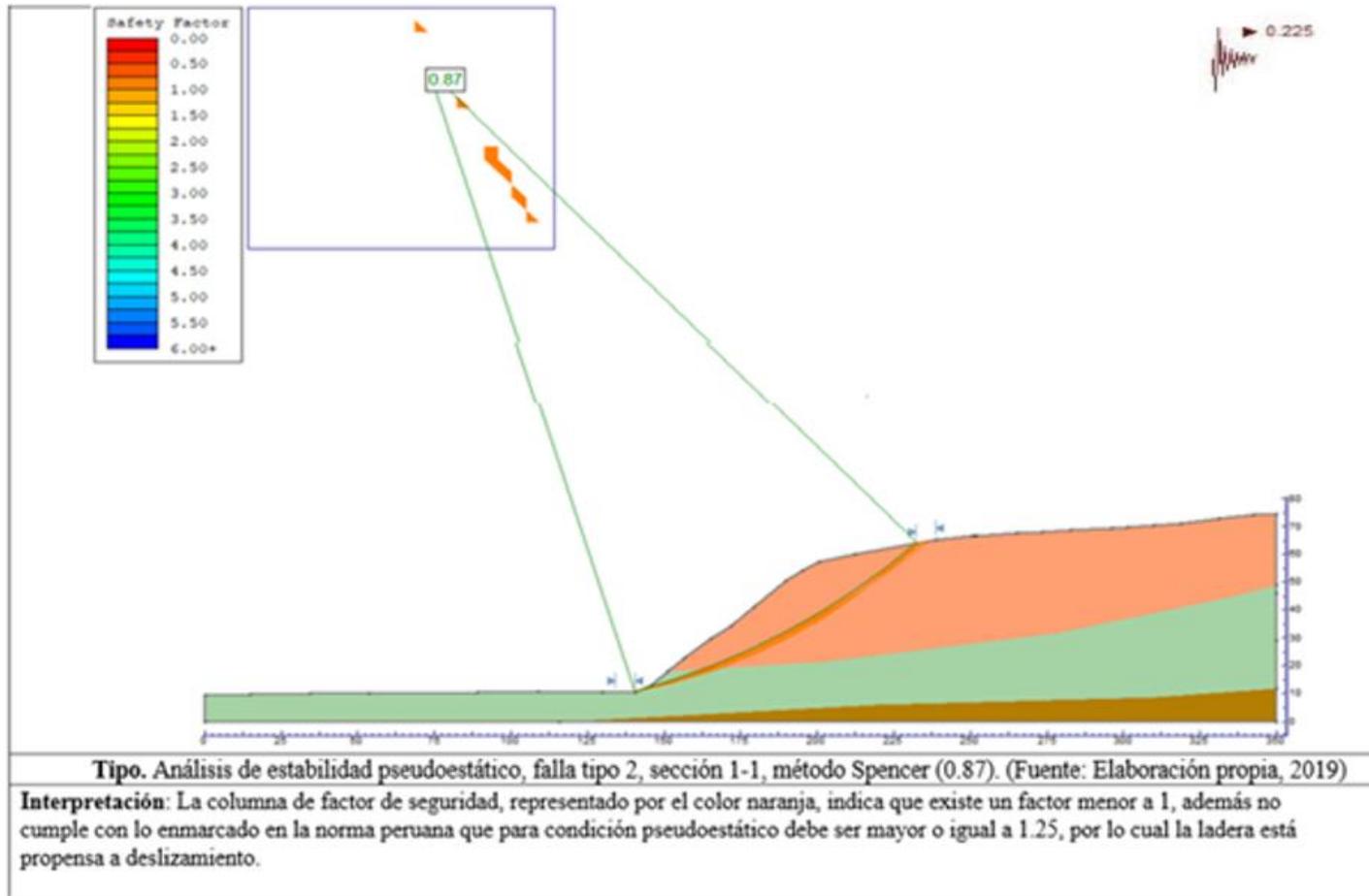


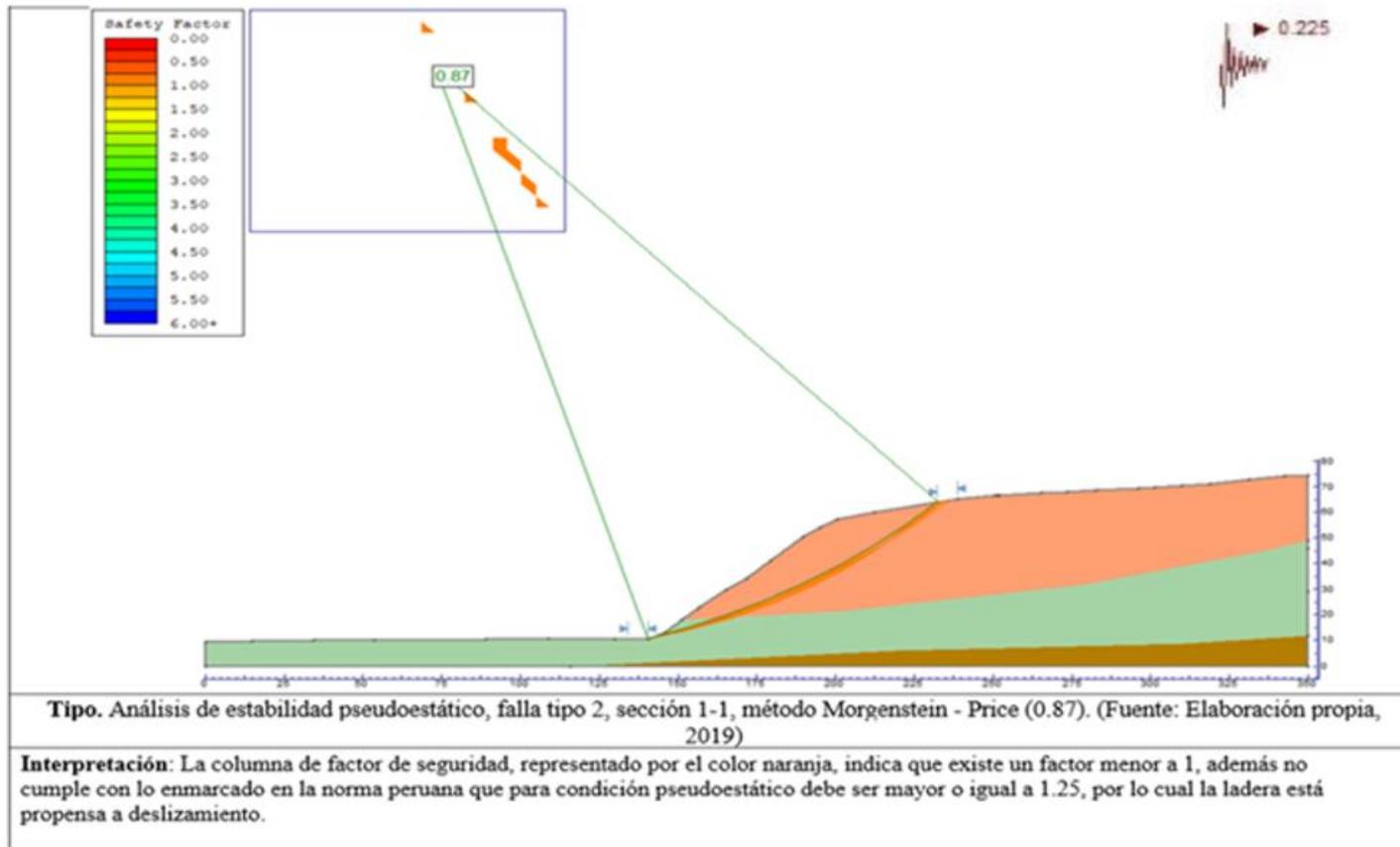


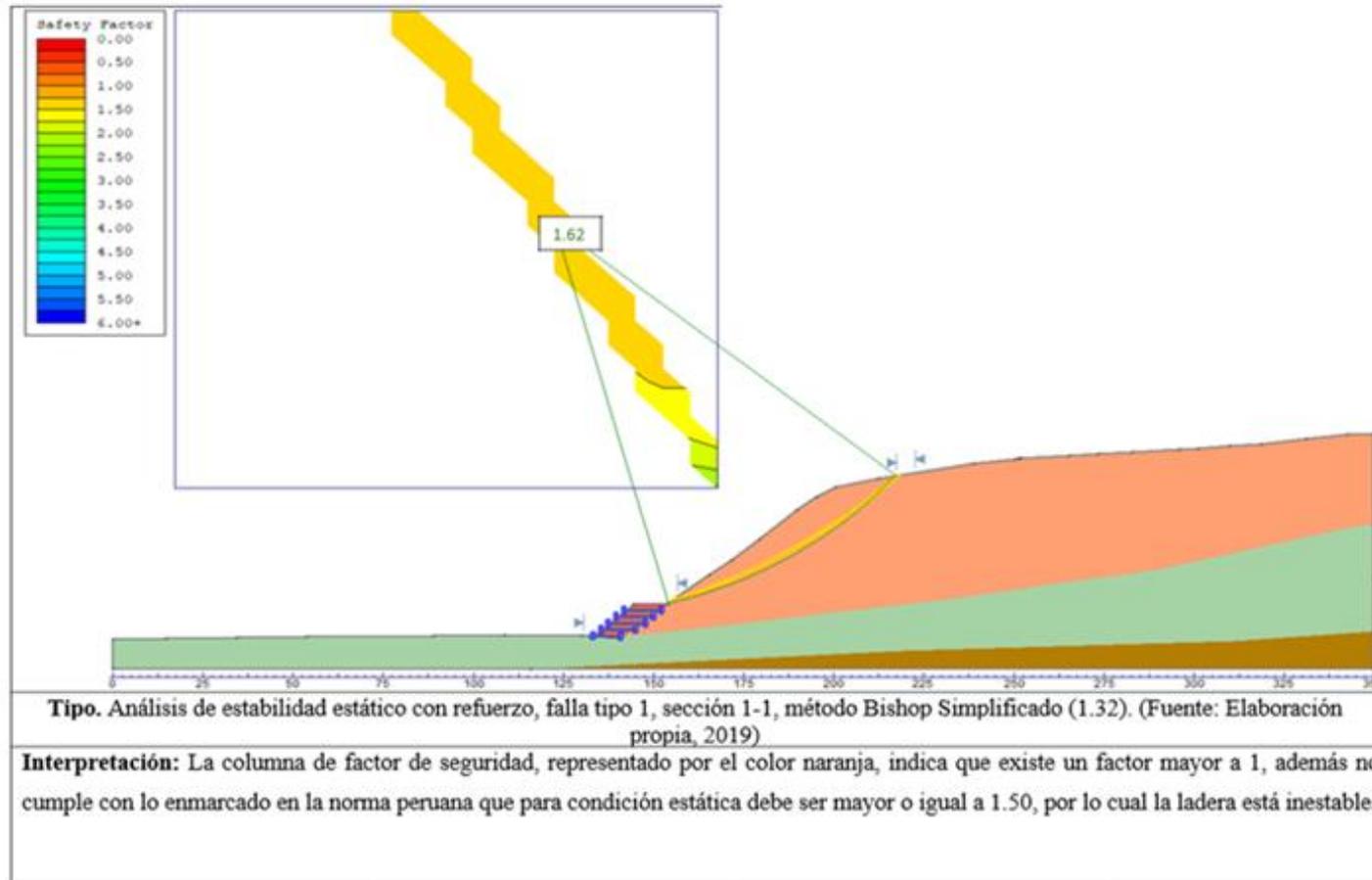


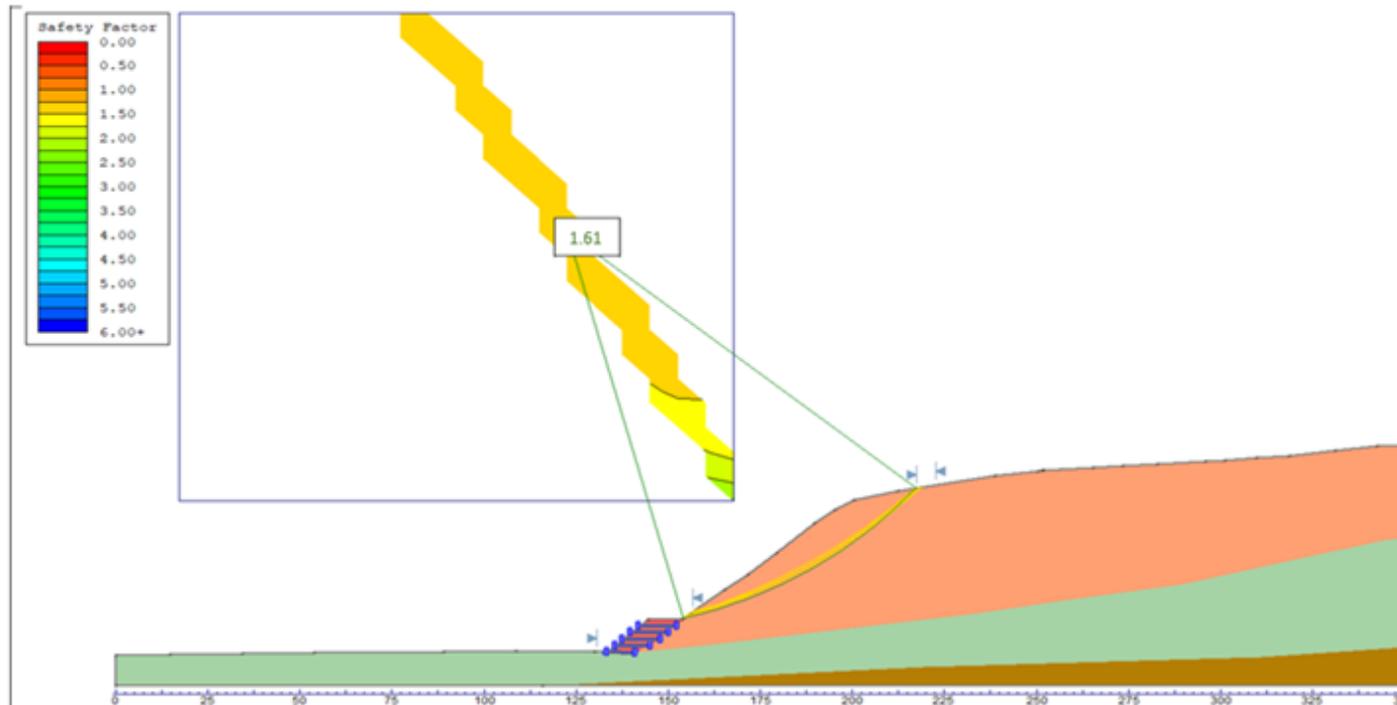






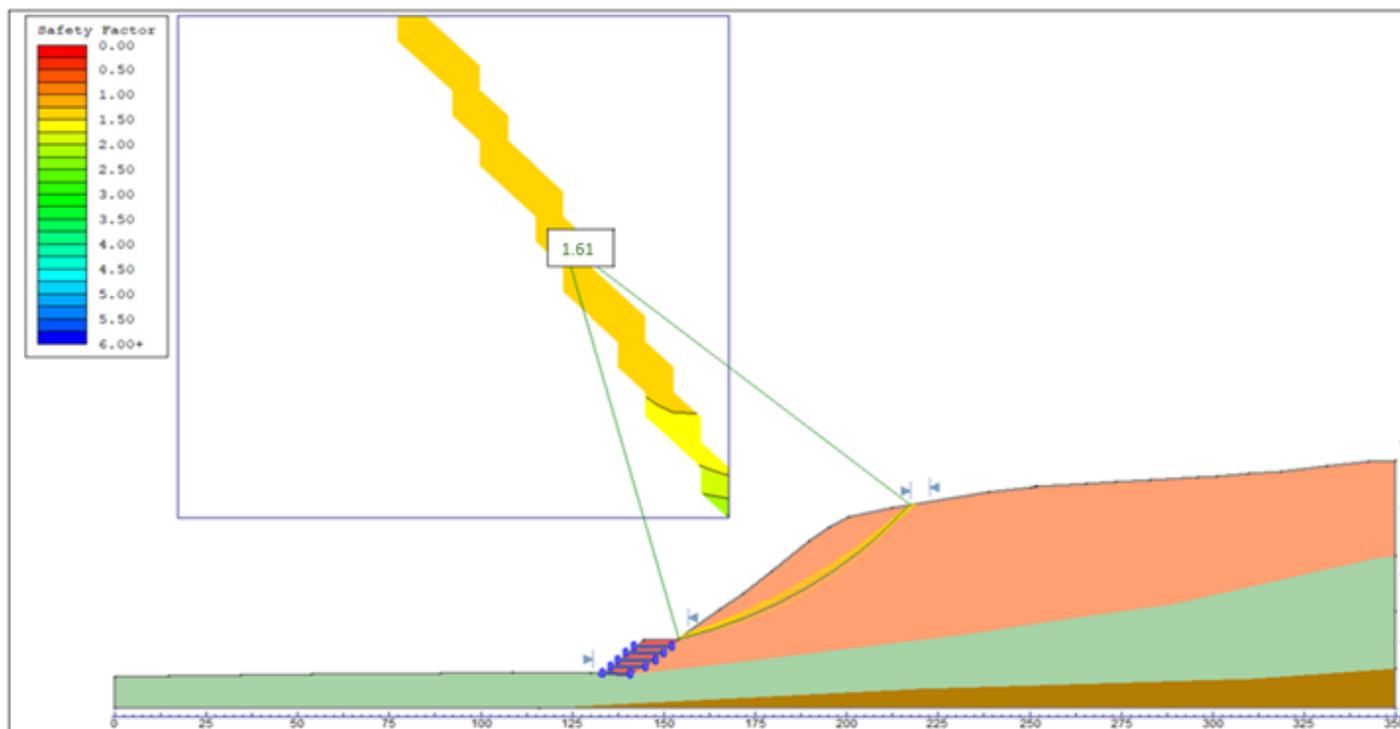






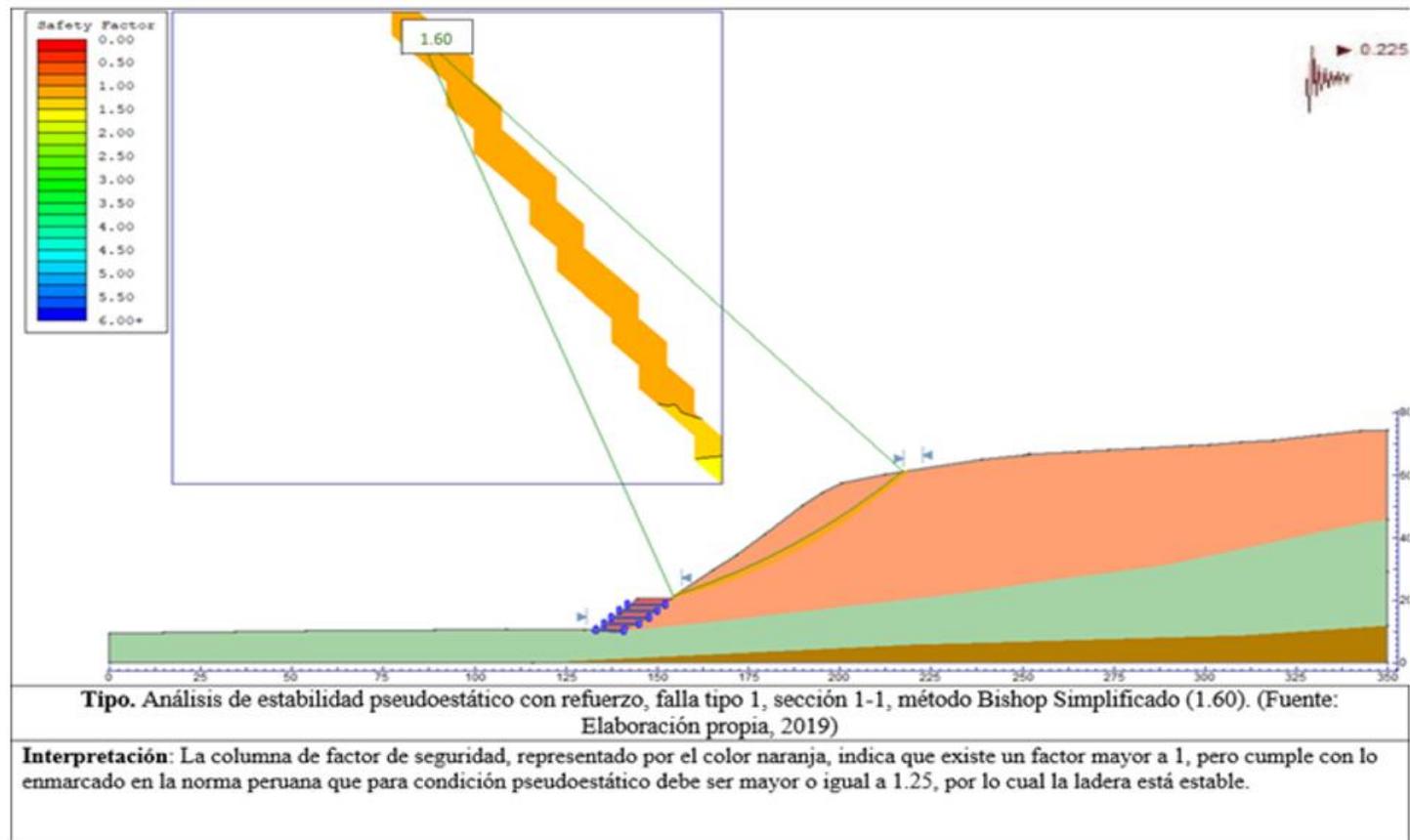
Tipo. Análisis de estabilidad estático con refuerzo, falla tipo 1, sección 1-1, método Spencer (1.32). (Fuente: Elaboración propia, 2019)

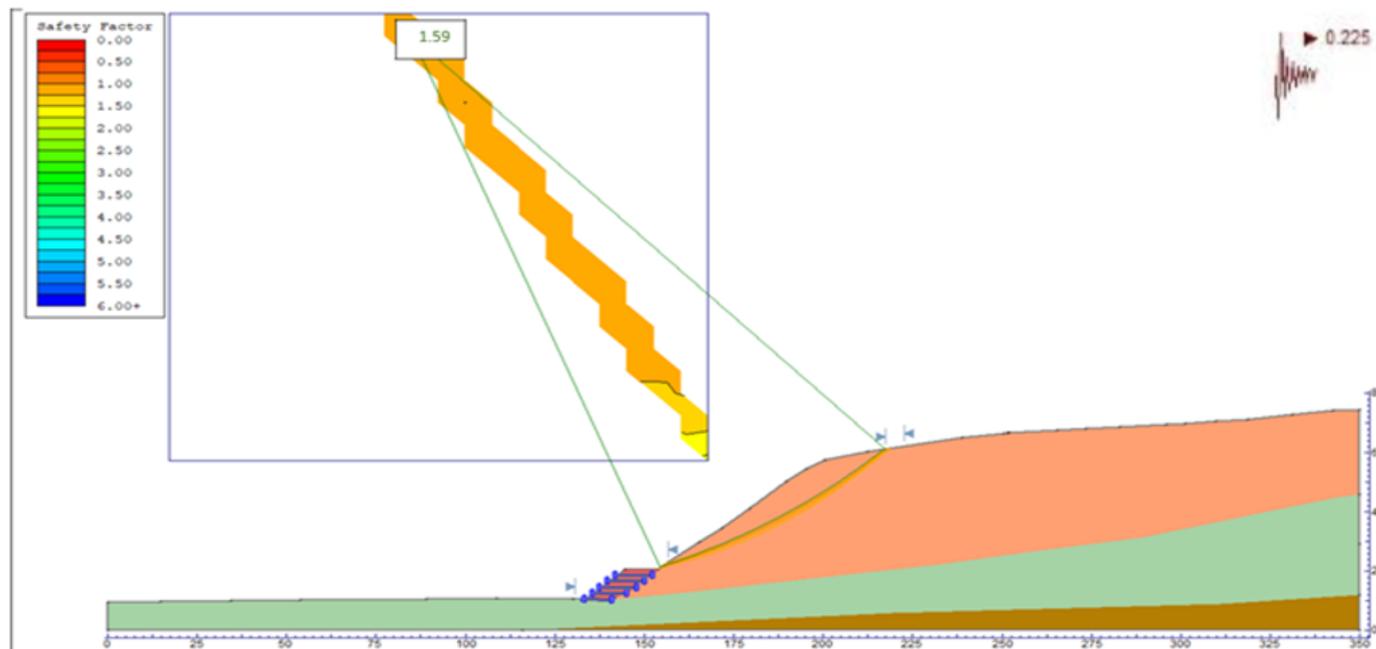
Interpretación: La columna de factor de seguridad, representado por el color naranja, indica que existe un factor mayor a 1, además no cumple con lo enmarcado en la norma peruana que para condición estática debe ser mayor o igual a 1.50, por lo cual la ladera está inestable.



Tipo. Análisis de estabilidad estático con refuerzo, falla tipo 1, sección 1-1, método Morgenstein - Price (1.32). (Fuente: Elaboración propia, 2019)

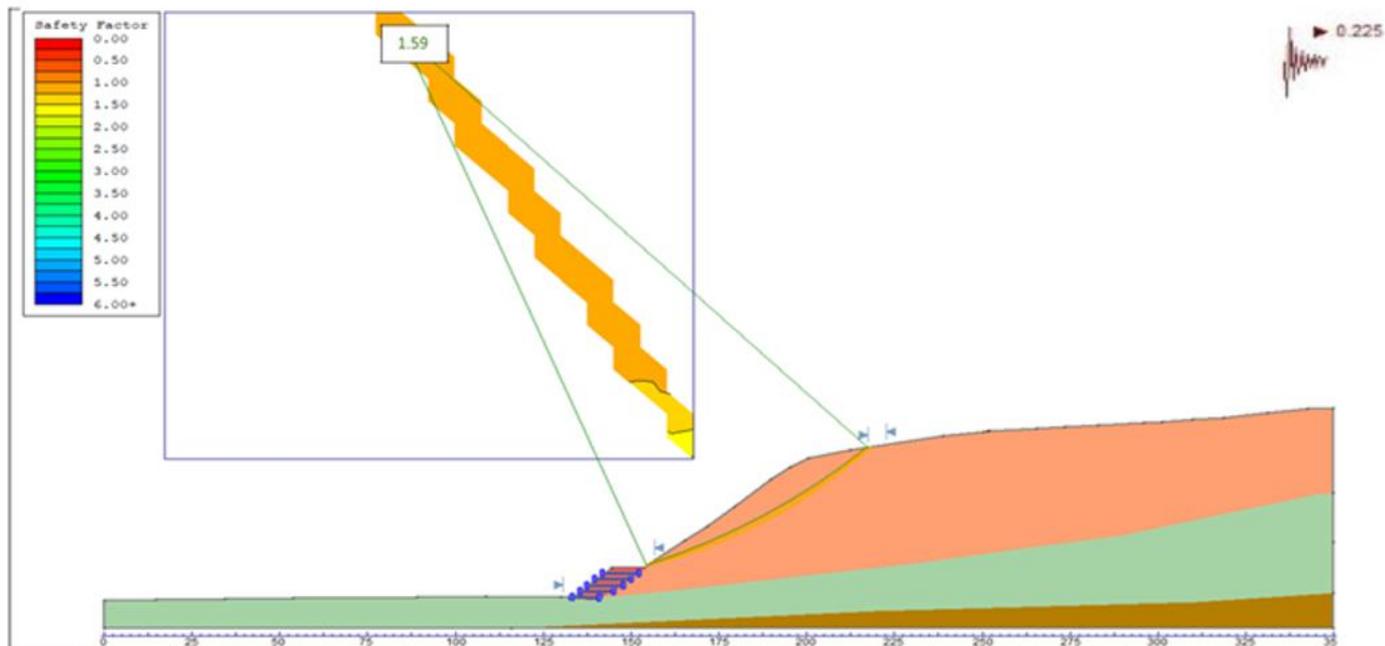
Interpretación: La columna de factor de seguridad, representado por el color naranja, indica que existe un factor mayor a 1, además no cumple con lo enmarcado en la norma peruana que para condición estática debe ser mayor o igual a 1.50, por lo cual la ladera está inestable.





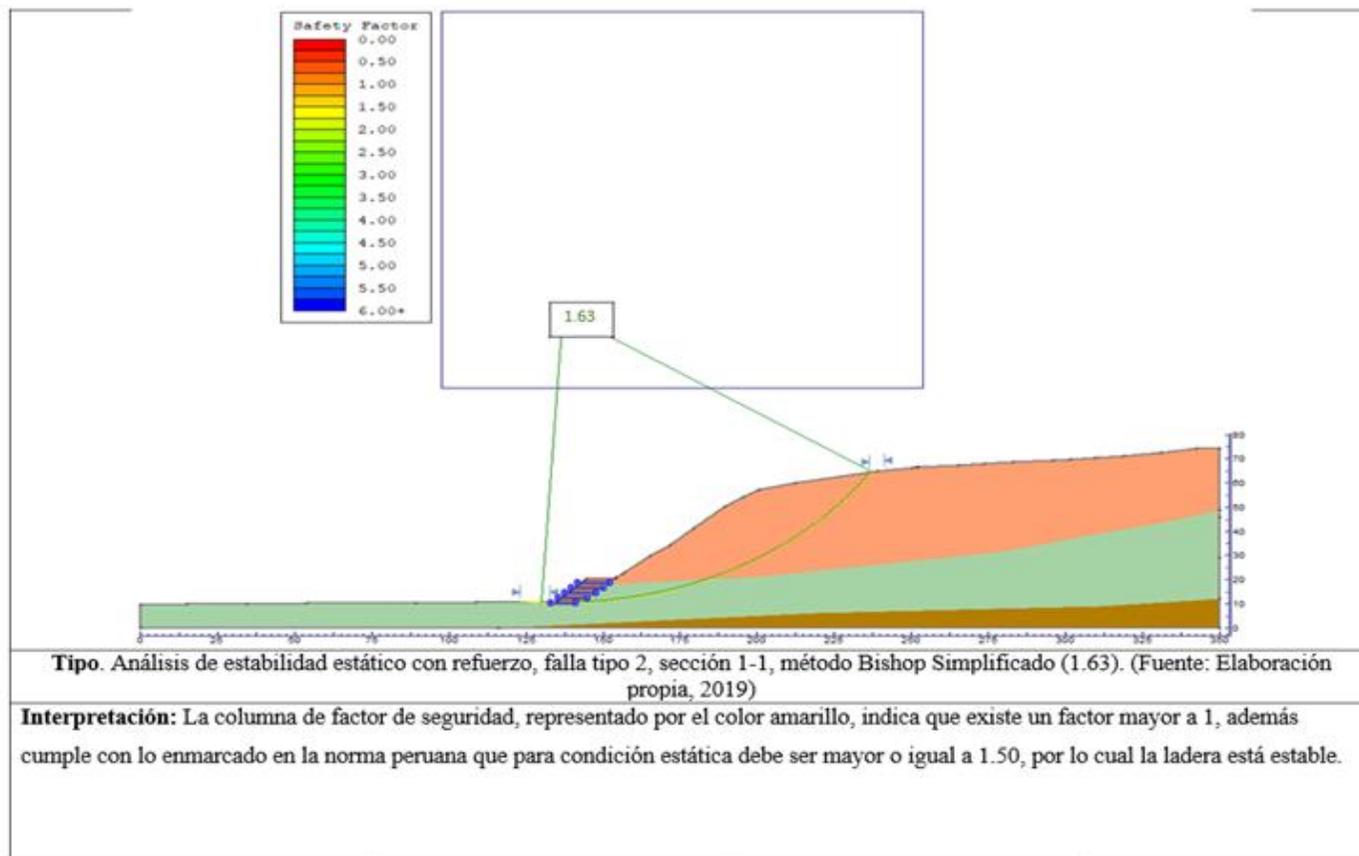
Tipo. Análisis de estabilidad pseudoestático con refuerzo, falla tipo 1, sección 1-1, método Spencer (1.59). (Fuente: Elaboración propia, 2019)

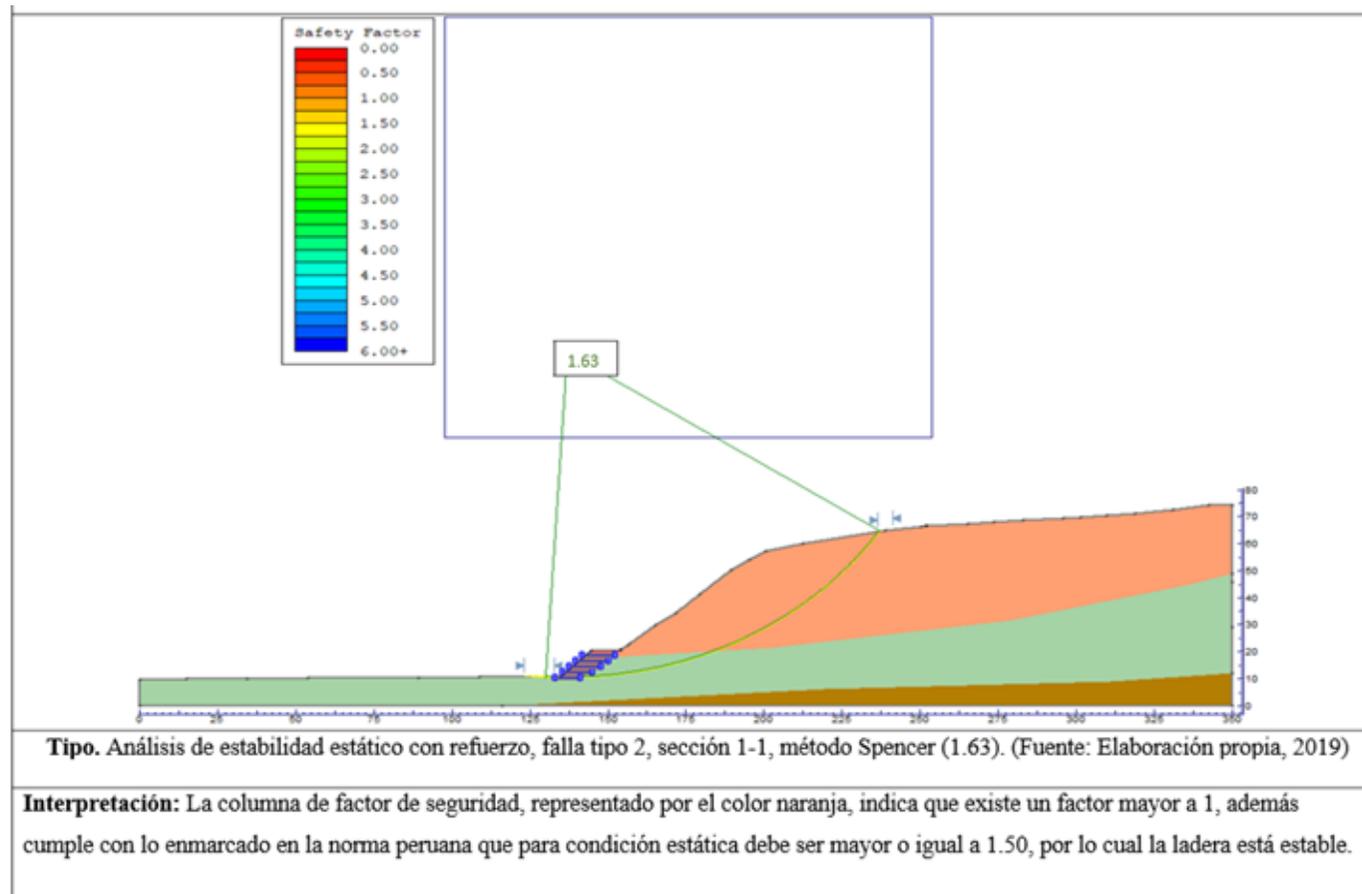
Interpretación: La columna de factor de seguridad, representado por el color naranja, indica que existe un factor mayor a 1, además cumple con lo enmarcado en la norma peruana que para condición pseudoestático debe ser mayor o igual a 1.25, por lo cual la ladera esta estable.

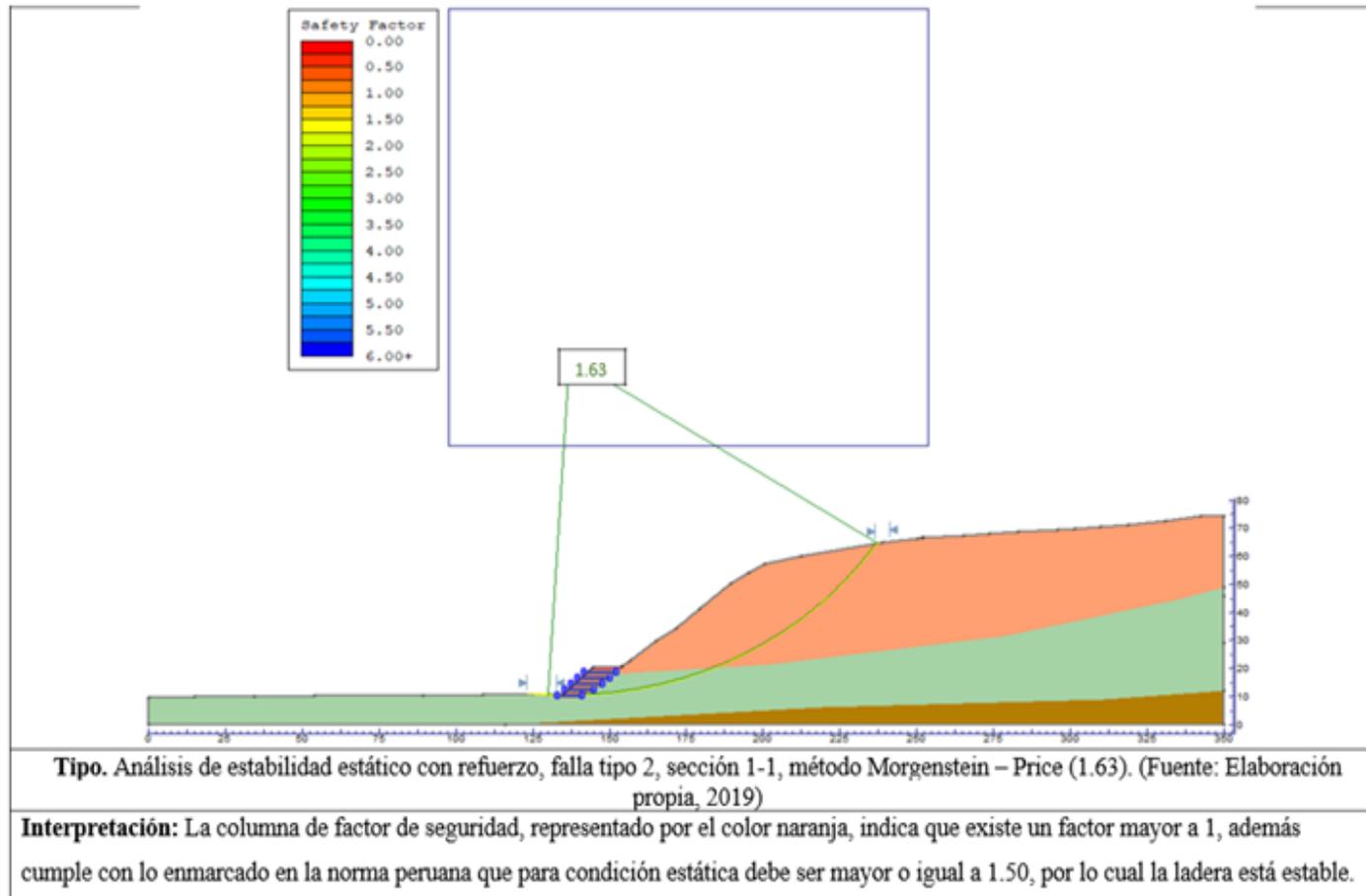


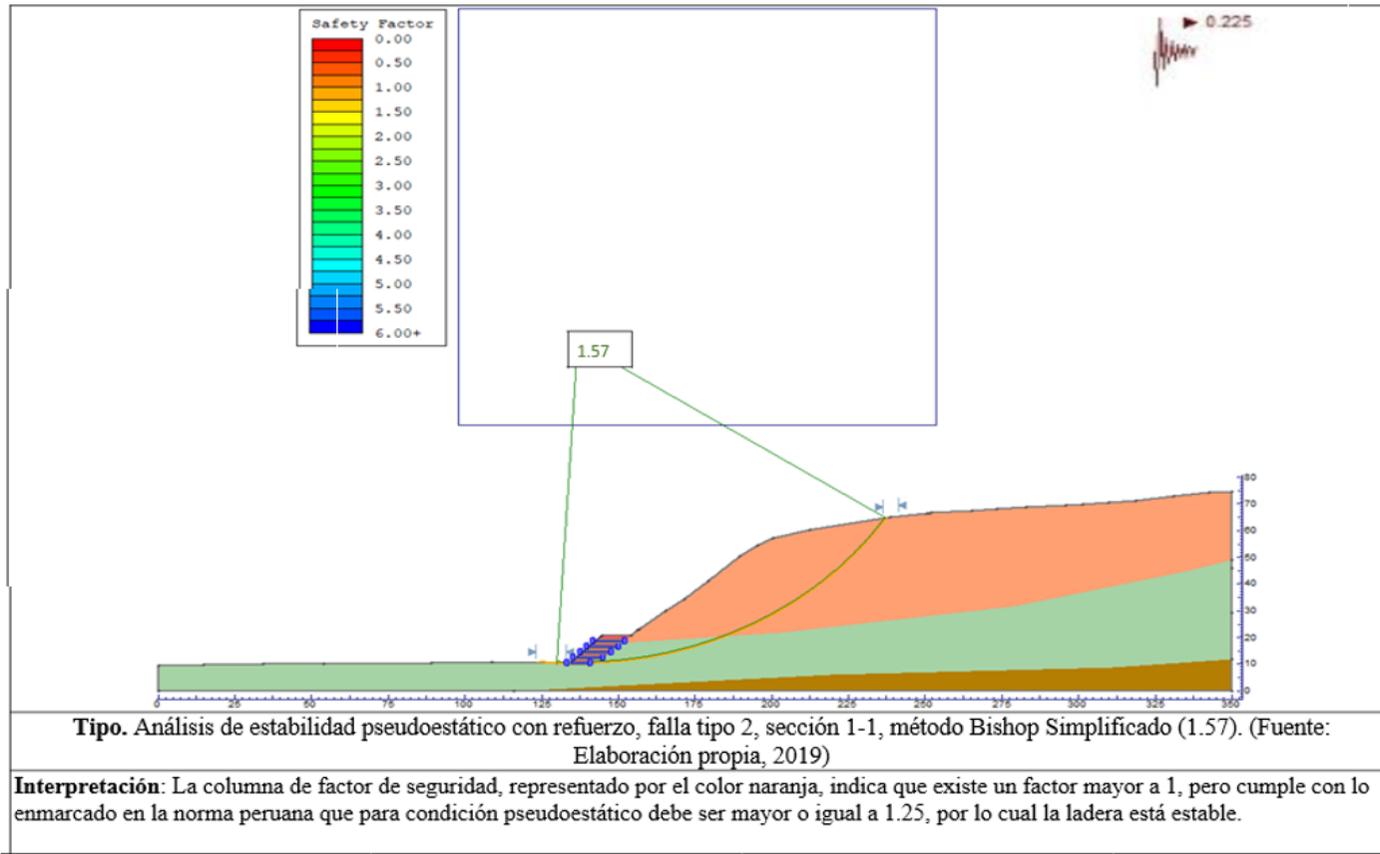
Tipo. Análisis de estabilidad pseudoestático con refuerzo, falla tipo 1, sección 1-1, método Morgenstein - Price (1.59). (Fuente: Elaboración propia, 2019)

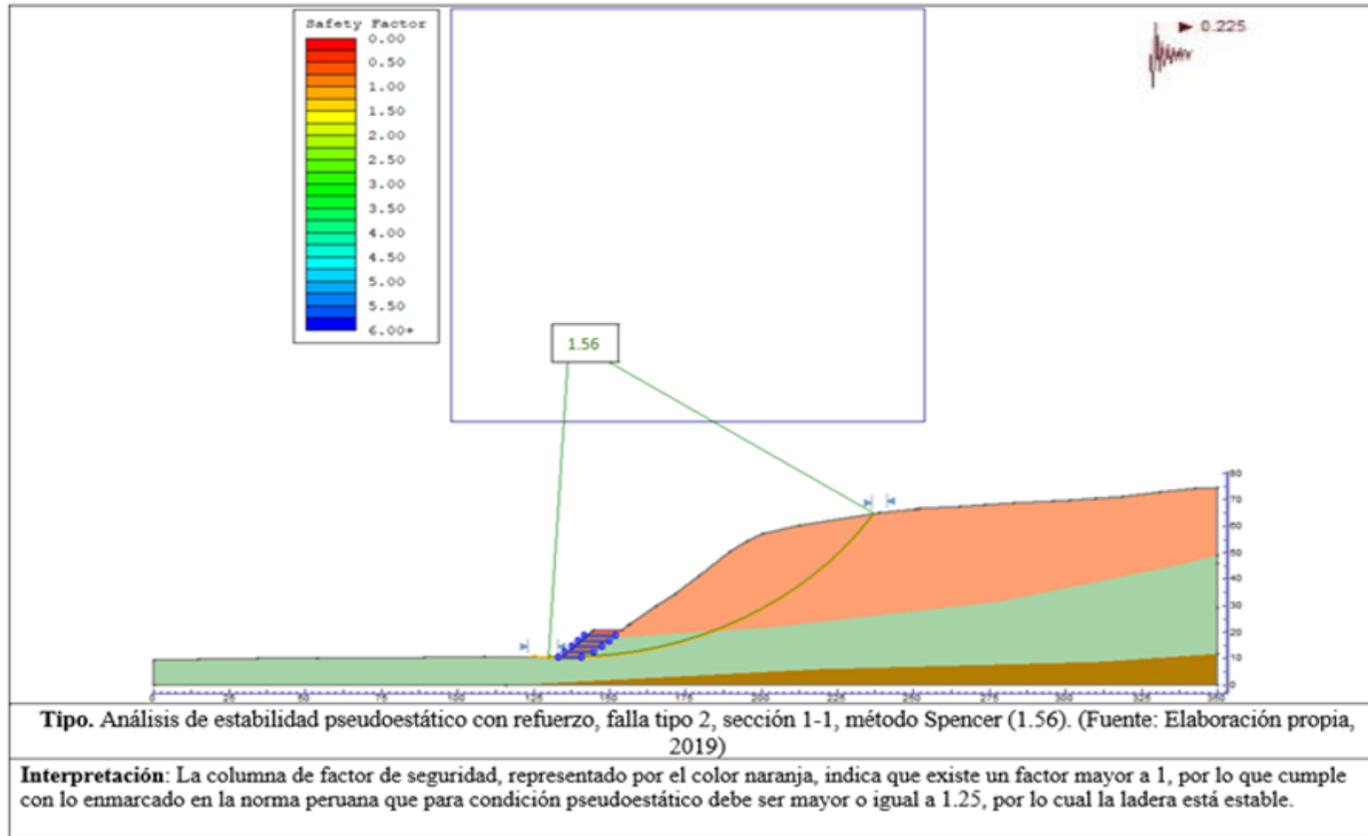
Interpretación: La columna de factor de seguridad, representado por el color naranja, indica que existe un factor mayor a 1, además cumple con lo enmarcado en la norma peruana que para condición pseudoestático debe ser mayor o igual a 1.25, por lo cual la ladera está estable.

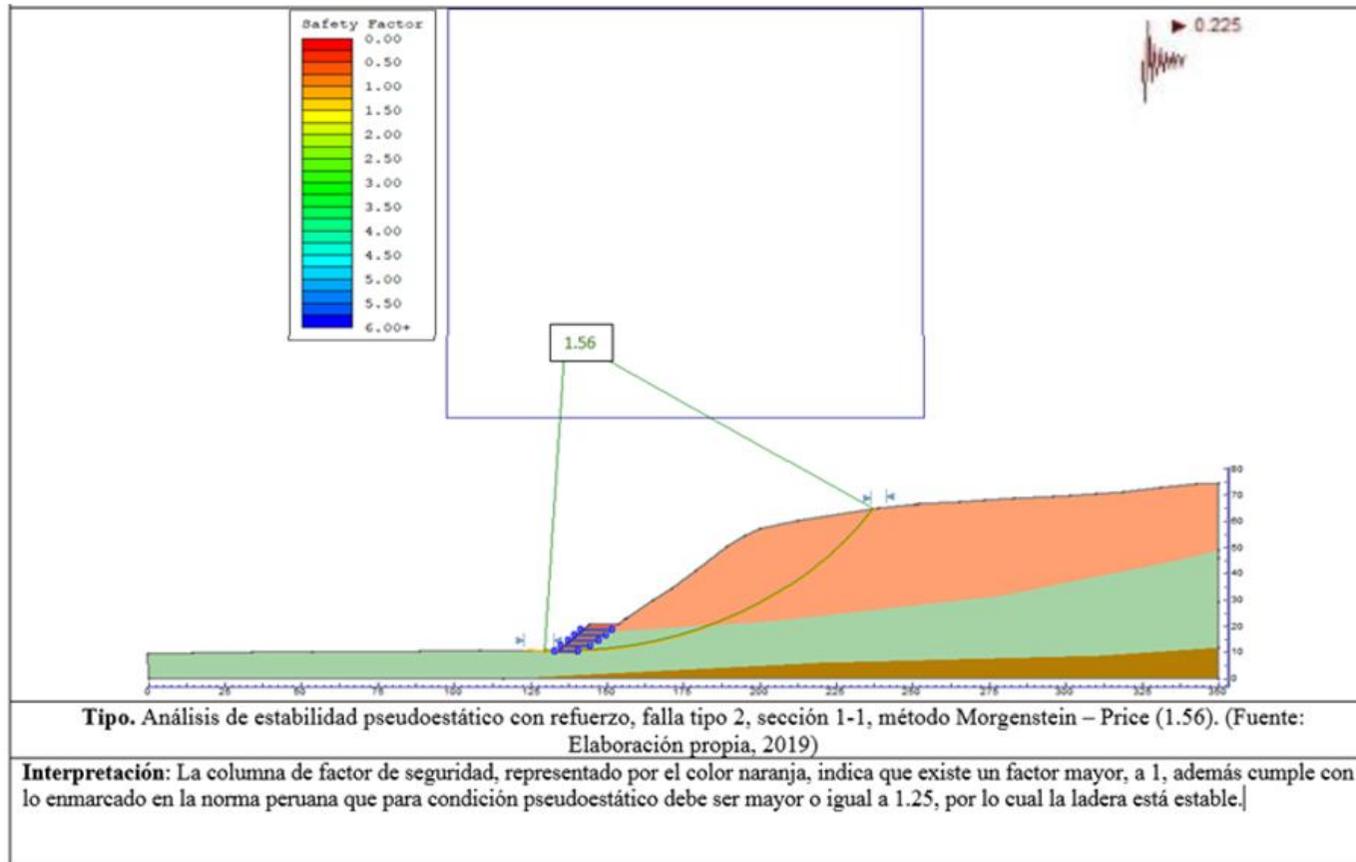












Tipo. Análisis de estabilidad pseudoestático con refuerzo, falla tipo 2, sección 1-1, método Morgenstein – Price (1.56). (Fuente: Elaboración propia, 2019)

Interpretación: La columna de factor de seguridad, representado por el color naranja, indica que existe un factor mayor, a 1, además cumple con lo enmarcado en la norma peruana que para condición pseudoestático debe ser mayor o igual a 1.25, por lo cual la ladera está estable.]