



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO

Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con
muros anclados en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Paul Alexander Silva Quesquen

ASESORES:

Dra. María Ysabel García Álvarez
Mg. German Fernando Casusol Iberico

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Edificaciones Especiales

LIMA-PERÚ




2018

 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) **Paul Alexander Silva Quesquen** cuyo título es: "**Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carretera Las Pirias-Cajamarca,2018**".

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: *..B..* (número) *...B...* [letras].

Lima, San Juan de Lurigancho 13 de Julio de 2018.

 PRESIDENTE <i>Mario Y.</i>	 SECRETARIO <i>Alarco.</i>
 VOCAL <i>Casusal</i>	

 Elaboró	 Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del IGC	 Aprobó	 vicerrectorado de Investigación
--	---	--------	--	--	--

Dedicatoria

Primero ante todo a Dios nuestro señor porque me ayudo en los momentos más difíciles de mi carrera. A mis padres, porque ellos me alentaban en cada paso que daba en mi carrera. A mi familia porque son el impulso para poder seguir adelante que gracias a ellos me ayudaron a ser mejor persona y mejor profesional.

Agradecimientos

A mis padres, Martha y Alberto, por darme la oportunidad de llevar a cabo mis estudios universitarios. A mi hermano que fue el que me ayudaba en cada momento. A mi abuela Maximina que era mi impulso para seguir desarrollándome en mi carrera. A mis amigos porque estuvieron conmigo en las buenas y mala. A mis profesores que tuve durante mi formación académica. A mi asesor, por su excelente asesoramiento durante la realización de mi tesis.

Declaratoria de autenticidad

Yo Paul Alexander silva Quesquén con DNI N° 73930362, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 13 de julio de 2018



Paul Alexander silva Quesquen
DNI: 73930362

Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carretera Las Pirias-Cajamarca,2018.”, cuyo objetivo fue Determinar la influencia de los muros anclados para la estabilidad de talud en las carretera las Pirias-Cajamarca, y que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniería Civil. La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo se desarrolla conceptos básicos referente a la estabilidad de talud como también se brinda información sobre el método de equilibrio limite como también el método de elemento finito, además se menciona los tipos de refuerzos que se implementan en los taludes; en el segundo capítulo se muestra las metodologías como también la población y muestra del talud analizado en donde se recopila datos e información de la zona de estudio, en el tercer capítulo se detalla en forma práctica los resultados obtenidos a partir del análisis que se obtiene en la zona evaluada para poder hacer comparaciones entre los dos tipos de metidos y poder verificar la estabilidad del talud analizado. En el cuarto capítulo se explica breve sobre las discusiones de los resultados obtenidos a partir de comparaciones de nuestros resultados con los trabajos previos realizados. En el quinto capítulo se presenta las conclusiones que se obtuvieron a partir del análisis del estudio efectuado. En el sexto capítulo se detalla las recomendaciones que se da para futuras investigaciones.



Paul Alexander silva Quesquen
DNI: 73930362

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar la influencia de los muros anclados para la estabilidad de talud en las carreteras las Pirias-Cajamarca, 2018. En donde se realizó una comparación entre dos métodos de análisis utilizando software de apoyo para el desarrollo de la investigación. En donde efectuó un análisis de estabilidad en la progresiva km 15+280, se obtuvo que la zona estudiada era inestable por la baja obtención de factor de seguridad a lo que este era vulnerable a un deslizamiento, sin embargo cuando se implementa un sistema de refuerzo en este caso el anclaje este talud tiende a ser estable por lo que es recomendable utilizar un apoyo de refuerzo para mantener estable al suelo.

Palabras clave: Deslizamientos, inestabilidad de taludes, factor de seguridad, modelación, anclaje

Abstract

The objective of the research was to determine the influence of the anchored walls for the stability of slope in the road Pirias-Cajamarca, 2018. Where a comparison was made between two methods of analysis using support software for research development. Where I made a stability analysis in the progressive km 15 + 280, it was obtained that the studied zone was unstable due to the low obtaining of safety factor to which this was vulnerable to a landslide, however when a reinforcement system is implemented in this case the anchor this slope tends to be stable so it is advisable to use a reinforcement support to keep the soil stable.

Keywords: Landslides, slope instability, safety factor, modeling, anchoring

Índice general

Dedicatoria.....	III
Resumen	VII
Abstract.....	VIII
I.INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	2
1.2. Trabajos previos.....	3
1.3. Teorías relacionadas al tema	6
1.4. Formulación del problema:	21
1.5. Justificación del estudio.....	22
1.6. Hipótesis	23
1.7. Objetivos.....	23
II.MÉTODO	24
2.1. Diseño de la investigación	25
2.2. Variables, operacionalización	25
2.3. Matriz de Operacionalización de las variables	26
2.4. Población y muestra.....	27
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	27
2.6. Métodos de análisis de datos.....	29
2.7. Aspectos éticos	29
III.RESULTADOS	30
IV.DISCUSIÓN.....	52
V.CONCLUSIONES	54
VI.RECOMENDACIONES	56
VII.REFERENCIAS	58
VIII.ANEXOS	62

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de operacionalización de las variables de la investigación.....	26
Tabla 2. Datos del talud.....	27
Tabla 3. Cuadro de resultados obtenidos por los ensayos de corte	28
Tabla 4. Clasificación de suelo y contenido de humedad	28
Tabla 5. Ensayos límites de suelo.....	28
Tabla 6. Factor de seguridad hallado por distintos métodos de equilibrio límite.....	40
Tabla 7. Tabla comparativa de métodos analizados	41
Tabla 8. Factor de seguridad hallado por distintos métodos de equilibrio límite.....	50
Tabla 9. Factor de seguridad por Método de equilibrio límite	50
Tabla 10. Resultados comparativos de los métodos	51

Índice de figuras

Figura 1.Nomenclatura de talud y ladera	6
Figura 2.Comparaciones de factor de seguridad de un talud.....	7
Figura 3.Superficie de falla	8
Figura 4.Tipos de falla rotacional.....	8
Figura 5.Tipos de falla.....	9
Figura 6.Falla traslacional	10
Figura 7.Representación de la ecuación de Coulomb.	11
Figura 8.Forma de superficie de falla.....	12
Figura 9.Método de fellenius.....	13
Figura 10.Fuerzas actuantes en una dovela por el método simplificado de Bishop.....	14
Figura 11. Diagrama para determinar el factor f_0 para el método de Janbu.....	15
Figura 12.Método de spencer	15
Figura 13.Fuerzas entre dovelas método Spencer	16
Figura 14.Esquema estático método de Sarma.....	17
Figura 15.Posición de nodos y los puntos de Gauss en la malla de elementos finitos...	18
Figura 16.Tipos de muro de contención	19
Figura 17.Muro de gavión.....	20
Figura 18. Muros reforzados con anclaje	20
Figura 19.Muro reforzados con geomallas	21
Figura 20.Configuración de los parámetros del talud de km15+280.....	31
Figura 21.Dibujo del talud con sus respectivos estratos.....	32
Figura 22.Estrato de suelo arcilloso	32
Figura 23.Talud con sus respectivos estratos	33
Figura 24.División de la estructura mediante malla de elementos finitos.....	33
Figura 25.Selección de fases de cálculo km 15+280.....	34
Figura 26.Cálculos efectuados.....	34
Figura 27.Desplazamiento del talud km 15+280.....	35
Figura 28.Críticos desplazamiento del talud	35
Figura 29.Factor de seguridad	36
Figura 30.Talud por el método fellenius	37
Figura 31.Talud por el método de Bishop	37
Figura 32.Talud por el método de Janbu	38

Figura 33. Talud por el método de Spencer	38
Figura 34. Talud por Morgenster- Price	39
Figura 35. Resultado de la falla en una sección del talud.....	39
Figura 36. Resultado de las fuerzas que actúan en una rebanada.....	40
Figura 37. Talud reforzado con anclaje	42
Figura 38. División de la estructura con anclaje mediante malla de elementos finitos...	43
Figura 39. Selección de fases	43
Figura 40. Cálculos efectuados con anclajes	44
Figura 41. Desplazamiento con anclajes	44
Figura 42. Desplazamiento crítico del talud con anclajes	45
Figura 43. Factor de seguridad	45
Figura 44. Talud reforzado con anclaje por el método fellenius	46
Figura 45. Talud reforzado con anclaje por el método Bishop	47
Figura 47. Talud reforzado con anclaje por método de spencer.....	48
Figura 46. Talud reforzado con anclaje por el método de janbu	47
Figura 48. Talud reforzado con anclaje por Morgenster- Price.....	48
Figura 49. La falla en una sección del talud arrojado por el programa slide	49
Figura 50. Resultado de las fuerzas que actúan en una rebanada.....	49

Índice de anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia	63
Anexo 2. Autorizaciones de los instrumentos.....	64
Anexo 3. Instrumento de recolección de datos.....	69
Anexo 4. Panel fotogràfico.....	76

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En los últimos tiempos la inestabilidad de taludes fueron un problema para la construcción ya sea por el defecto del suelo o por deslizamientos de estos ya que al ser un suelo muy inestable estos son vulnerables a un defecto o falla que puede generar por un movimiento bruto ya sea por la construcciones de carreteras, edificaciones, etc. Lo cual hacen que las propiedades de este suelos sean debilitados y tengan desprendimiento de rocas, además origina deslizamiento e inestabilidad en los taludes, no obstante se produce a tener una pérdida económica hacia la construcción dada, de tal forma que los deslizamientos de taludes ocurren en formaciones topográficas naturales provocadas por la acción de construcción de proyectos de infraestructura (toro, 2014, p.7).

Los deslizamientos en las carreteras son un proceso que ocasiona destrucciones que afectan a la población lo que ocasiona un retardo en el tiempo del transporte, en algunos casos causando pérdidas humanas, daños de infraestructura que ocasiona cuantiosas cantidades de soles al año y la incomodidad de la población. Los deslizamientos son evitables si se identifica con anterioridad lo cual se toman medidas de control y prevención en algunos casos se incorporaran métodos de estabilización para prevenirlos. En este sentido cabe destacar que existen distintos métodos para estabilizar un talud, como por ejemplo el uso de geosintéticos, anclajes, gaviones, etc. Donde estos métodos emplean un refuerzo directo hacia el suelo saturado del talud para así poder evitar un riesgo de deslizamiento en la ladera. Estos deslizamientos causan pérdidas de vida y significativo daño a la propiedad. Consecuentemente requiere una extensa revisión de la estabilidad de taludes en suelo y roca (Morales, 2000, p.12.).

En nuestro país se debe iniciar a manejar el control de deslizamientos situados en las diferentes regiones del Perú, debido a que acontece una geomorfología muy accidentada por su ubicación geográfica donde se da una presencia hidrológica, geológica y sísmica en diferentes zonas del Perú lo cual ponen en riesgo muchas zonas vulnerables (torres,2007,p.13).

Con el fin de asegurar el tránsito en la carretera en cualquier periodo del año es fundamental evaluar la inestabilidad del talud en la carretera Las Pirias, en donde es la carretera fundamental para poder llegar a la provincia de las Pirias por la cual para poder brindar una confiabilidad y seguridad en la zona, en donde se puede originar un deslizamiento en donde puede producir pérdidas económicas, por lo que en esta

investigación se propone utilizar algunos métodos de equilibrio límite y métodos numéricos (elementos finitos) , que permitirán determinar el comportamiento del talud en un suelo arcilloso, para así nos pueda brindar el factor de seguridad, la superficie de falla, el desplazamiento, etc. Para poder emplear un refuerzo necesario hacia el talud dado que evaluar el este problema geotécnico en forma más realista.

1.2 Trabajos previos

Antecedentes Nacionales

En la Tesis de Prasad (2006), el objetivo de este estudio es la comparación de taludes que se obtuvo con parámetros asumidos para recurrir con las evoluciones de la estabilidad de pendientes realizadas por métodos computacionales de equilibrio límite comúnmente empleado .El talud tiene una pendiente de 10 m de altura con una inclinación de 1:2(V, H) lo cual se asumieron parámetros de fuerzas como también la permeabilidad. Este talud estaba en condiciones secas y húmedas lo cual se tuvo que asumir dos pesos unitarios de los suelos.

En la tesis de Alva (2014),se elaboró las consideraciones de diseño que pueden tener la estabilidad de los taludes reforzados con geomallas por el método de equilibrio límite para así poder identificar el factor de seguridad que se pueden obtener con el reforzamiento de este geotextil hacia el talud lo cual para poder realizar esta determinación se utilizaron parámetros asumidos que tiene un ángulo de inclinación respecto a la horizontal una inferioridad a los 70° como también la superficie de falla que estos fueron asumidos ya sea por la falla de coulomb,janbu circular ,etc.

En la Tesis Zuluaga (2016), se analizó la estabilidad de taludes en dos y en tres dimensiones en función del factor de seguridad. Se analizó esto por el Método de Elementos Finitos. Fueron presentados resultados obtenidos del análisis acoplado de infiltración por precipitaciones (fenómeno representado como un problema de flujo transitorio y solucionado utilizando el método del elemento finito) para diferentes casos prácticos en dos y en tres dimensiones. El talud considerado para los análisis realizados corresponde a un corte con una altura de 10 m y con una pendiente de 1.5H, en todos los casos, el talud considerado es homogéneo y se compone de una arena arcillosa conocida como “tepetate, se resalta que en los análisis de estabilidad se utilizó el modelo constitutivo Mohr-Coulomb.

En la Tesis de Villanueva (2009), se analizó la estabilidad de taludes por el método de equilibrio límite lo cual era verificar si en este talud analizado podría soportar una carga como en este caso fue un proyecto de hotel larcomar. para ello se necesitaba si el talud podría soportar esta carga, por ello se dio su evaluación de factor de seguridad y en caso de que si este no soportase se implementaría opciones de refuerzo entre ellos se plantea muro de gaviones. El talud tiene una dimensión de altura es de 10 y con una pendiente de 75° , el talud contiene suelos finos constituido por arcilla limosa, limo arenoso y arena fina.

En la Tesis de Morales (2000), se tomaron las variables geotécnicas de la zona, sus características e interpretación. Se analizaron los métodos de diseño de taludes y su estabilidad, se monitorearon los taludes, los análisis de errores y factores de corrección. Formulación del algoritmo computacional, el fundamento teórico y su aplicación con datos simulados. El talud analizado tenía las siguientes características: tipo de suelo rocoso, altura: 800 pies, ángulo: 60° , fue asumido como un talud seco.

Antecedente Internacionales

En la Tesis de Aguilar y Zúñiga (2015) en este trabajo se utilizó el método de equilibrio límite para poder hacer un análisis comparativo de factores de seguridad con el análisis numérico, por lo que se utilizaron herramientas computacionales para poder hallar dicha evaluación. Lo cual se utilizaron estos para poder ofrecer un importante factor de seguridad en la zona estudiada que estaba ubicado en el cerro de popa, Cartagena en donde este proyecto consistía en tomar 4 perfiles para poder dar evaluación al talud por medio del factor de seguridad por lo que se identificó los parámetros que se toma en cada método y dar una conclusión que método es más segura para que el talud sea estable.

En la Tesis de Rahman (2012), se realizó un análisis comparativo de los factores de seguridad como también la estabilidad que se pueden obtener de este talud por lo que se utilizaron herramientas de software como el PLAXIS para poder hallar con dichos parámetros. Se realizó una investigación geotécnica limitada en dos secciones entre la carretera 664 y el río Piteå lo que el talud se encuentra cerca de esa carretera que es en Nystrand y Sikfors. El talud tiene una elevación de 15 metros que tiene un subsuelo que está formado por arcilla limosa que contiene 40% o más de arcilla y 35% o más de

limo y arcillosa arenosa que contiene de 7 a 27% de arcilla, 28 a 50% de limo y menos de 52%.

En la Tesis de Morales (2009), se elaboró una guía que incluyó los lineamientos básicos y elementales de estabilidad de taludes, tomando en cuenta los diversos factores que intervienen en el mismo. Se determinó las ventajas de la aplicación de los métodos de equilibrio. Además, se realizó la comparación de los Métodos de Equilibrio Límite: el Bishop Modificado, el Fellenius y el Janbú. El proyecto que se desarrolla es de tipo urbanístico, propiedad de la empresa Diseño Ejecución y Urbanización, S.A., el cual se localiza en la carretera CA-1 kilómetro 20, Mixco Guatemala. El talud analizado tiene una elevación de 73 metros y una distancia de 128 metros, son suelos profundos bien drenados desarrollados- sobre ceniza volcánica débilmente cementada, en un clima húmedo- secos.

En la tesis de Carrión (2017), se comparó la estabilidad del talud que es evaluado por el método de elemento finito como así mismo el método de equilibrio límite para poder hallar el factor de seguridad de este talud ya que podría ocasionar numerosas pérdidas económicas como también pérdidas humanas. Este talud analizado se encuentra ubicado en la vía transversal Austral E40 que es la carretera Méndez de puerto Morona esta vía es primordial porque es la entrada hacia la región Amazónica Ecuatoriana. Este talud tiene una altura de 15 m lo cual desde el suelo a 5.50 se encontró suelos arcillosos que es de color café rojiza muy dura asimismo este suelo contiene un nivel de agua freático de 0.80m.

En la tesis de Orellana (2013), se analizó la estabilidad del talud lo cual era dar solución con la inestabilidad que este talud originaba ya que se requería saber el factor de seguridad que podría resultar este talud tenga un desmoronamiento en la vía Santiago de las Montañas .Este talud fue estudiado por el método computacional PLAXIS. El talud considerado para el análisis está ubicado en la Universidad Técnica Particular de Loja entre las calles Marcelino y Santiago de las Montañas lo cual tiene una altura de 20 m con un ángulo de inclinación de 20° además esta información geotécnica del talud contiene un suelo arcilla que es arcilla de baja plasticidad así como también arenas arcillosas lo cual son suelos no drenados asimismo el nivel estos suelos contienen un nivel freático de agua de 4.40m.

1.3 Teorías relacionadas al tema

Estabilidad de Taludes

Se entiende por taludes a superficies inclinadas respecto a la horizontal que adopten permanentemente las estructuras de la tierra, pueden ser naturales o artificiales como se observa en la figura 1, para que estas puedan tener una estabilidad se requiere a una evaluación que permita brindar información sobre su factor de seguridad y otros datos adicionales para así poder obtener una estabilidad en la zona deslizada lo cual si se requiere se brinda un reforzamiento a la zona evaluada, lo que se evitaría perdidas económicas como también humanas.. Este proceso, llamado análisis de estabilidad del talud, implica la determinación y la comparación del corte desarrollado a lo largo de la superficie de ruptura más probable con la resistencia del suelo al corte (Braja, 2001, p.334).

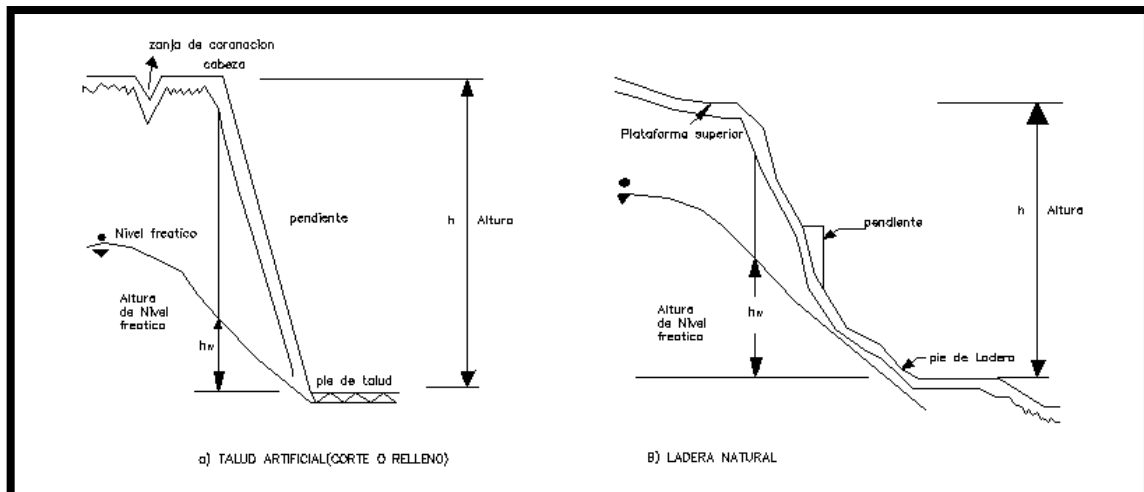


Figura 1: Nomenclatura de talud y ladera

Fuente: Principios de la ingeniería de cimentaciones, 2001, p.334.

El Factor de Seguridad

Para poder evaluar el factor de seguridad se debe haber un ingeniero lo cual este sea encargado de analizar la estabilidad de taludes es decir determinar el factor de seguridad. Por lo que en general, el factor de seguridad se especifica como:

$$FSs = \frac{Tf}{Td} \quad (1.10)$$

Dónde podemos precisar que en la ecuación (1.10) el factor de seguridad (FSs) es la descripción de la resistencia media o promedia del suelo (Tf) entre el esfuerzo

cortante promedio desarrollado a lo largo de la superficie potencial de falla (Td) (Braja, 2001).

Según Braja (2001) afirma que “cuando el F_s es igual o menor a 1, el talud está en un fallo inminente, en general un valor mayor a 1 es aceptable para el diseño de un talud estable”. (p.336). En donde el talud menor a 1 es inestable lo cual tiene una tendencia a sufrir un deslizamiento, lo que sufriría tener una falla, sin embargo si el talud es mayor a 1 este es aceptable ya que da una mejor resistencia lo cual genera que el talud sea estable.

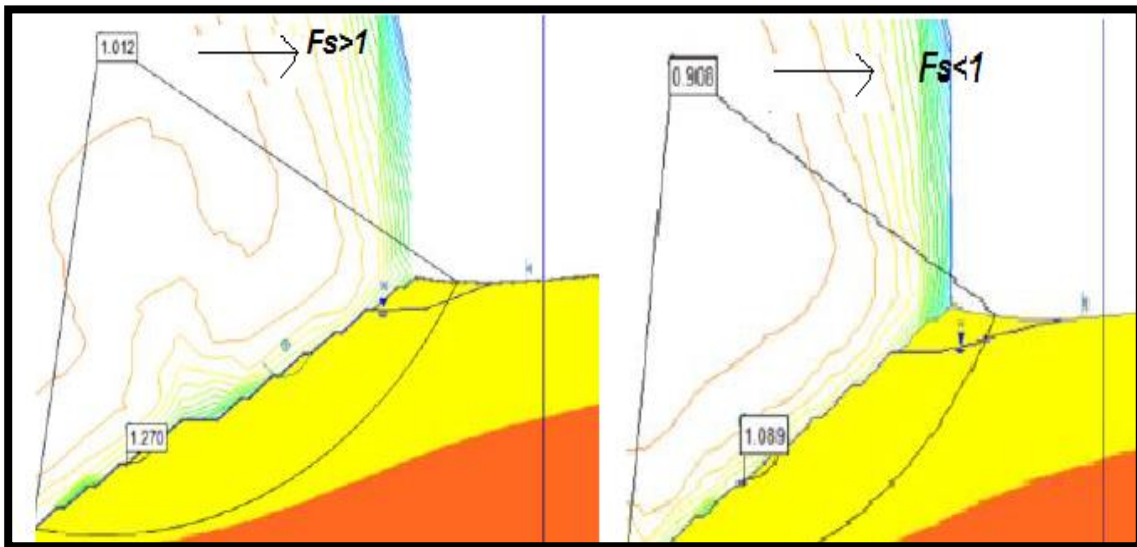


Figura 2: Comparaciones de factor de seguridad de un talud

Fuente: Elaboración propia

Superficie de Falla

La superficie de falla es el deslizamiento o desmoronamiento del talud pero si este talud es evaluado y es diseñado correctamente no sufriría dicha falla, esta superficie se da a lo largo de un talud, se asimila a una circunferencia, aunque también pueden ser de distintas formas, ya que por lo general influyen aspectos geológicos y la naturaleza de los materiales, sin embargo, este deslizamiento o rotura no ocurre si el talud es diseñado adecuadamente. (Carrión, 2017, p.8). En la figura 3 se muestra una falla rotacional y dirección de la resistencia al corte.

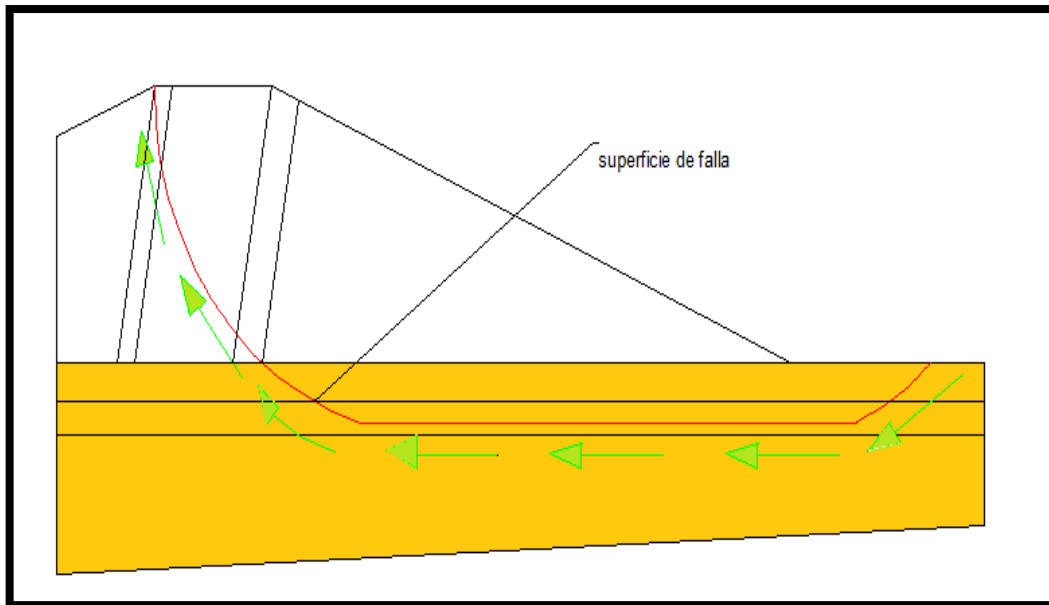


Figura 3: *Superficie de falla*

Fuente: Elaboración propia

Análisis de superficies curvas

Las superficies de falla o deslizamiento, mayormente presentan una superficie curva. A estas superficies se les conoce como círculos de falla o superficies de falla rotacionales. Las fallas de rotación pueden presentarse como: i) Falla local: Su superficie de falla pasa por el cuerpo del talud. ii) Falla en la base: Su superficie de falla pasa por el pie, o delante del mismo. (De Matteis, 2003, p.5). En la Figura 4 se muestra los distintos tipos de falla rotacional.

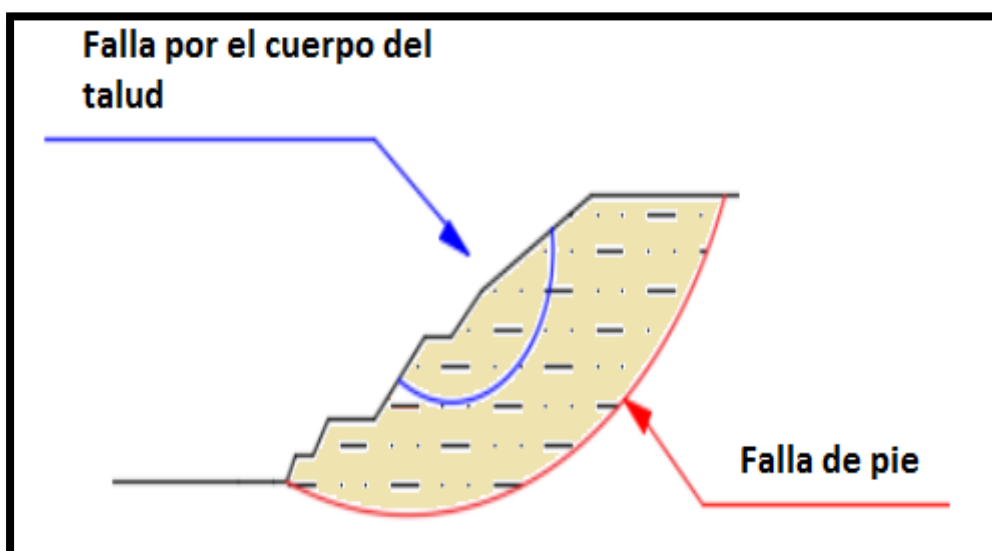


Figura 4 : Tipos de falla rotacional

Fuente: Elaboración propia

Falla rotacional

El desplazamiento del talud sucede en las zonas o superficie de falla curva. Estas fallas suceden en suelos arcillosos ya que normalmente perjudican a zonas de taludes profundos con mayores pendientes. Estos se nombrados según el extremo de la masa rota lo cuales se dan por falla local (pasa la superficie del talud), falla por el pie, falla en base (adelante del talud) lo cual este último puede profundizarse provocando una sobrecarga (De Matteis, 2003, p.7).

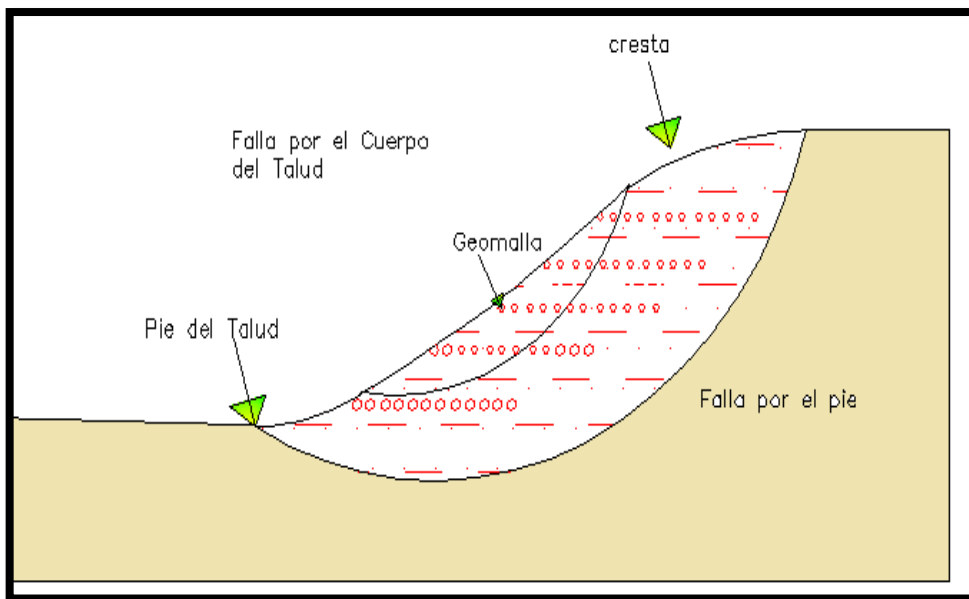


Figura 5: Tipos de falla

Fuente: Elaboración propia

Falla traslacional

Son fallas que están en desplazamiento traslacionales del talud encima de la superficie de falla. Normalmente esto se da en suelos blandos, en arena fina o limo. Como sabemos estas fallas se caracterizan más en las laderas ya que son formadas con materiales arcillosos lo cuales esto hace originar una sobrecarga forzada hacia el talud (De Matteis, 2003, p.8).

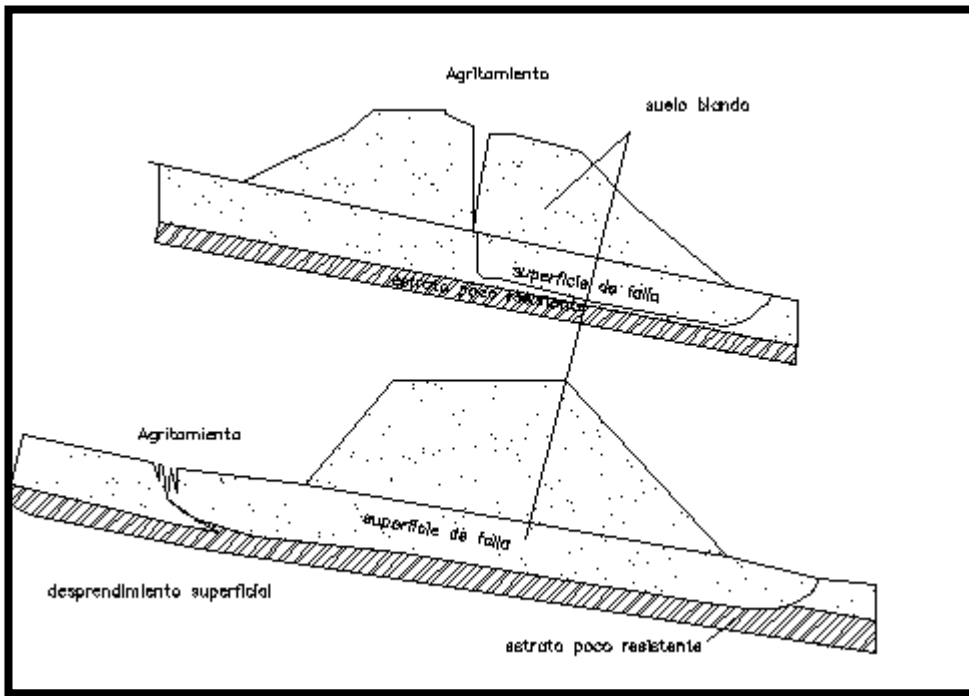


Figura 6: Falla traslacional

Fuente: Estabilidad de Taludes, 2003, p.8.

Resistencia al corte de suelo

Para poder tener una muestra de un deslizamiento de un talud recurrimos a la resistencia de corte de suelo, de forma que está dado por la falla de Mohr-coulomb que son métodos simétricos o geométricos que explican la determinación un material formulado a esfuerzos cortantes y normales.(Suarez,1998,p.85.).

$$T = c' + (\sigma - \mu)\tan\phi' \quad (2.11)$$

Se expresa de la siguiente manera

T=Esfuerzo de resistencia al corte

c'=cohesion o cementación efectiva

σ =esfuerzo normal total

μ =presión del gua intersticial o de poros

ϕ' =angulo de frccion para presiones efectivas

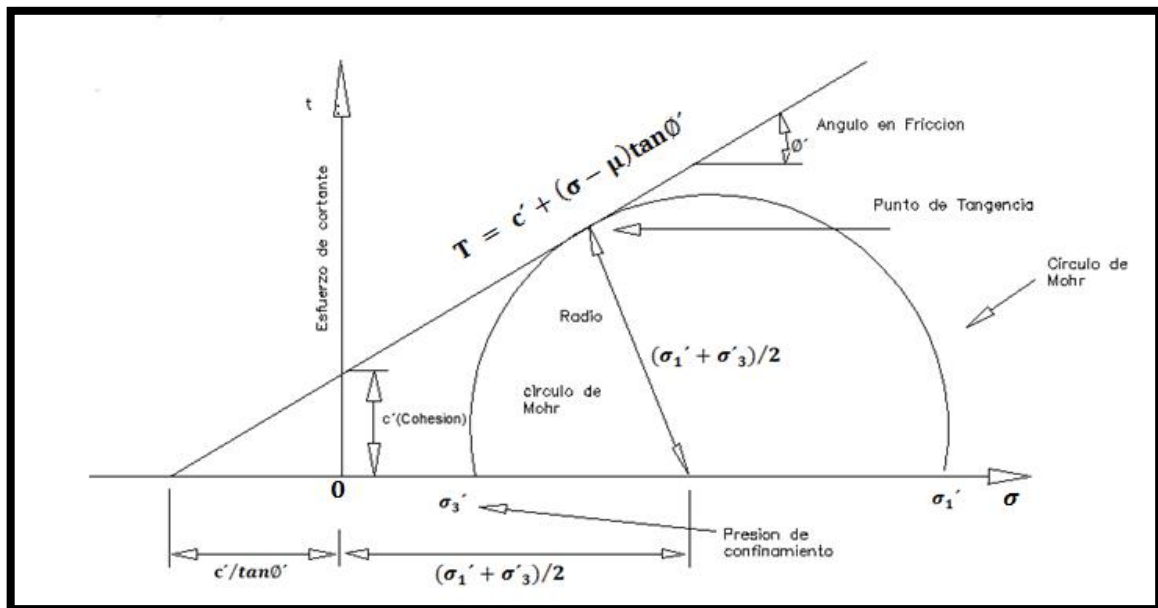


Figura 7. Representación de la ecuación de Coulomb.

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en la figura 7 podemos ver la gráfica la relación que hay entre los esfuerzos normales con los esfuerzos máximos tangenciales o esfuerzo de resistencia al corte como podemos notar la línea envolvente es tangente al círculo de Mohr lo cual quiere decir que el material dado será fracturado. es decir sucederá una falla si el círculo más grande de Mohr es asociada o sobrepasa a la línea envolvente.

Método de equilibrio límite

Este método nos permite saber si en los suelos hay suficiente resistencia para poder soportar los esfuerzos cortantes ya que estos esfuerzos ocasionan fallas y deslizamientos. La gran parte de los métodos de equilibrio límite tienen en común, porque se basa en determinar la superficie de falla. En la figura 8 se muestra la superficie de falla... Estos métodos se basan solamente en la estática ya que se supone que los esfuerzos son uniformemente distribuidos. Para utilizar estos métodos se necesita parámetros de topografía al talud, Angulo de fricción, cohesión, peso unitario, niveles freáticos y cargas exteriores (Carrión, 2017.p.4).

Los métodos de equilibrio límite son los más empleados para el cálculo de estabilidad de taludes debido a que es muy sencillo de utilizar, y por lo que proporciona un valor aproximado de coeficiente de seguridad.

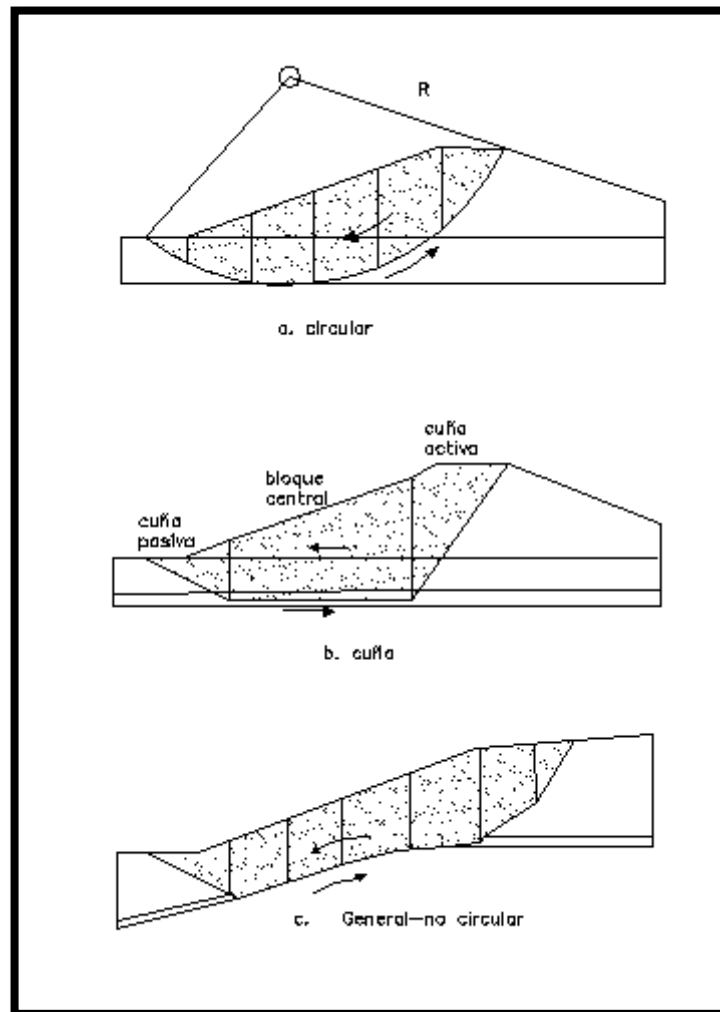


Figura 8. Forma de superficie de falla

Fuente: Comparación de equilibrio límite y elementos finitos aplicados a la estabilidad de taludes. 2017. p.8.

Método ordinario de Fellenius

La gran mayoría de los métodos de equilibrio límite en la actualidad se basan en el método de las dovelas. Este método fue propuesto por Fellenius ya que esto consiste en dividir las masas de suelo potencialmente deslizante, en rebanadas verticales. Donde las fuerzas actuantes y resultantes por cada pedazo se obtiene el factor de seguridad. Las fuerzas que actúan en una dovela son

- El peso o fuerza de gravedad, la cual se puede descomponer de una tangente y una normal a la superficie de falla.
- Las fuerzas resistentes de cohesión y fricción que actúan en forma tangente a la superficie de falla.

- Las fuerzas de presión de tierra y cortante en las paredes entre dovelas, las cuales no son consideradas por Fellenius, pero si tenidas en cuenta en otros métodos de análisis más detallados (Suarez, 2002, p.121.). Como se puede observar en la figura 9 las fuerzas que actúan sobre una dovela.

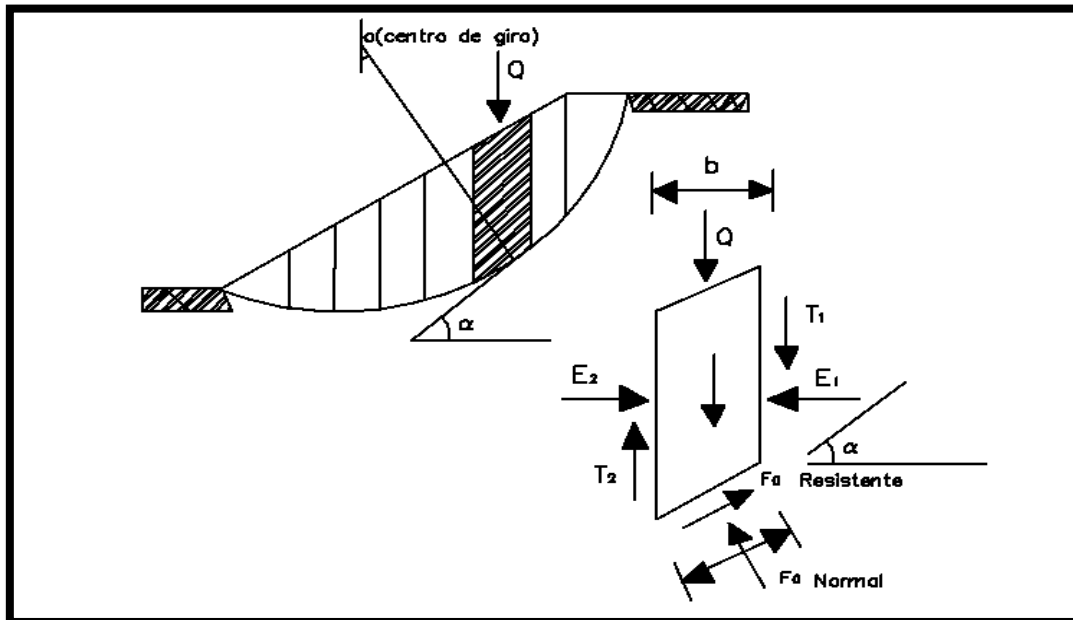


Figura 9. Método de Fellenius

Fuente: Elaboración propia

El método de Fellenius calcula el factor de seguridad con la siguiente expresión:

$$FS = \frac{\sum [C' b \sec \alpha + (W \cos \alpha - u b \sec \alpha) \tan \phi]}{\sum W \sin \alpha} \quad (1)$$

α = Ángulo del radio del círculo de falla con la vertical bajo el centroide en cada tajada.

W = Peso total de cada tajada.

u = Presión de poros = $\gamma_w h_w$

b = Ancho de la tajada

C' , ϕ = Parámetros de resistencia del suelo

Método de Bishop simplificado

Este método asume que todas las fuerzas de verticales entre dovelas son cero. Eso quiere decir que no tienen en cuenta las fuerzas cortantes, resuelve las fuerzas en la dirección vertical eliminando las fuerzas laterales, también satisface el equilibrio de

fuerzas mas no la de momentos. (Suarez, 2002, p.121.).Como se puede observar en la siguiente figura 10.

$$FS = \sum \frac{[C'b + (W - ub) \tan \phi + ma]}{\sum W \sin \alpha} \quad (2)$$

Dónde:

$$ma = \cos \alpha \left(1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi}{F.S.} \right) \quad (3)$$

b = Ancho de la Dovela

W = Peso de cada dovela

C', φ = Parámetros de resistencia del suelo.

u = Presión de poros en la base de cada dovela = γ w h w

α = Angulo del radio y la vertical en cada dovela.

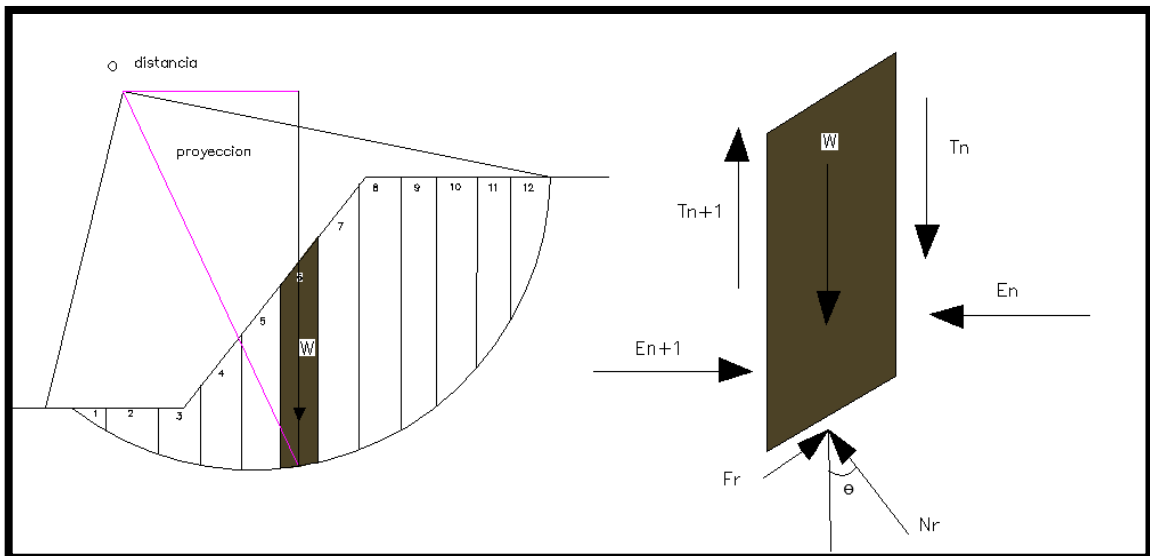


Figura 10. Fuerzas actuantes en una dovela por el método simplificado de Bishop

Fuente: Elaboración propia

Método de Janbu

El método Janbu simplificado es muy parecido al Bishop ya que no hay fuerza cortante entre dovela. Janbu (1973) presenta un método de dovelas para superficie de fallas curvas no circulares. De acuerdo con Janbu la ecuación modificada es la siguiente

$$FS = \frac{f_0 \sum \left\{ [C'b + (W - ub) \tan \phi] \frac{1}{\cos \alpha} \right\}}{\sum (W \tan \alpha)} \quad (4)$$

Donde f_0 depende de la curvatura de la superficie de falla. En la Figura 11, se muestra el diagrama para determinar el factor f_0 para el método de Janbú.

$$m_a = \cos\alpha \left(1 + \frac{\tan\alpha \tan\phi}{F.S.} \right) \quad (5)$$

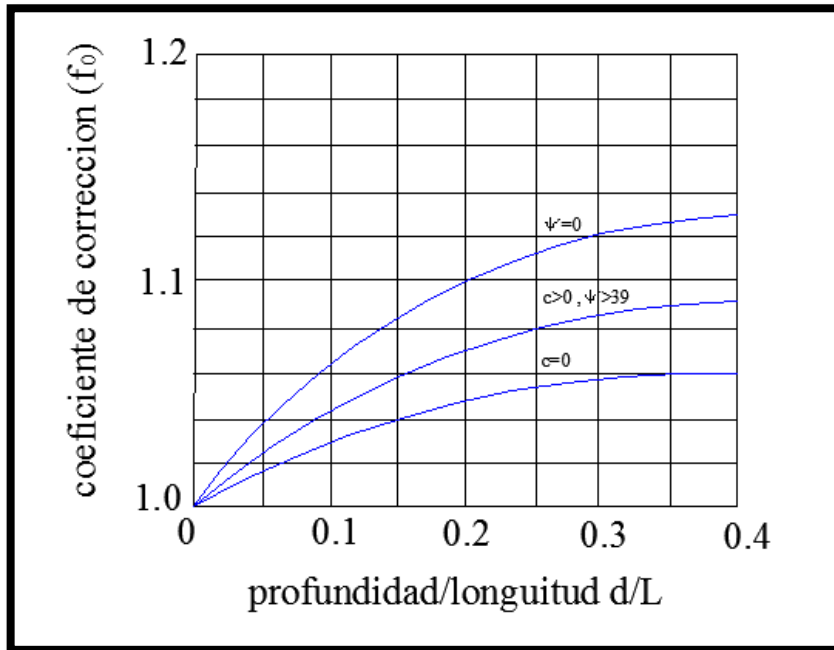


Figura 11. Diagrama para determinar el factor f_0 para el método de Janbu

Fuente: Elaboración propia

Método de Spencer

Este método es aplicable para todo tipo de geometría del talud, son los más utilizados en la actualidad. Es muy riguroso por que intenta satisfacer el equilibrio de fuerza tanto de momentos como esfuerzos, además este método se basa en que las fuerzas entre dovelas son paralelas una con otra, es decir que el ángulo de inclinación es el mismo. (Suarez, 2002, p.122.).

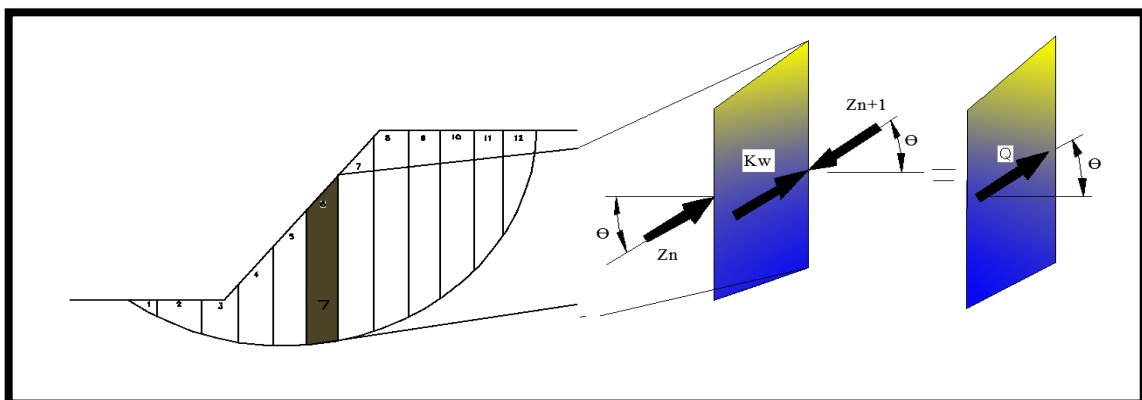


Figura 12. Método de Spencer

Fuente: Elaboración propia

Z_n y Z_{n+1} = para el equilibrio, la resultante Q de las dos fuerzas debe pasar a través del punto de intersección de las tres otras fuerzas.

k = coeficiente sísmico

θ = ángulo de inclinación con la horizontal

Método de Morgenstern Y Price

Este método relaciona las fuerzas cortantes y las fuerzas normales entre las dovelas lo cual es muy similar al método de Spencer ya que son muy aplicados para cualquier geometría de perfil de suelo. (Suarez, 2002, p.122.). En la figura 13 se muestra las fuerzas cortantes y normales entre la dovela.

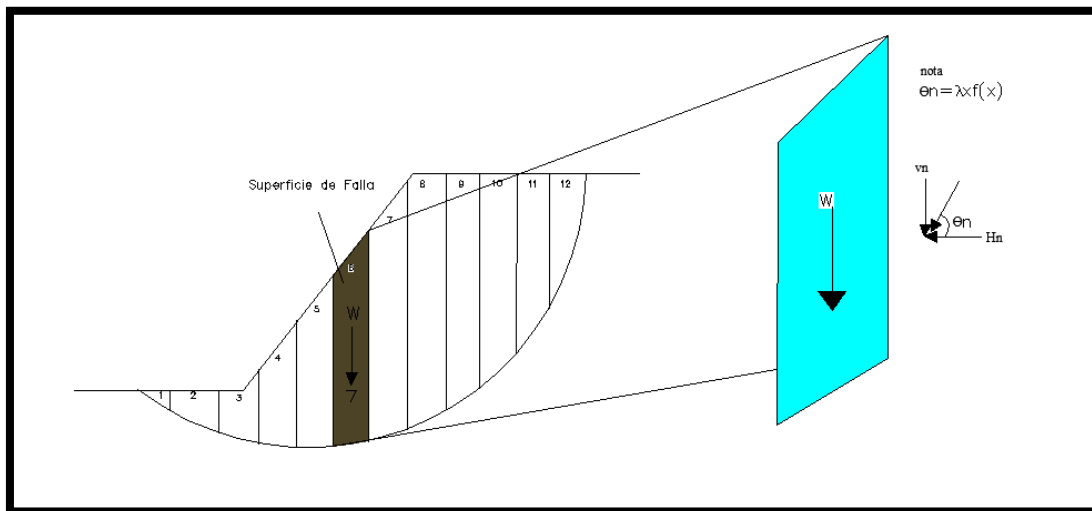


Figura 13. Fuerzas entre dovelas método Spencer

Fuente: Elaboración propia

$$X = \lambda f(x) E_i \quad (6)$$

X y E_i : son las fuerzas verticales y horizontales entre rebanadas

λ : es un factor de escala desconocida que se resuelve por parte de las incógnitas.

$f(x)$ es una función que asume las fuerzas laterales

Método de sarma

Asume que las magnitudes de estas fuerzas verticales sigan en un sistema predeterminado en donde este método utiliza las dovelas para hacer cálculos de magnitud en un coeficiente sísmico requerido para producir la falla. No obstante la relación que existe entre los coeficientes sísmicos y el factor de seguridad permite

desarrollar las condiciones de equilibrio, sin embargo su superficie de falla es muy diferente por su procedimiento que es muy convencional. (Suarez, 1998, p.122.).

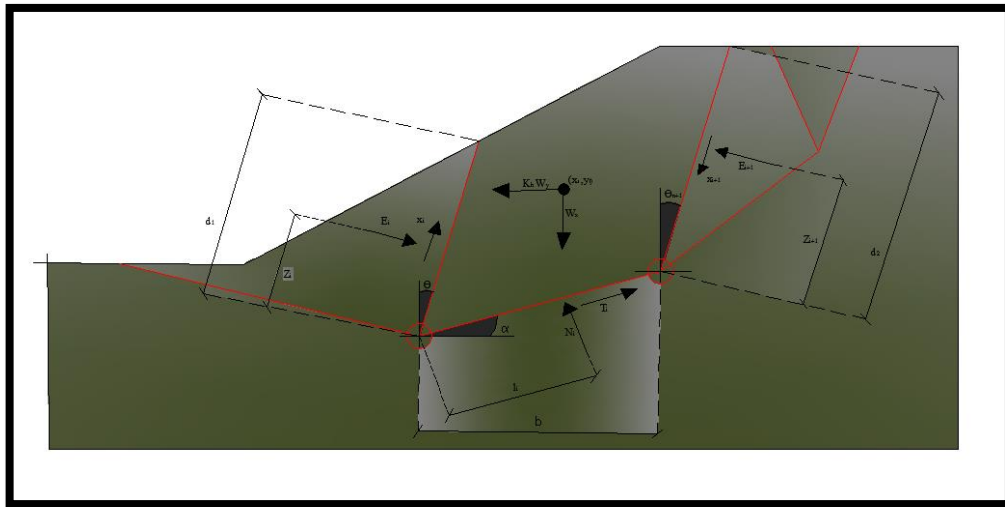


Figura 14. Esquema estático método de Sarma

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

E_i =fuerza desarrollada entre bloques Ψ'

N_i =fuerza normal actuando en la superficie de deslizamiento

T_i =fuerza de corte actuando en la superficie de deslizamiento

X_i =fuerza de corte desarrollada entre bloques

Z_i =Ubicación de los puntos de las aplicaciones de las fuerzas

l_i =Ubicación de los puntos de las aplicaciones de las fuerzas

K_h =Factor horizontal de aceleración.

Método de Elemento Finito

Es un método de resolución de problemas de ingeniería, usualmente es aplicado por su grado de complejidad para la resolución de los problemas así mismo permite una aproximación al comportamiento real del terreno y de la estructura, siempre y cuando exista un alto grado de fiabilidad en los parámetros de cálculo empleados.

Dentro de cada elemento se distinguen una serie de puntos representativos llamados nodos los cálculos es realizado por la discretización ya que estos son creados por programas y a partir de ellos se genera los cálculos respectivos. (Et al, 2013, p.19).

Además los nodos son los puntos de unión o intersección de cada elementos con su conectividad, como sabemos el método de elemento finito se programa computacionalmente para los cálculos de desplazamientos, tensiones y deformaciones del problema. (Frías, 2004.p.111.)

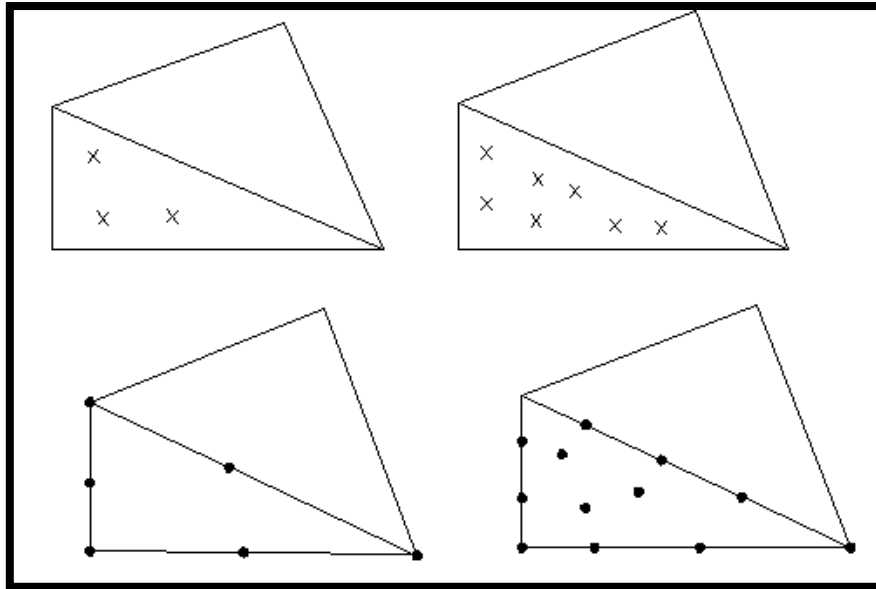


Figura 15. Posición de nodos y los puntos de Gauss en la malla de elementos finitos

Fuente: Elaboración propia

En la figura 15 el elemento de 6 nodos proporciona 3 puntos de Gauss que son la evaluación de tensiones que si se da una consideración apropiada para este elemento, este puede entregar buenos resultados asimismo el elemento de 15 nodos proporciona 12 puntos de evaluación de tensiones por lo que otorga resultados geotécnicos complejos.

Tipos de reforzamiento de taludes

Actualmente existen reforzamientos que encargan de mantener los taludes o laderas estables estas son los siguientes.

Muro de contención

Los muros de contención tienen como propósito sostener las cargas laterales o empujes que ocasiona un suelo ya sea terrenos naturales o materiales almacenados.

Según Braja (2001) afirma que " los muros de contención proporcionan apoyos laterales permanentes a taludes verticales o casi verticales al suelo" (p.418).

Tipos de muro de contención

Existen diferentes tipos de muro de contención como

- **Muro de contención de gravedad:** estos muros son construidas a base de hormigón simple o de piedra ya que para mantenerlo estable esto dependen de su propio peso y del suelo sobre su mampostería. Estos no son económicos para muros altos, sin embargo para muros menores de 4.50m son económicos.

Muro de contención de semigravedad: para la construcción de estos muros se utiliza una porción reducida de acero lo cual disminuye su dimensión de los muros.

- **Muro de contención en voladizo:** estos muros son económicos a una altura no menor de 8 m ya que están conformadas de hormigón armado, su zapata es muy ancha lo que permite que este muro tenga una buena estabilidad
- **Muro de retención con contrafuertes:** son parecidos al muro voladizo pero estos muros su principal refuerzo se coloca horizontalmente lo cual ayuda a resistir las fuerzas laterales del suelo.

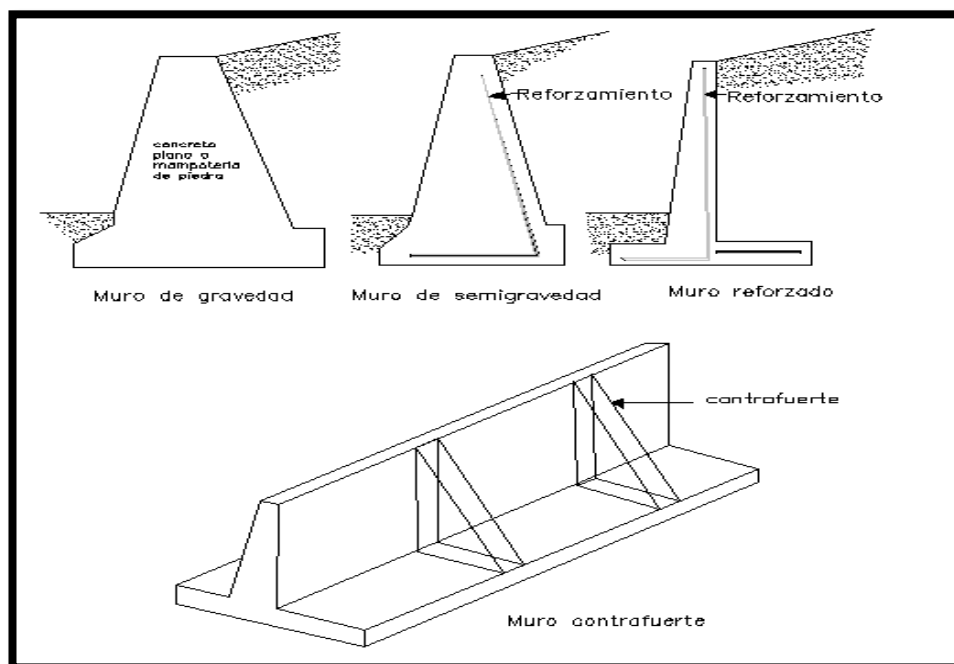


Figura 16. Tipos de muro de contención

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. 2001. p.419.

Muro de gavión

Los muros de gavión destacan por ser muro de piedra de distintos tamaños y debidamente distribuidas entre sí. Son capaces de deformarse pero no pierden su funcionamiento, lo cual permite retener las fuerzas laterales del suelo o terreno natural. Además están asociadas a una malla metálica tipo galvanizadas lo cual forma un muro de piedra. (Braja, 2001, p.436). En la figura 16 se muestra un muro de gavión

Conformado por piedra unida con la malla metálica.

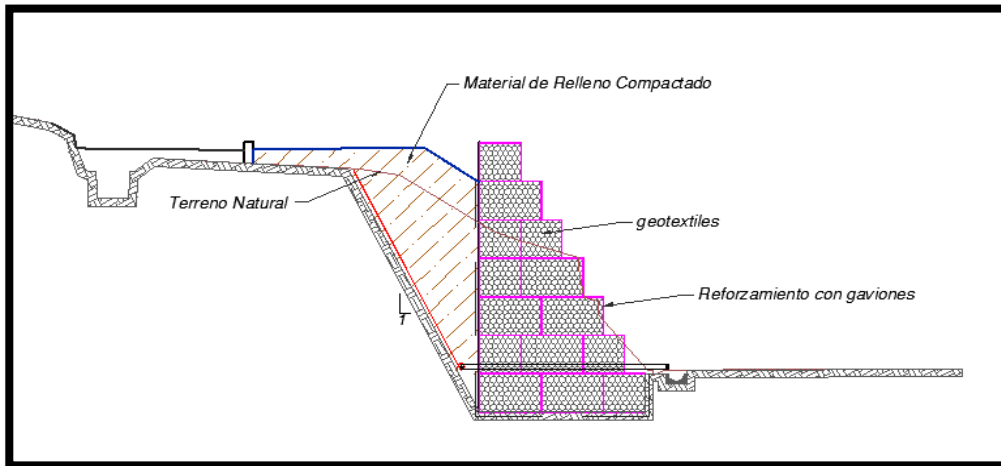


Figura 17. Muro de gavión
Fuente: Elaboración propia

Muros anclados

Los anclajes son elementos estructurales que se encargan de estabilizar el suelo, que están sometidas a fuerzas laterales, además su principal función es estabilizar un suelo inestable. Los anclajes están diseñados para transferir esfuerzos de tensión y terreno adyacente, lo que permite restringir el desplazamiento del suelo. No obstante el objetivo de este sistema es sostener y dar un reforzamiento al suelo en general por ello es esencial saber los parámetros geotécnicos del lugar. (Rengifo, 2015.p.5)

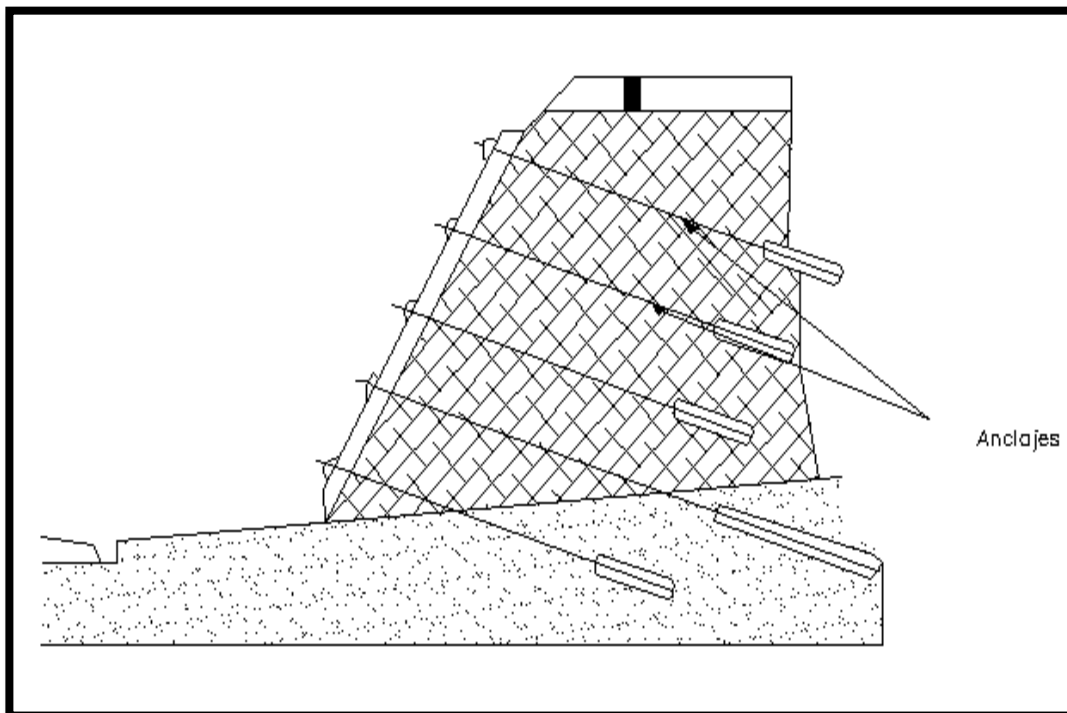


Figura 18. Muros reforzados con anclaje
Fuente: Elaboración propia

Geomallas de refuerzo

Las geomallas son materiales de refuerzo que se encargan de estabilizar el suelo por lo que son capaces de resistir a la tensión, están conformadas por una red regular de forma integrada, con aberturas de tamaño suficiente para poder unir esta red con las partículas de suelo. La aplicación de estos geotextiles contribuye a la protección directa hacia el suelo, lo que evita que se desmorone la pendiente del talud y garantice una grandes ventajas además esta tecnología es de bajo económico, lo que estos ayudan a reducir los costos en la construcción y tiene una facilidad que son simples de instalar con lo que ayuda emplear un refuerzo hacia la zona inestable. (Braja, 2001, p.451).

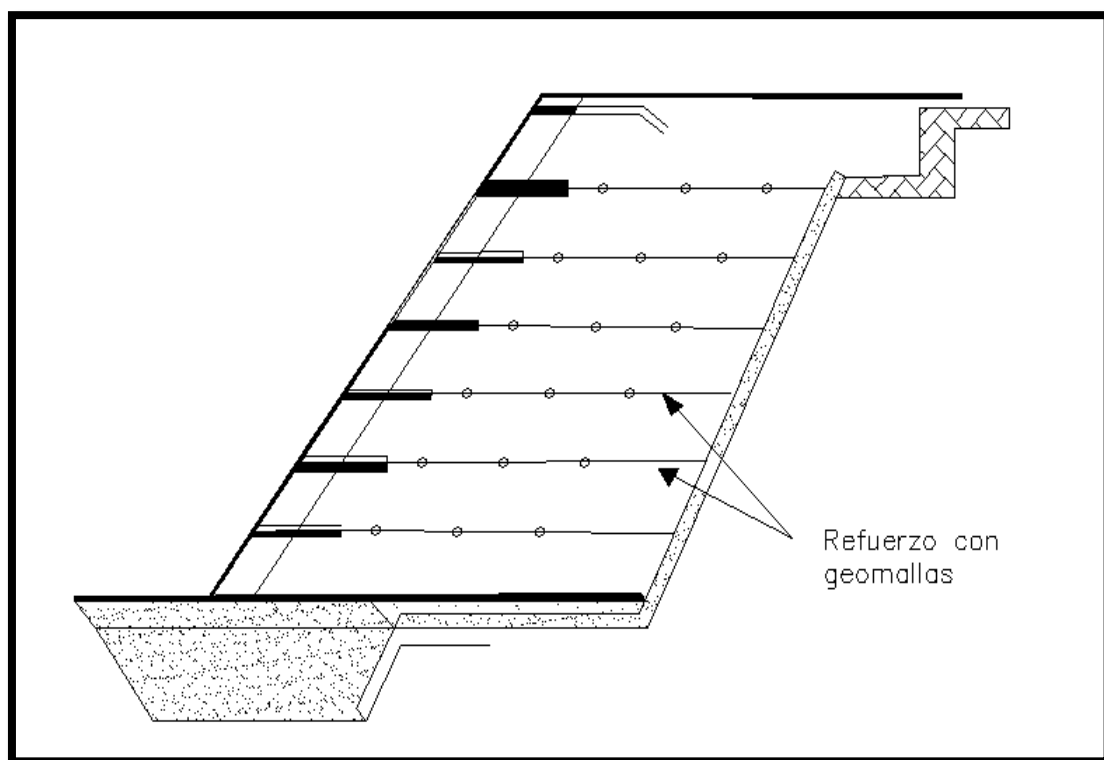


Figura 19. Muro reforzados con geomallas

Fuente: Elaboración propia

1.4 Formulación del problema:

1.4.1 Problema general

¿De qué manera influye los muros anclados para la estabilidad de talud en la carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018?

1.4.2 Problemas específicos

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- ¿De qué manera el método de equilibrio límite influyen en el cálculo de estabilidad de talud en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018?

- ¿De qué manera el método de elemento finito influyen en el cálculo de estabilidad de talud en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018?

1.5 Justificación del estudio

1.5.1 Justificación teórica

Es contribuir con un análisis comparativo del método de elementos finitos y equilibrio limite lo cual lograremos dar una aproximación al comportamiento del problema y así implementar un sistema de refuerzo de muros anclados para así evitar pérdida económica como también daños naturales que pueden causar por los deslizamientos de estos taludes. Con el propósito de tener un inconveniente a futuro a causa de esta problemática que se dan en los taludes existen software que se pueden emplear para el análisis del talud mediante el método de equilibrio límite como también para el elemento finito. Estas herramientas de software nos proporcionan como resultado el factor de seguridad como también las posibles fallas que pueden tener el talud. La importancia del presente proyecto de Investigación es contribuir conocimientos sobre los análisis de estabilización del talud por medio de una herramienta software lo cual nos proporciona una manera más compleja de obtener los resultados sobre los taludes

1.5.2 Justificación metodológica

La presente investigación busca analizar el riesgo de taludes en dos métodos que son el elemento finito y el equilibrio limite en donde por medio de estos métodos busca dar evaluación al talud estudiado para poder evitar futuras perdidas económicas como también humanas.(Prasad, 2006) afirma “Los problemas relacionados con la inestabilidad en pendientes diseñadas y naturales son desafíos comunes para ambos investigadores y profesionales”(p 23).Por el contrario, estudia la magnitud de riesgo que podría originar el deslizamiento del talud y brindar un aporte a la orientación de la investigación.

1.5.3 Justificación tecnológica

En el desarrollo de mi actividad opte por el programa slide y plaxis en donde estos software es apropiado y óptimo para poder realizar la investigación cuya finalidad es dar un alcance de concebir, aplicar y evaluar los resultados que se puedan obtener, (Morales, 2000) afirma “Es de suma importancia implementar un programa de monitoreo, para el control de estabilidad de taludes, esto permite medir y asimilar una inminente falla con suficiente precisión” (p.16).

1.5.4 Justificación económica

En este desarrollo de la investigación se propone usar métodos computacionales para poder brindar una cantidad económica factible hacia la construcción y así poder usar el tipo de refuerzo más sencillo, económico y necesario hacia talud estudiado lo cual se obtendrá un factor de seguridad estable (morales,2000,p.16).

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

El uso de los muros anclados influye significativamente para la estabilidad de talud en las Carreteras Las Pirias-Cajamarca, 2018

1.6.2 Hipótesis específicos

- Los métodos de equilibrio límite influyen significativamente en el cálculo de estabilidad de talud en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018.
- Los métodos de elemento finito influyen significativamente en el cálculo de estabilidad de talud en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Determinar la influencia de los muros anclados para la estabilidad de talud en las Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018.

1.7.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Determinar la influencia del método de equilibrio límite en el cálculo de estabilidad de talud en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018.
- Determinar la influencia del método de elemento finito en el cálculo de estabilidad de talud en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de la investigación

El diseño de investigación es

2.1.1 Método

El diseño de la investigación es de tipo cuasi-experimental dado que se manipula la variable independiente deliberadamente para demostrar que los muros anclados contribuirán a la estabilidad de taludes.

Cuasi experimental: “los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento.” (Hernández, Fernández y Batista, 2010, p.148).

2.1.2 Tipo

El tipo de investigación de este proyecto es: Investigación Aplicada, porque se hará uso de metodologías de estabilidad.

Cuantitativo: Recoge y analiza los datos numéricos con referente a las variables y ayudan a tomar decisiones de acuerdo a los parámetros cuantificados (Hernández, Fernández y Batista, 2010, p.4).

2.1.3 Nivel

El nivel de este proyecto de investigación es:

Nivel Explicativo: Los estudios explicativos buscan responder por las causas de los eventos, fenómenos o sociales. (Hernández, Fernández y Batista, 2006, p.108).

2.2 Variables, operacionalización

Las variables que se desarrollan en este trabajo de investigación son:

2.2.1 Variables.

Variable independiente: Estabilidad de talud

Variable dependiente: Muros anclados

2.2.2 Operacionalización de las variables

Es un proceso metodológico que consiste en descomponer deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico, se definen las dimensiones e indicadores de medición, así como también se detallan los problemas, objetivos e hipótesis

2.3 Matriz de Operacionalización de las variables

Tabla 1

Matriz de operacionalización de las variables de la investigación

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
Estabilidad de talud	Según Braja (2001). Se entiende por taludes a superficies inclinadas respecto a la horizontal que adopten permanentemente las estructuras de la tierra, pueden ser naturales o artificiales (p.314).	La estabilidad de talud es donde este no sufre deslizamiento, sin embargo si es evaluado y analizado antes de su acontecimiento se evitaría pérdidas económicas como también humanas en el evento o lugar donde pueda realizar.	Estabilidad de taludes Se entiende por taludes a superficies inclinadas respecto a la horizontal que adopten permanentemente las estructuras de la tierra	-Ensayos -Superficie de falla	Ensayos de granulometría	Gr/cm ³
			Métodos de refuerzo son métodos de reforzamiento hacia el suelo para mantener una estabilidad hacia el talud sin sufrir mucho desplazamiento.	-muros anclados -geomallas -muro de contención -muro de gaviones	Plaxis, Slide V.6	Fs>0
Muros anclados	Según (Rengifo, 2015) Los anclajes son elementos estructurales que se encargan de estabilizar el suelo, que están sometidas a fuerzas laterales, además su principal función es estabilizar un suelo inestable (p.5).	Los muros anclados son elementos que permiten la estabilización de suelo en donde existe dos tipos de métodos que permiten ayudar la estabilización del talud-La gran parte de los métodos de equilibrio límite tienen en común, porque se basa en determinar la superficie de falla. El instrumento a usar es el slide.	Métodos de equilibrio límite son métodos que nos permite saber la resistencia de los suelos sobre los esfuerzos cortantes ya que estos esfuerzos ocasionan fallas y desplazamiento	-Método de fellenius -Método de janbu -Método de spencer -Método de bishop simplified -Método de morgenstern Y price	Plaxis, Slide V.6	Fs.>0
			Método de Elemento Finito: es un método de resolución de problemas de ingeniería, usualmente es aplicado por su grado de complejidad para la resolución de los problemas así mismo permite una aproximación al comportamiento real del terreno	-factor de seguridad -deslizamiento		

Fuente: Elaboración propia

2.4 Población y muestra

Población

Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Hernández, Fernando y Baptista 2010, p.174)

En la presente investigación la población es las Carreteras Las Pirias-Cajamarca donde se tomó la población en el tramo 15 +280, la cual se realizó la excavación con una calicata (C-1).

Muestra

La muestra es un subgrupo de la población donde la cual se recolectan datos lo cual es representativo por dicha población (Hernández, Fernando y Baptista 2010, p.173)

Se hizo un estudio En un tramo de la carretera las Pirias-Cajamarca, esta progresiva 15 +280 donde la altura de este talud era de 30 metros. De modo que en el transcurso de la investigación daremos un análisis y evaluación para poder mantener una estabilidad del talud y evitar futuros accidentes en la zona.

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

La carretera las Pirias-Cajamarca es la principal via para llegar al distrito de las Pirias, donde es uno de los 12 distritos de Jaén. Se tomó el tramo km 15 +280 por lo que es un tramo muy vulnerable a un posible deslizamiento, para ello se realizó estudios de mecánica de suelo para poder analizar y evaluar a esta zona en donde es riesgosa para el lugar, por lo que se obtuvo la geometría del talud, y parámetros geotécnicos de la zona como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

Datos del talud

tramo	Altura(m)	Longitud (m)
Km15 +280	30	30

Fuente: Elaboración propia

Además en esta progresiva se hizo ensayos de mecánica de suelo en el laboratorio de la UNFV, donde se obtuvieron el ángulo de fricción como también la cohesión del talud es por ello que se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Cuadro de resultados obtenidos por los ensayos de corte

Tramo	Angulo de fricción	cohesión
Km 15 +280	21°	0.35 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Además el peso específico del suelo es de 1.415 gr/cm³ – 13.876 Kn/m³

También en la tabla 4 se muestra la clasificación de suelo y el contenido de humedad que se obtiene para el km 15 +280

Tabla 4

Clasificación de suelo y contenido de humedad

Tramo	calicata	Humedad natural	AASHTO	SUCS	Profundidad
15+280	C1-M1	8.36 %	A-4(3)	CL	0.20 2.00 m

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar se realizaron ensayos de granulometría, proctor y límites de atemberger, con la finalidad de clasificar los suelos encontrados. Para lo cual se necesitaba evaluar dos muestras representativas de taludes para así poder clasificarlo los suelos.

Tabla 5

Ensayos límites de suelo

tramo	calicata	Índice platico	Limite liquido	Limite Plástico
15+280	C1-M1	10.25 %	31.77%	21.52%

Fuente: Elaboración propia

Donde C1-M1= profundidad de 0.20-2.00 (m)

De acuerdo a los estudios realizados podemos obtener que nuestro talud estudiado en el tramo Km 15+280 está conformado por un suelo arcilloso lo cual para nuestra muestra hacia el talud se incorporaran estos datos a los software utilizados que en este caso será el plaxis que es para elementos finitos y el slide que es para el método de equilibrio límite.

2.6 Métodos de análisis de datos

Según Hernández et al (2010) el análisis cuantitativo consiste en llevar a la computadora los datos que se requieren, por lo que es extenso el desarrollo manual con los formularios y para un análisis rápido se analiza con los programas computacionales.

Principalmente fue realizar trabajos de campo tales como una calicata, toma de una muestra representativa y ensayos de laboratorio determinando las propiedades físicas y mecánicas del suelo en la UNFV. Por consiguiente, con toda esta información obtenida se procederá a usar los dos tipos de software uno que el plaxis 8.2 que pertenece al MEF y el software (Slide) de la familia ROSCIENSE que pertenece al MEL, para poder hacer una comparación de estabilidad en la zona evaluada.

2.7 Aspectos éticos

Pondré en práctica mi compromiso, aportando todas mis capacidades y conocimientos de formación brindada por la Universidad César Vallejo, en el cual me inculcaron cada uno de mis profesores, asimismo dando a la vez esfuerzo, sacrificio y dedicación en la investigación que estoy realizando. Mi responsabilidad es brindar una veracidad hacia la investigación encomendada, llevando a cabo las tareas con total seriedad y prudencia, sabiendo en mí mismo que el proyecto encomendado se hará bien hasta el final, siguiendo todos los parámetros de estudio.

III. RESULTADOS

3.1 Talud analizado en el km 15+280

3.1.1 Método de elemento finito

En la siguiente figura 22 se muestra el resultado en el km 15+280 que fue arrojado por el programa PLAXIS que pertenece al método de elemento finito donde se efectuó la modelación del talud en base a los siguientes pasos:

3.1.1.1 Ingreso de datos

En el subprograma Input se ingresó las condiciones generales del proyecto (General Setting). En este modelo primeramente se definió la geometría del talud lo cual estaba compuesta por una altura de 30 m con una longitud de 30 lo que sería $x=30\text{m}$ y $y=30\text{m}$. Como se observa en la siguiente figura 20

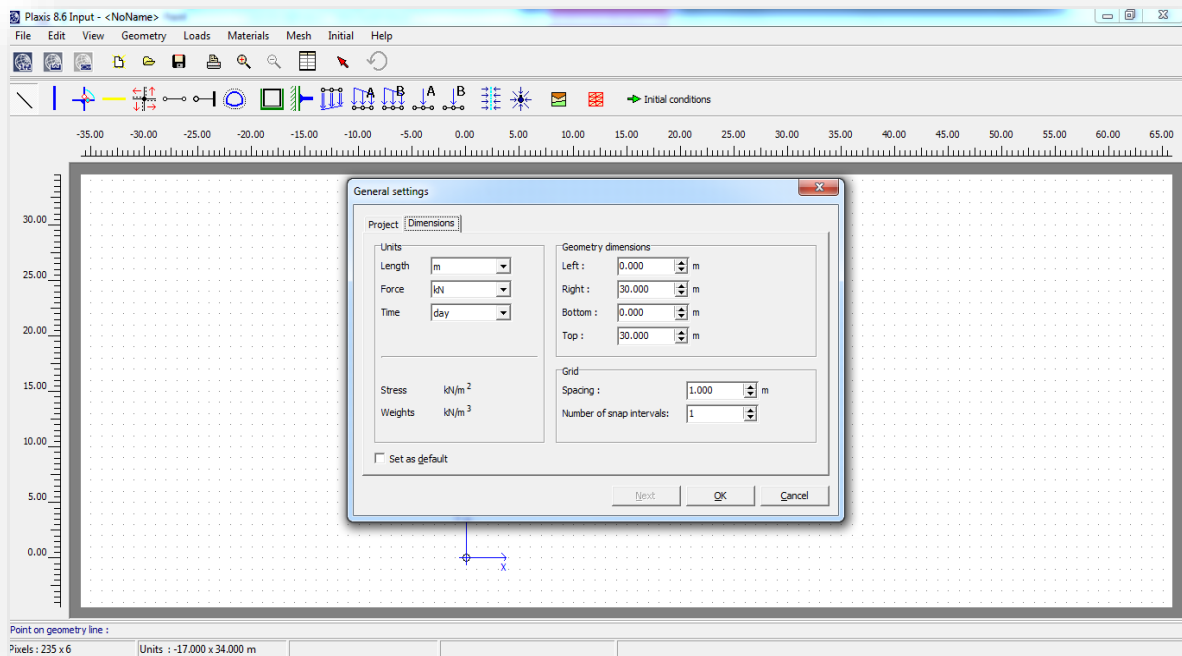


Figura 20. Configuración de los parámetros del talud de km15+280

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.2 Dibujo geométrico del talud

Se procedió a crear el modelo geométrico del talud donde se incorpora las dimensiones y se comienza a dar forma la geometría del talud mediante el comando Geometry Line. Como se muestra en la siguiente imagen el diseño geométrico del talud

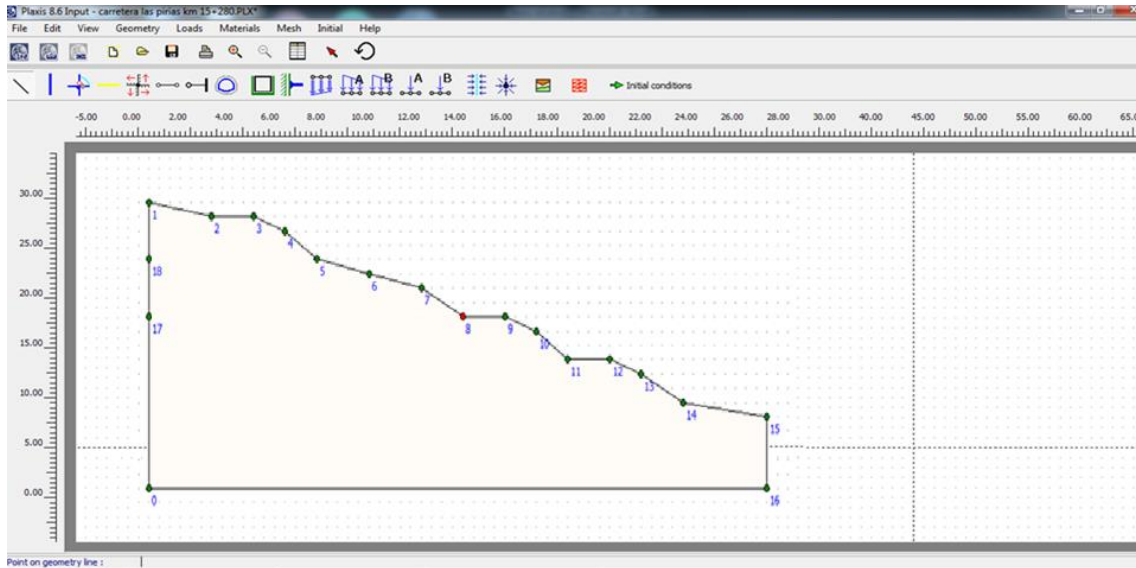


Figura 21. Dibujo del talud con sus respectivos estratos
 Fuente: Elaboración propia

3.1.1.3 Ingreso de propiedades de suelo

Concluido la geometría del talud se inserta los datos de los estratos del talud, para ello se implementa los datos obtenidos por mecánica de suelo (el ángulo de fricción interna (21°), cohesión del suelo (0.35 kg/cm^2 - 34.323 Kn/m^2), peso unitario (13.876)).

Mohr-Coulomb - suelo arcilloso(CI)

General | Parameters | Interfaces

Material set

Identification:

Material model:

General properties

γ_{unsat} kN/m^3

γ_{sat} kN/m^3

Mohr-Coulomb - suelo arcilloso(CI)

General | Parameters | Interfaces

Stiffness

E_{ref} : kN/m^2

ν (nu) :

Strength

c_{ref} : kN/m^2

ϕ (phi) : $^\circ$

ψ (psi) : $^\circ$

Alternatives

G_{ref} : kN/m^2

E_{oed} : kN/m^2

Figura 22. Estrato de suelo arcilloso
 Fuente: Elaboración propia

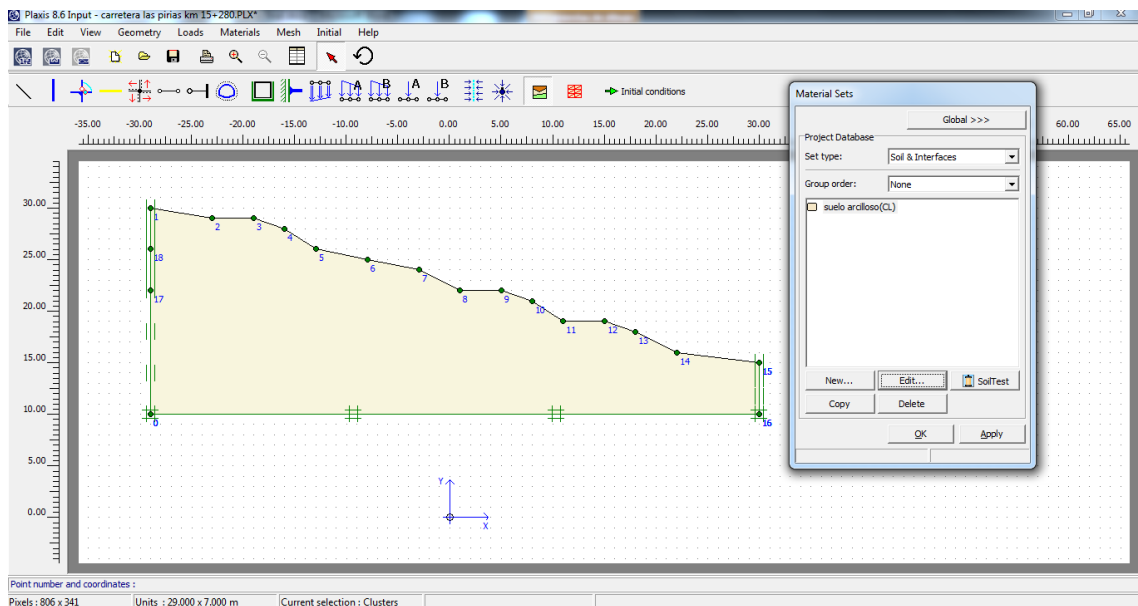


Figura 23. Talud con sus respectivos estratos

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.4 Rigidez de la estructura

Se procedió a dar rigidez a la estructura (Standard fixities) lo cual genera la malla de los elementos finitos por medio del comando Generated Mesh. Que es la descomposición general de la estructura para poder hacer el cálculo necesario a este elemento.

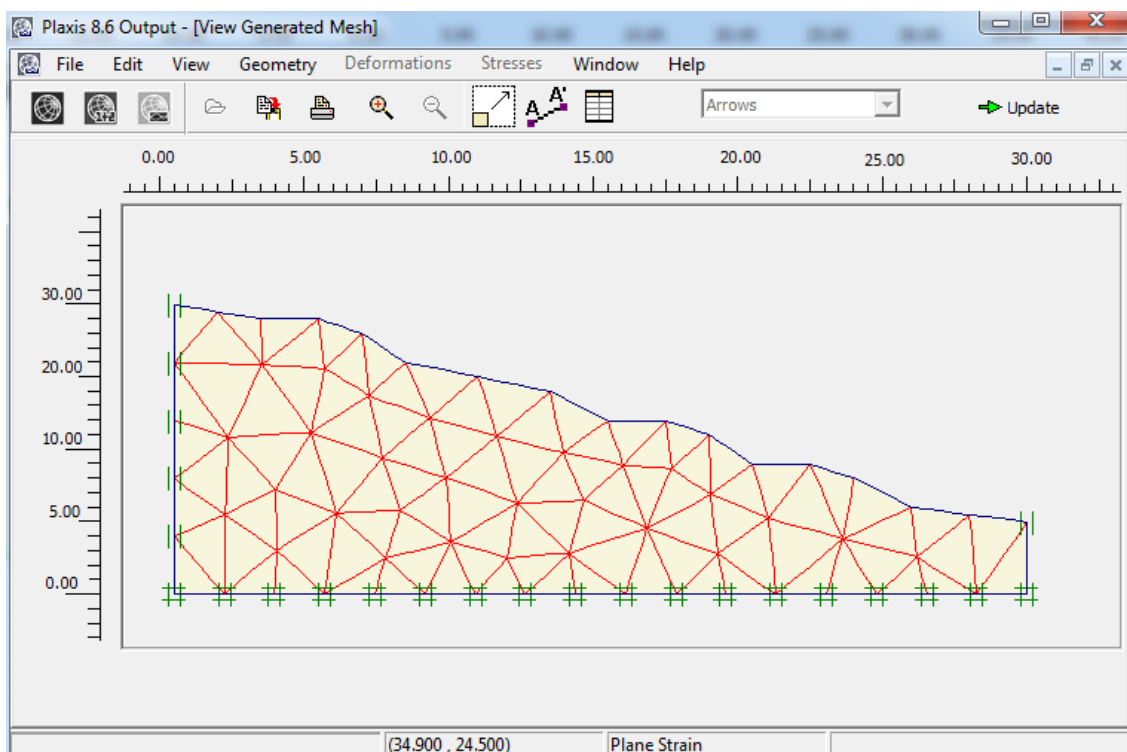


Figura 24. División de la estructura mediante malla de elementos finitos

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.5 Selección de fases

Se ingresa las diferentes etapas para poder calcular el perfil del talud. Lo cual en esta fase se inserta phi de reducción. Para poder hallar el cálculo de factor de seguridad como también el desplazamiento del elemento estudiado.

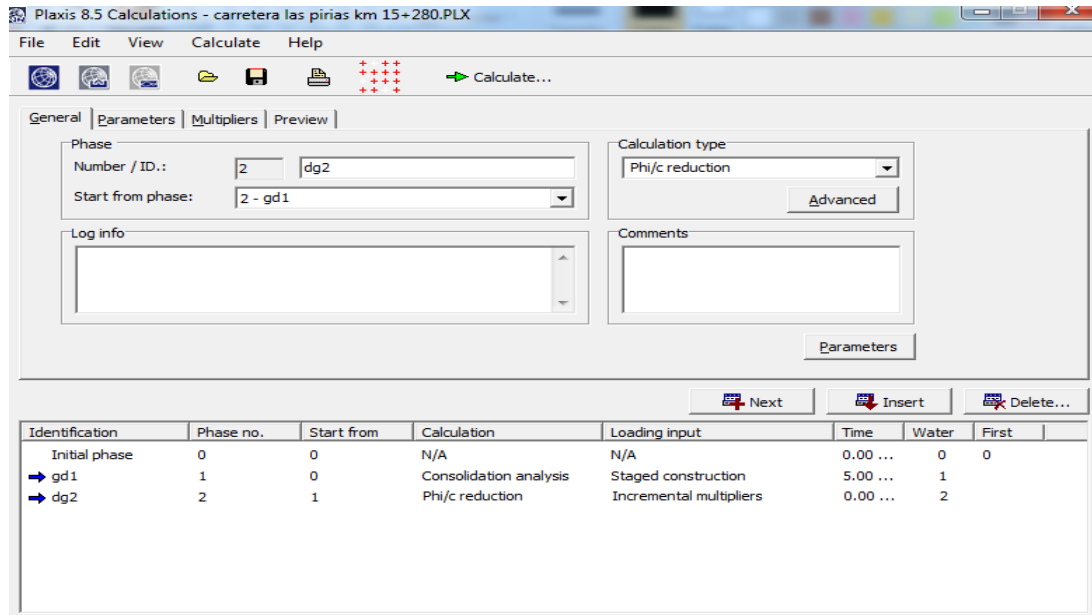


Figura 25. Selección de fases de cálculo km 15+280.

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.6 Cálculo

En lo anterior se elige el comando calcúlate, donde finalizado el cálculo se obtiene el desplazamiento y el factor de seguridad del talud. En la siguientes imágenes se pueden apreciar lo cálculos efectuado donde la opción Output permite observar las gráficas del talud de cada modelación.

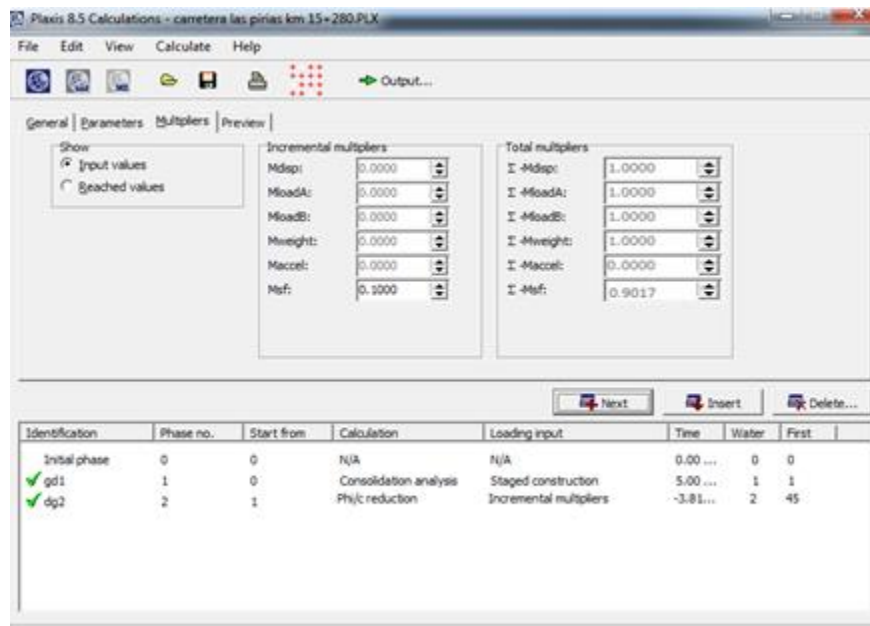


Figura 26. Cálculos efectuados

Fuente: Elaboración propia

Se efectuó el cálculo de desplazamiento en el km 15+280, para poder obtener imagen se selecciona el comando total displacements. Donde se tuvo un desplazamiento de $66.18 \times 10^3 \text{ m}$. como se muestra en la imagen 29. Luego para poder obtener más detallado el desplazamiento se seleccionó el comando stress cartesian effective (total displacements). donde se observa las zonas críticas donde se efectúa el desplazamiento como se muestra en la figura 29.

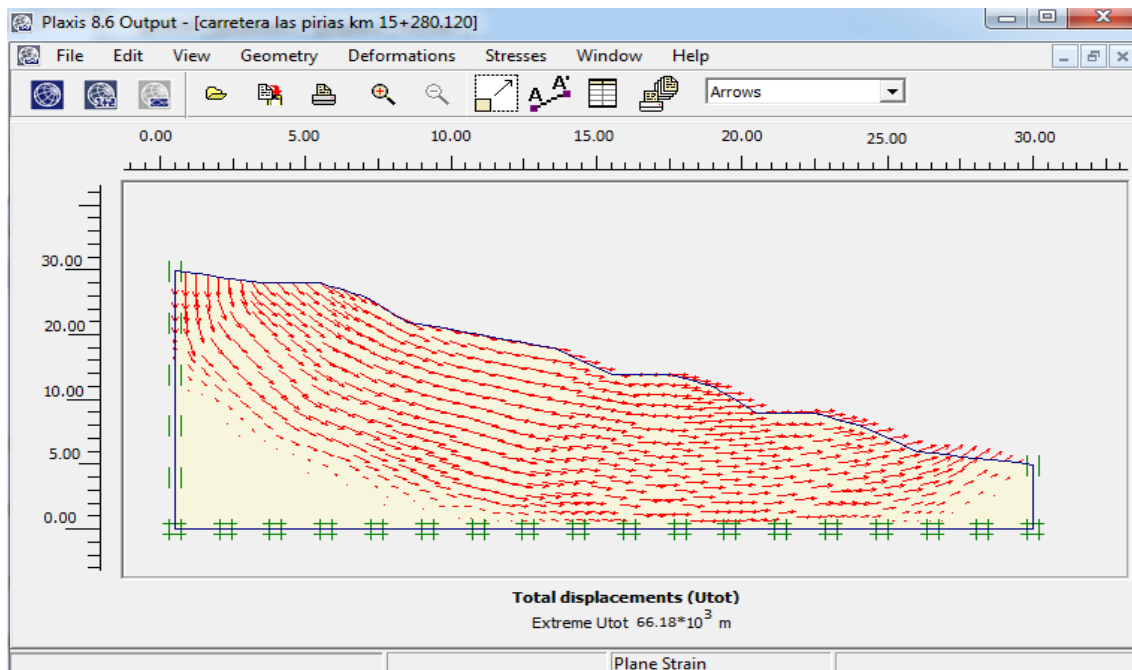


Figura 27. Desplazamiento del talud km 15+280

Fuente: Elaboración propia

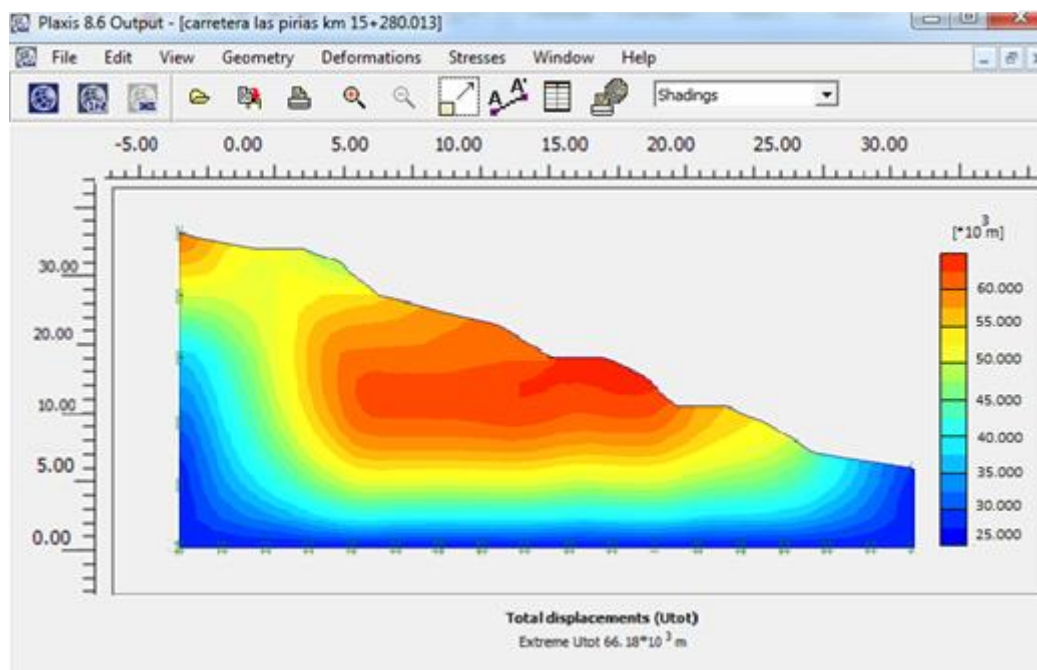


Figura 28. Criticos desplazamiento del talud

Fuente: Elaboración propia

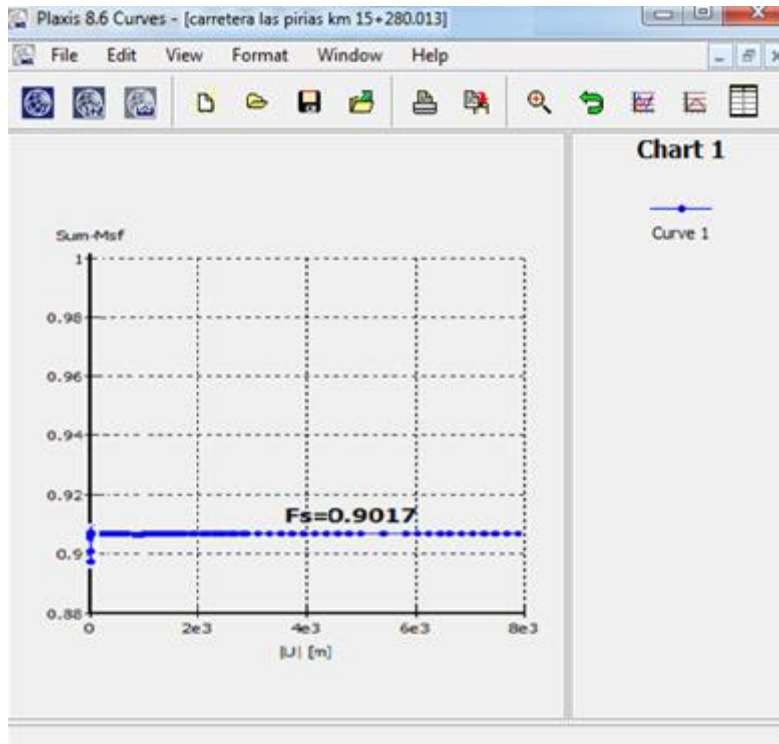


Figura 29. Factor de seguridad

Fuente: Elaboración propia

Donde podemos observar que el factor de seguridad de nuestro talud es de 0.9017 y el desplazamiento es de 66.18×10^3 lo que quiere decir que en esta evaluación del talud por medio del método de elemento finito este elemento analizado tiende a ser inestable.

3.2 Método por equilibrio limite

En la siguiente figura 35, se muestra el resultado en el km 15 +280, donde fue hallado por el programa SLIDE que pertenece al método de equilibrio limite. Donde podemos observar que nuestro talud fue analizado por todos los métodos. Ver en la tabla 6. Donde se muestra los deslizamientos hallados con el programa, el F.S obtenido fue de 1.011, este análisis se realizó por el método Spencer. Ya que es el método aproximado al resultado real, también se puede observar la entrada y salida de la superficie de falla, este tipo de falla representa a una falla de pie de talud

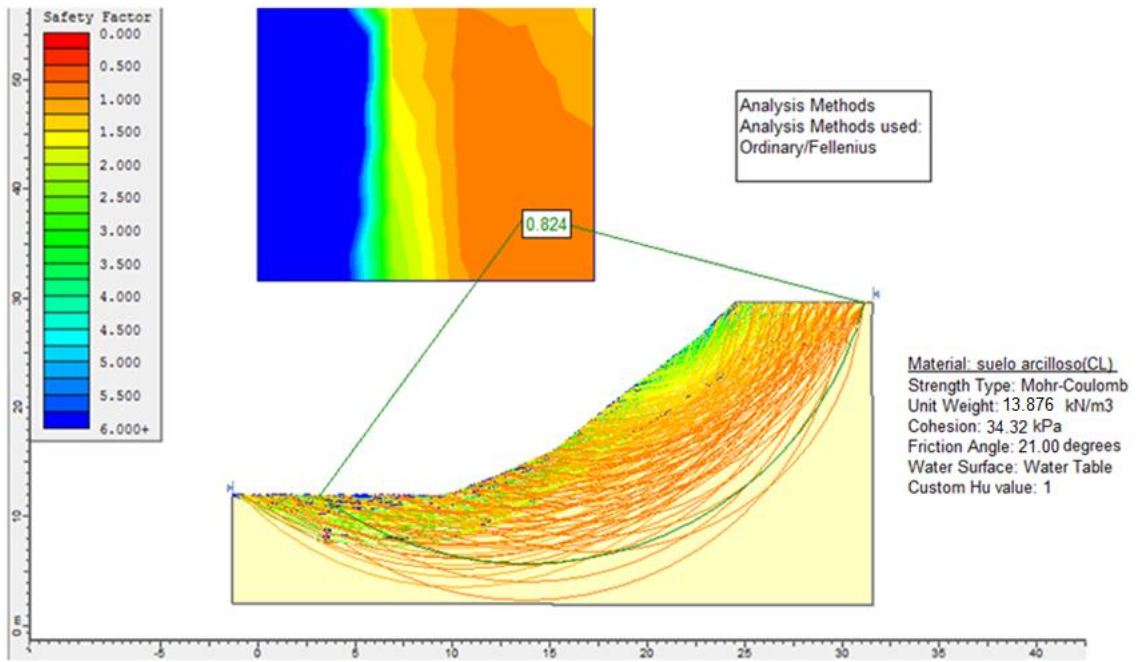


Figura 30. Talud por el método fellenius

Fuente: Elaboración propia

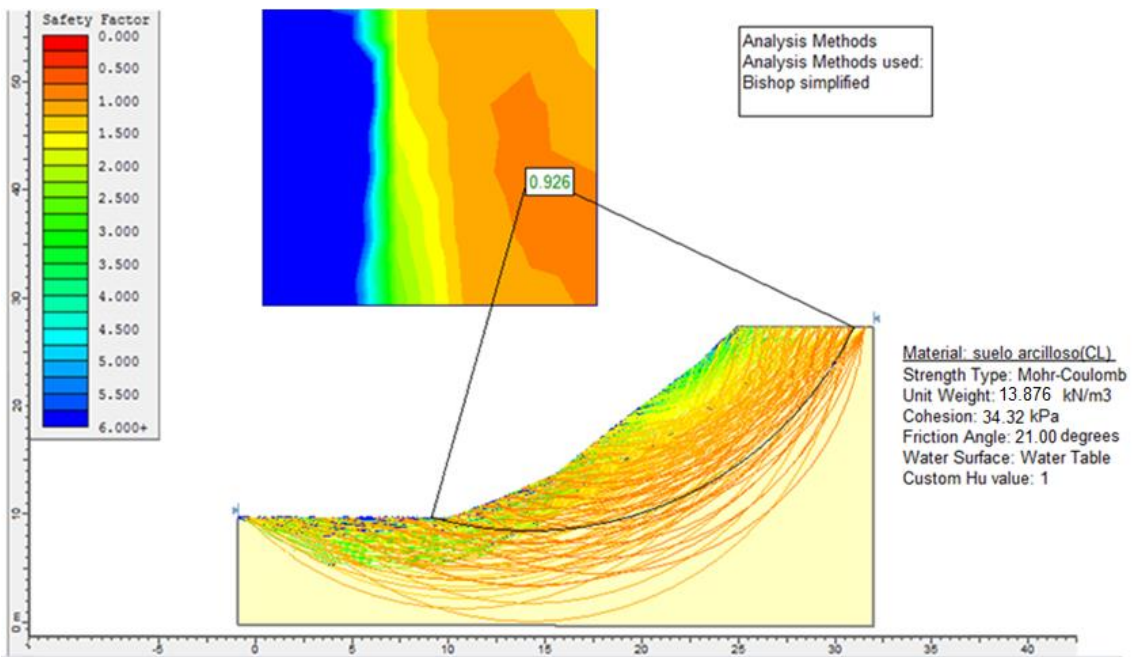


Figura 31. Talud por el método de Bishop

Fuente: Elaboración propia

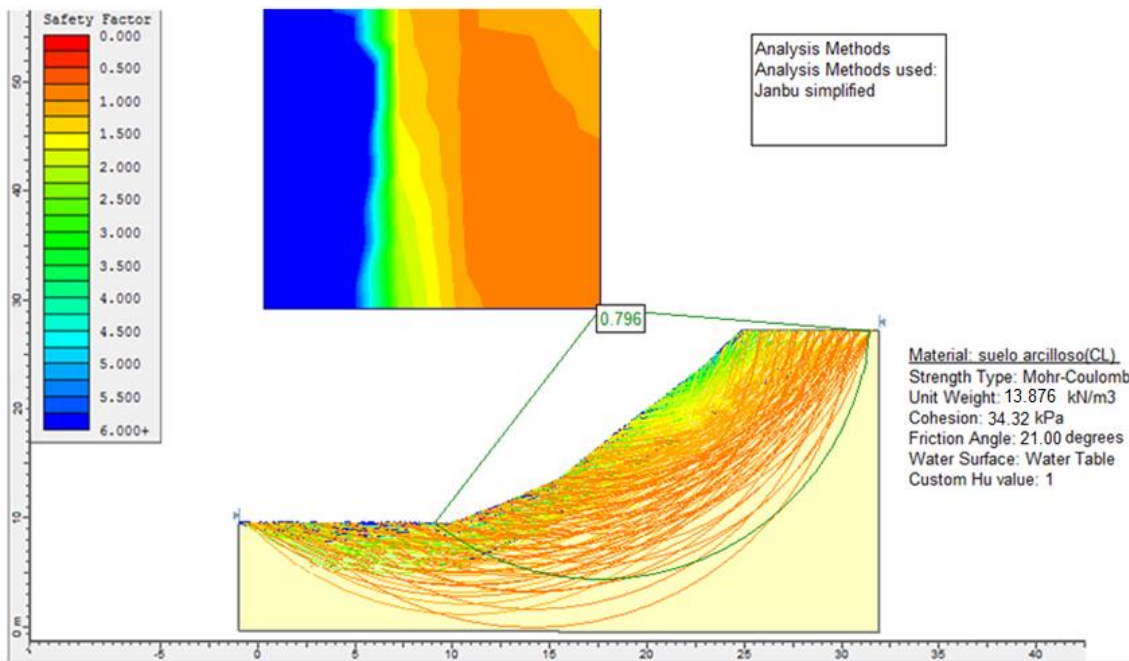


Figura 32. Talud por el método de Janbu

Fuente: Elaboración propia

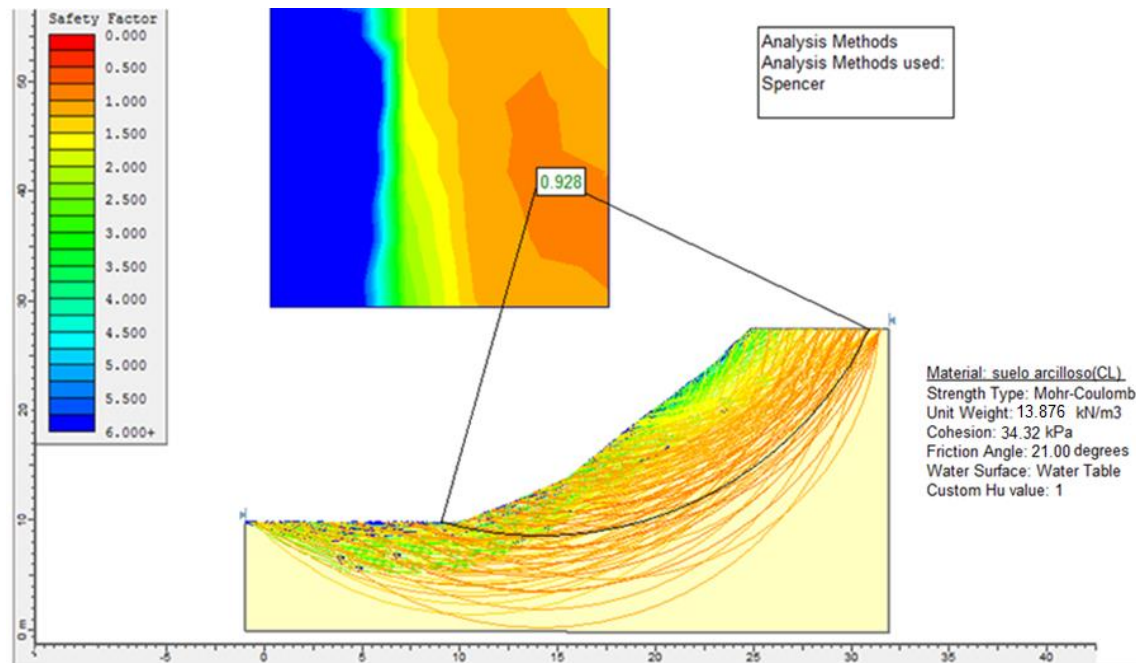


Figura 33. Talud por el método de Spencer

Fuente: Elaboración propia

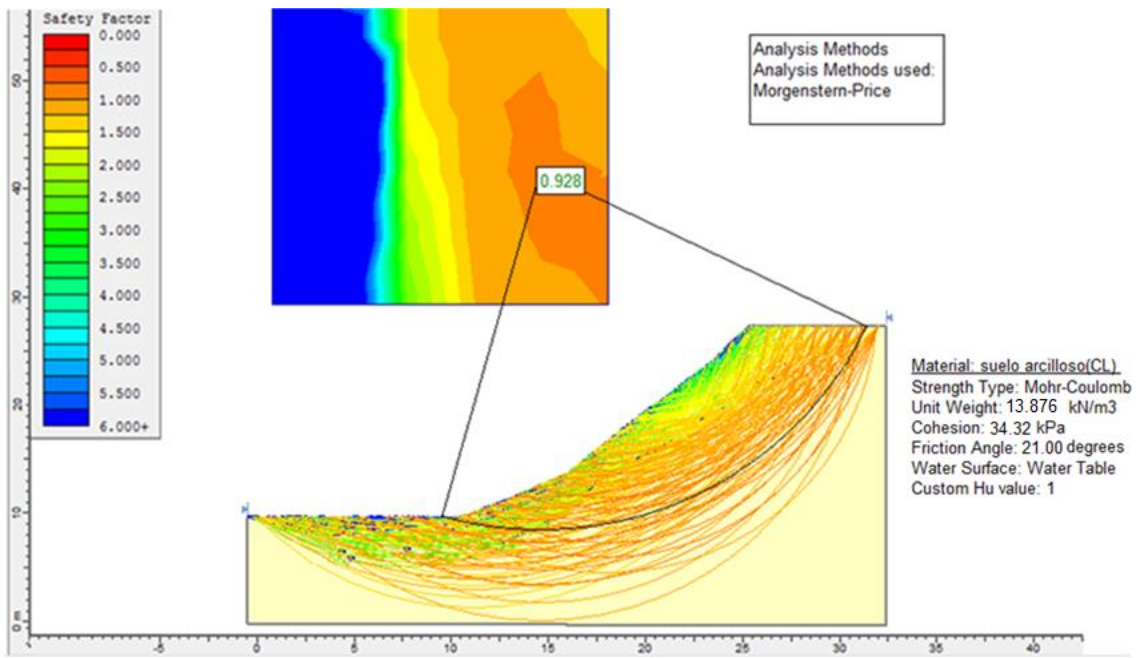


Figura 34. Talud por Morgenster- Price

Fuente: Elaboración propia

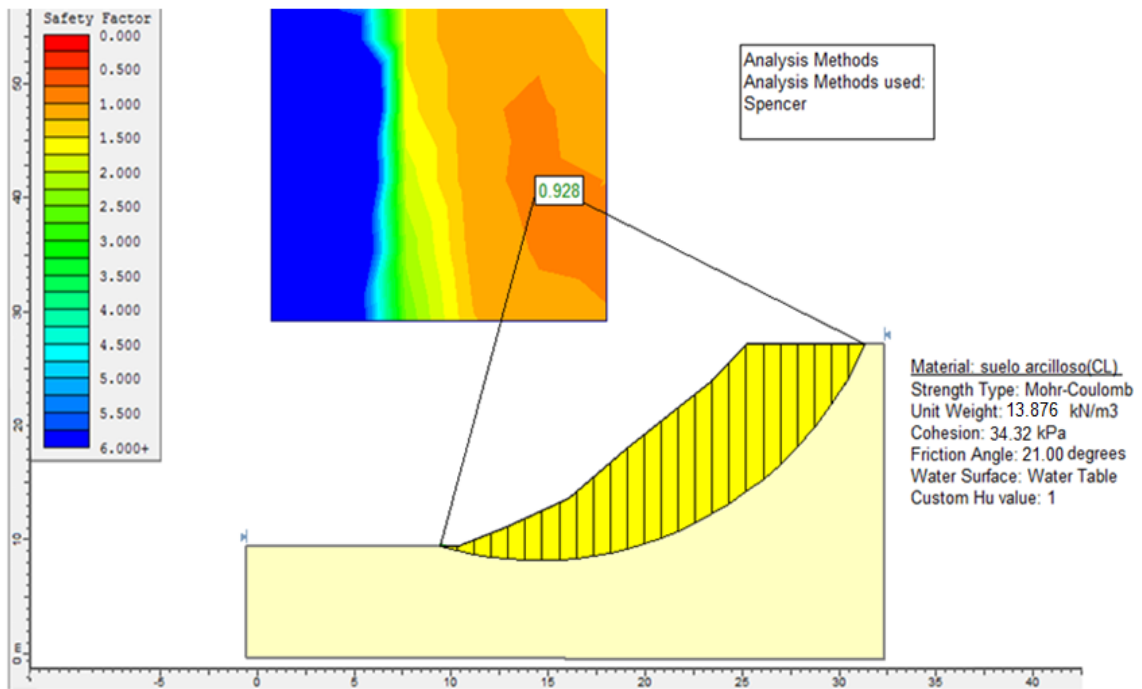


Figura 35. Resultado de la falla en una sección del talud

Fuente: Elaboración propia

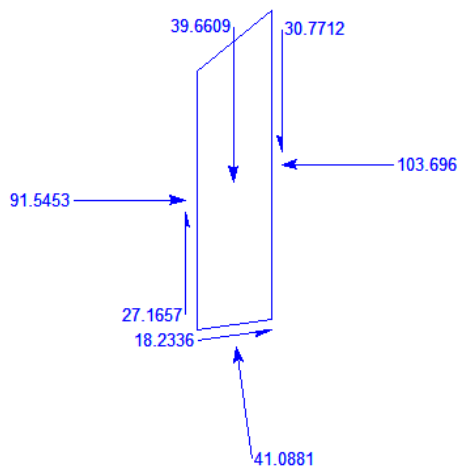
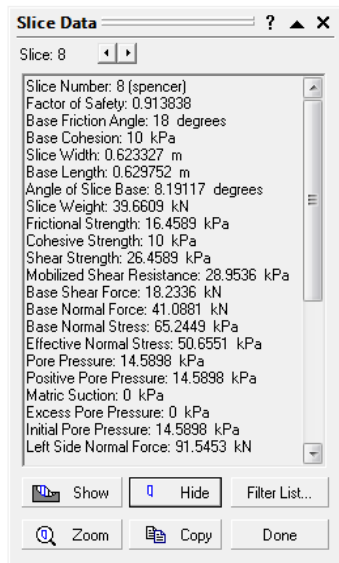


Figura 36. Resultado de las fuerzas que actúan en una rebanada

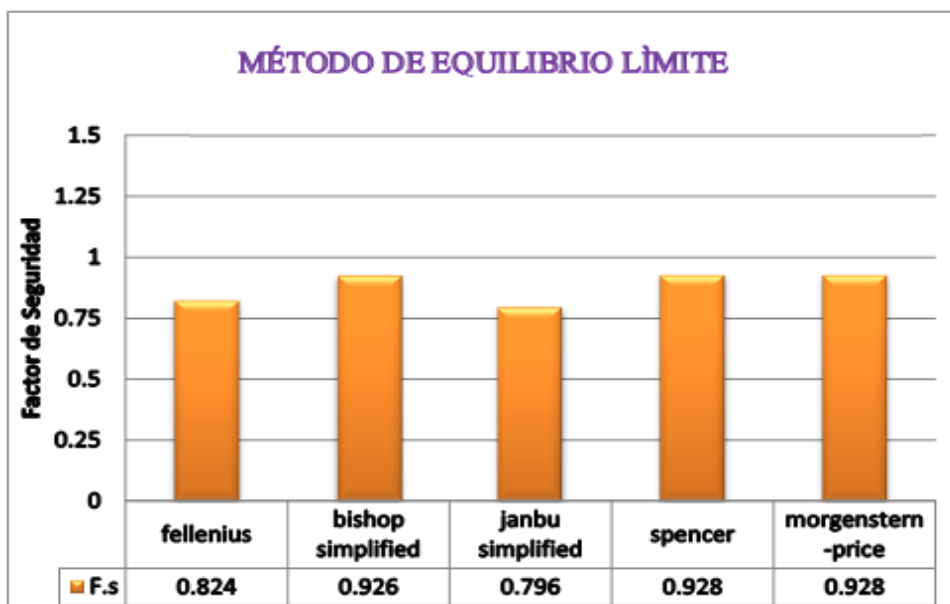
Fuente: Elaboración propia

En las figuras anteriores se muestran la evaluación del talud estudiado, analizado por los diferentes métodos que brinda el equilibrio límite donde se efectuó diferentes resultados en cuanto al factor de seguridad. Como se muestra en la tabla 6. Además de ellos, se puede apreciar la superficie de falla del elemento estudiado.

En la figura 36 se aprecia los resultados de las fuerzas que actúan en una rebanada, donde se observa las fuerzas que actúan horizontal como verticalmente en el talud. Es de importancia de que cada dovela genera sus propios cuadros de resultados

Tabla 6

Factor de seguridad hallado por distintos métodos de equilibrio límite.

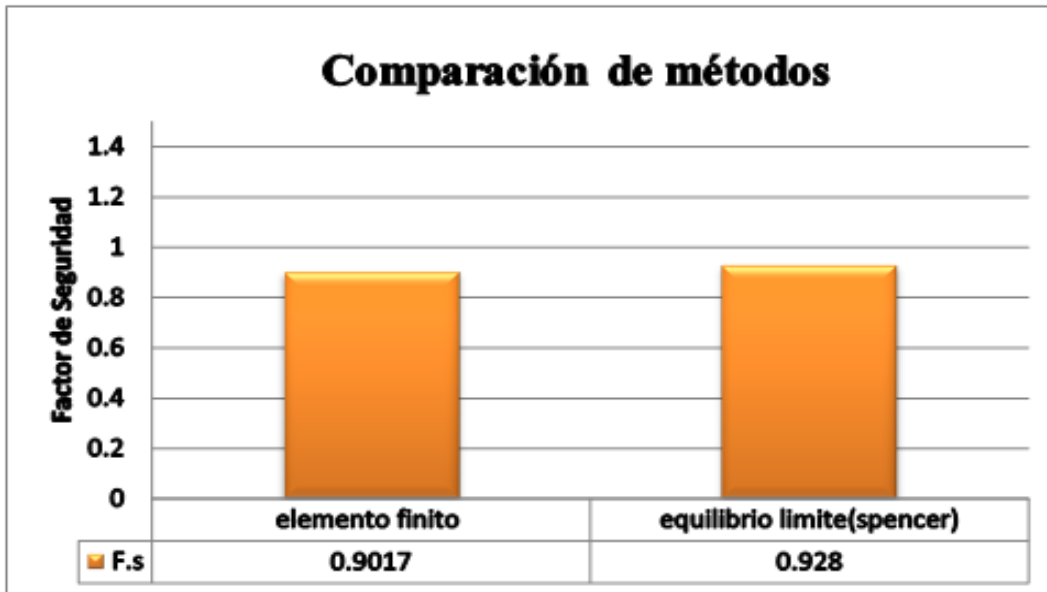


Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se efectúa la comparación de los dos métodos analizados para esta progresiva. En donde los dos métodos coinciden que el factor de seguridad analizado para este elemento es menores a 1 dado que Según braja (2001) afirma que “Cuando *FSs* es igual a 1, el talud está en un estado de fallo inminente.”(p.336).lo que significa que el factor de seguridad para esta progresiva es inestable.

Tabla 7

Tabla comparativa de métodos analizados



Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que al comparar los resultados analizados de factor de seguridad los dos coinciden en que el talud es inestable por lo que es necesario implementarse un refuerzo hacia el talud ya que esta zona evaluada está expuesto a sufrir deslizamiento para ello se dará un nuevo análisis con un refuerzo para ello se utilizó el muro de anclaje.

❖ Propuesta

La carretera en la actualidad se encuentra en mejoramiento, dentro de la cual se ha evidenciado problemas de inestabilidad en los taludes de corte de las progresivas, ya que evaluado las causas de inestabilidad en los taludes. La presente propuesta es que los taludes tengan un reforzamiento adicional hacia el suelo (geomallas, gaviones, muro de contención, anclajes) para que estos no sufran de inestabilidad. Por lo que se quiso analizar el talud más crítico de inestabilidad que era el km 15+390, donde su factor de seguridad era muy bajo, además se optó por recurrir un tipo de reforzamiento, en este

caso se utilizara el anclaje, lo cual será analizado con el talud más crítico y así poder determinar una alternativa de solución a la zona critica.

Con las mismas condiciones de la progresiva anterior, el talud definido se implementa un refuerzo en este caso se utilizó el refuerzo de anclaje. En este contexto se diseñó primeramente en el elemento finito. Se inserta primero con anclajes (con nodo to nodo anchor) luego en la parte superior de línea amarilla para terminar el anclaje se inserta con el comando GEOGRID para poder tener el anclaje completo.

Método por Elemento Finito

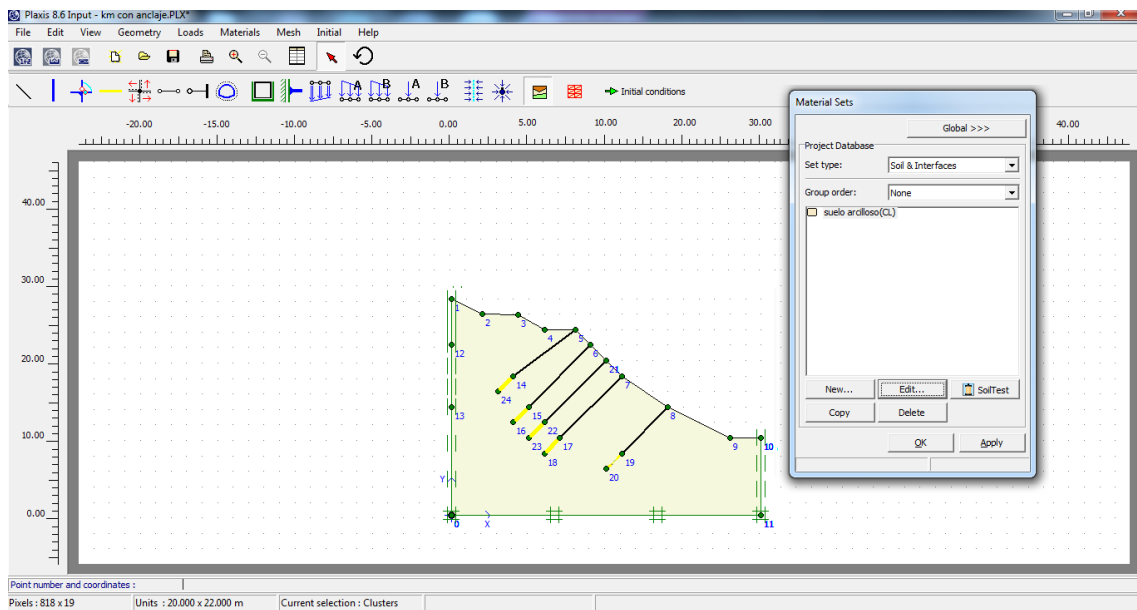


Figura 37. Talud reforzado con anclaje

Fuente: Elaboración propia

Rigidez de la estructura

Se procedió a dar rigidez a la estructura (Standard fixities) lo cual es los mismo pasos que las anteriores progresivas pero en este caso se descompone la estructura total del talud para que pueda generar un cálculo aproximado geotécnico cual genera la malla de los elementos finitos por medio del comando Generated Mesh. Que es la descomposición general de la estructura para poder hacer el cálculo necesario a este elemento

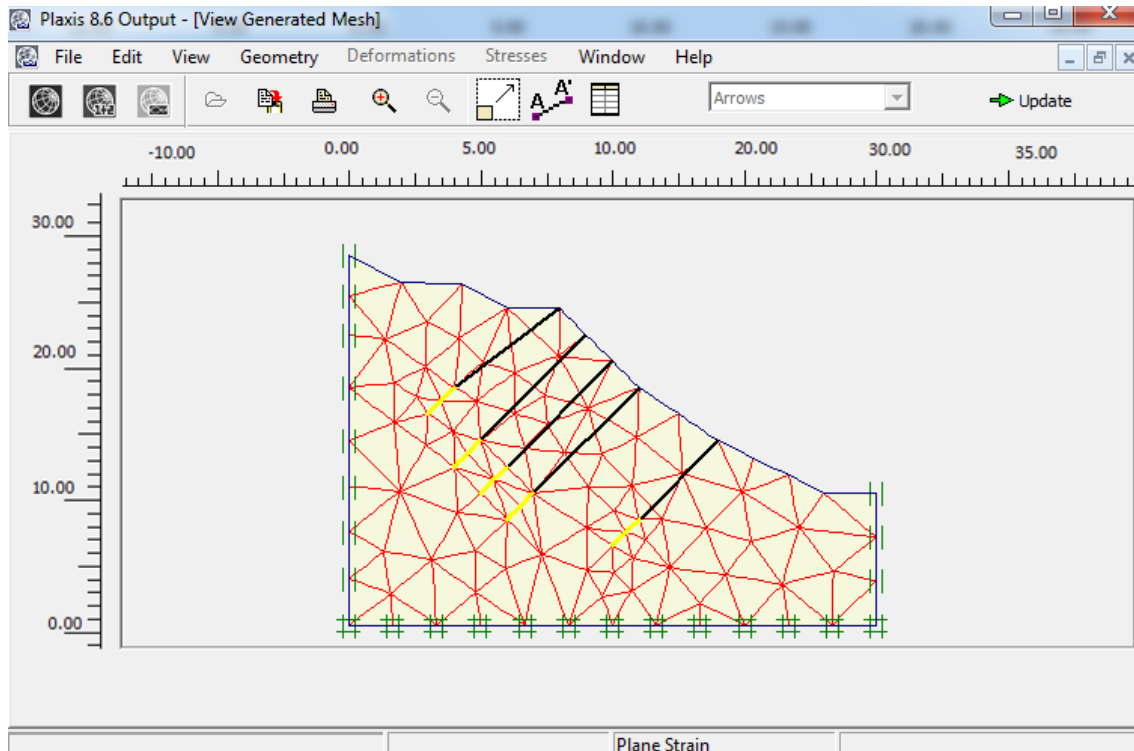


Figura 38. División de la estructura con anclaje mediante malla de elementos finitos

Fuente: Elaboración propia

Selección de fases

Se ingresa las diferentes etapas para poder calcular el perfil del talud. Lo cual en esta fase se inserta phi de reducción como también se selecciona el comando anclaje que es el refuerzo que se le da al talud donde en este caso es el anclaje, donde permite observar el comportamiento del talud junto al refuerzo para así poder generar el factor de seguridad como también la superficie de falla que puede presentar.

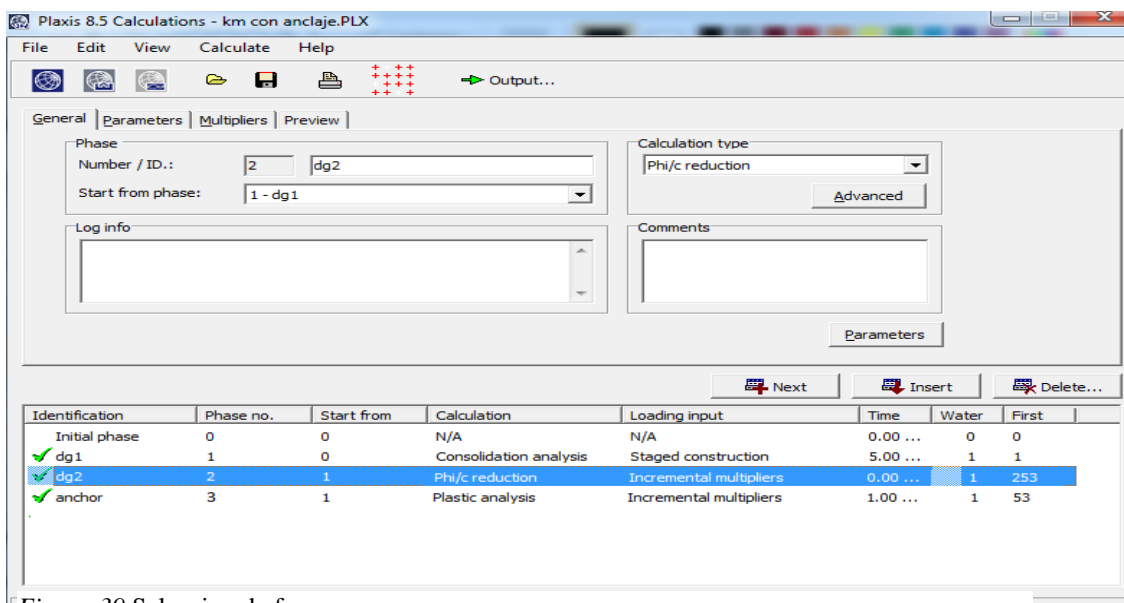


Figura 39. Selección de fases

Fuente: Elaboración propia

Cálculo

En lo anterior se elige el comando calcúlate, donde finalizado el cálculo se obtiene el desplazamiento y el factor de seguridad del talud. Donde en las siguientes imágenes se pueden apreciar. La opción Output permite observar las gráficas del talud de cada modelación.

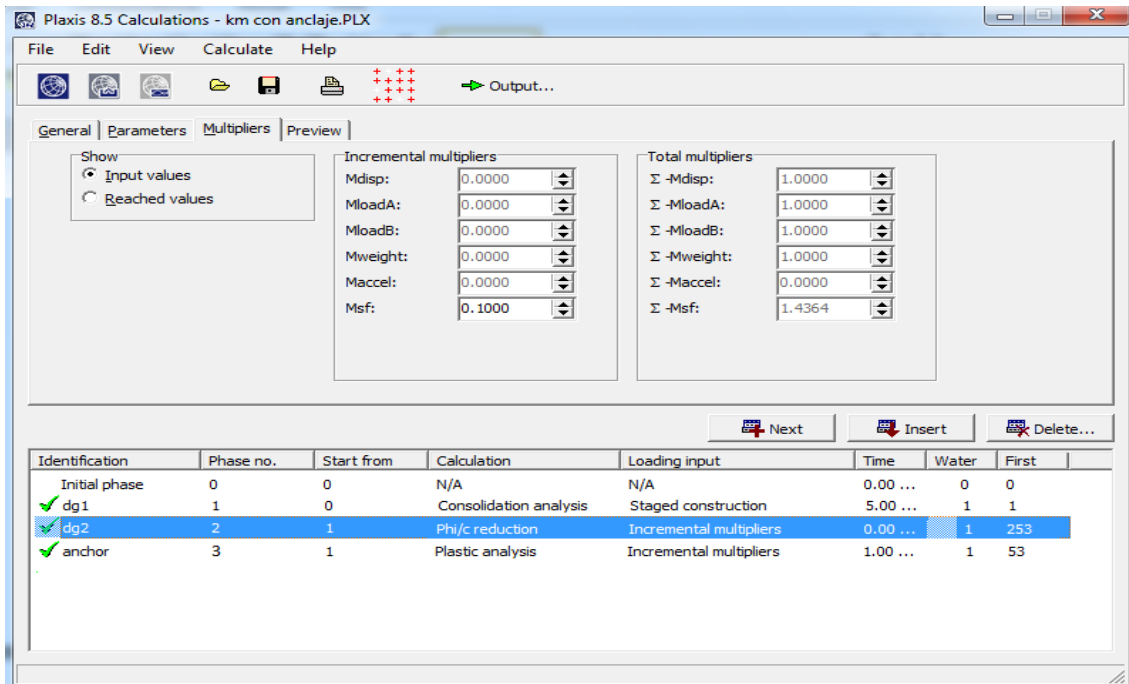


Figura 40. Cálculos efectuados con anclajes

Fuente: Elaboración propia

Se efectuó el cálculo de desplazamiento con el reforzamiento seleccionado en este caso anclaje, para poder obtener la siguiente figura se selecciona el comando total displacements. Donde se tuvo un desplazamiento de $480.76 \times 10^{-3} \text{m}$

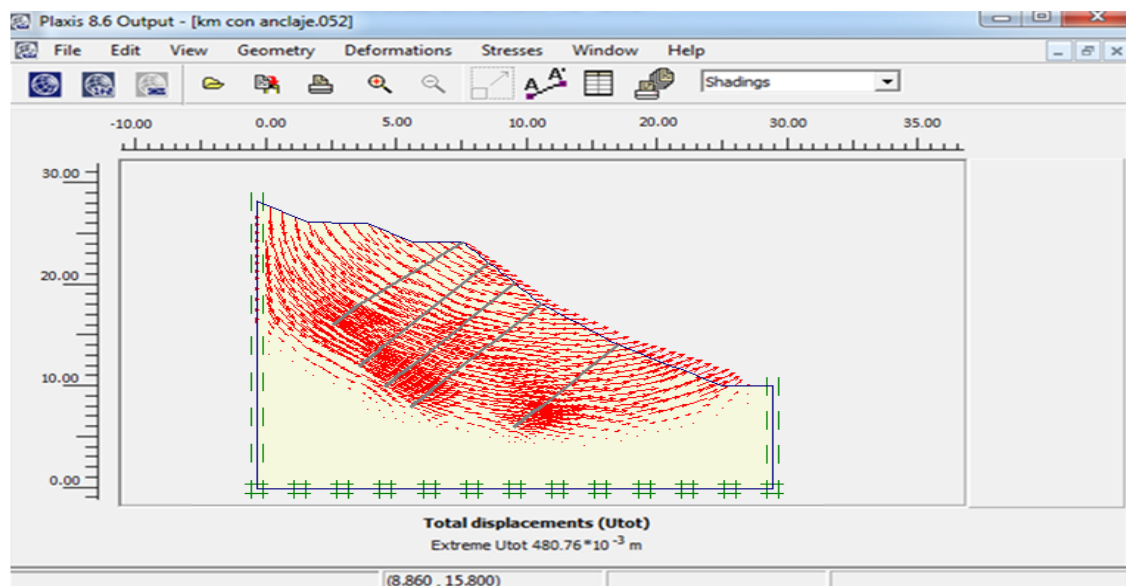


Figura 41. Desplazamiento con anclajes

Fuente: Elaboración propia

Luego para poder obtener más detallado el desplazamiento se seleccionó el comando stress cartesian effective (total displacements).donde se observa las zonas críticas donde se efectúa el desplazamiento

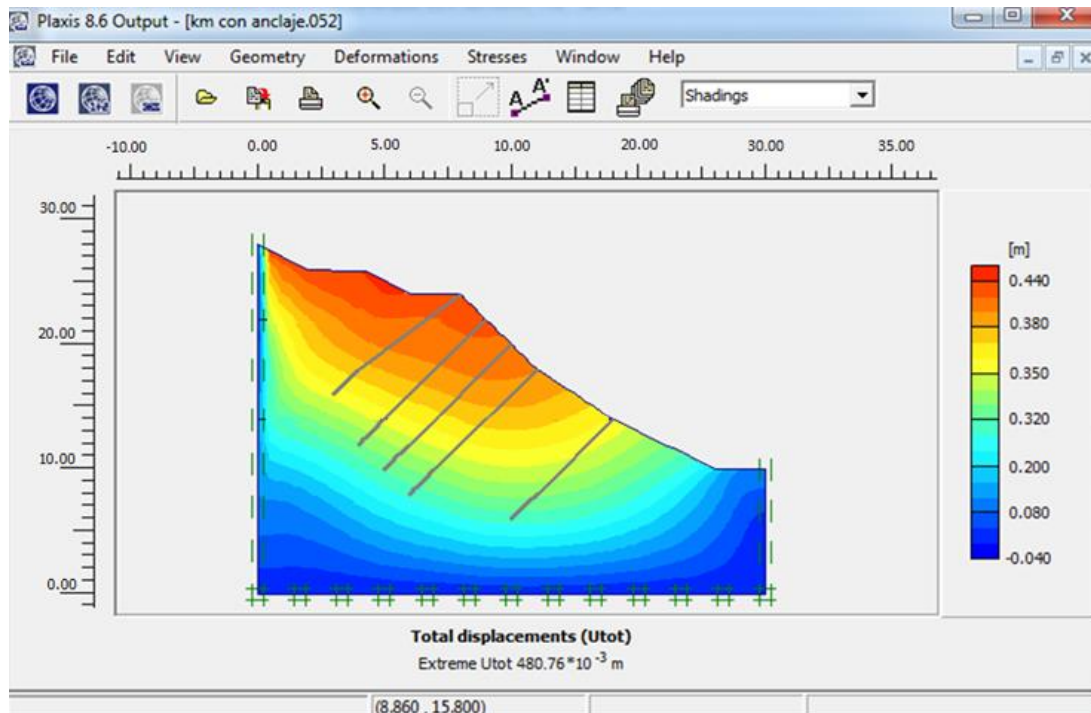


Figura 42. Desplazamiento crítico del talud con anclajes
Fuente: Elaboración propia

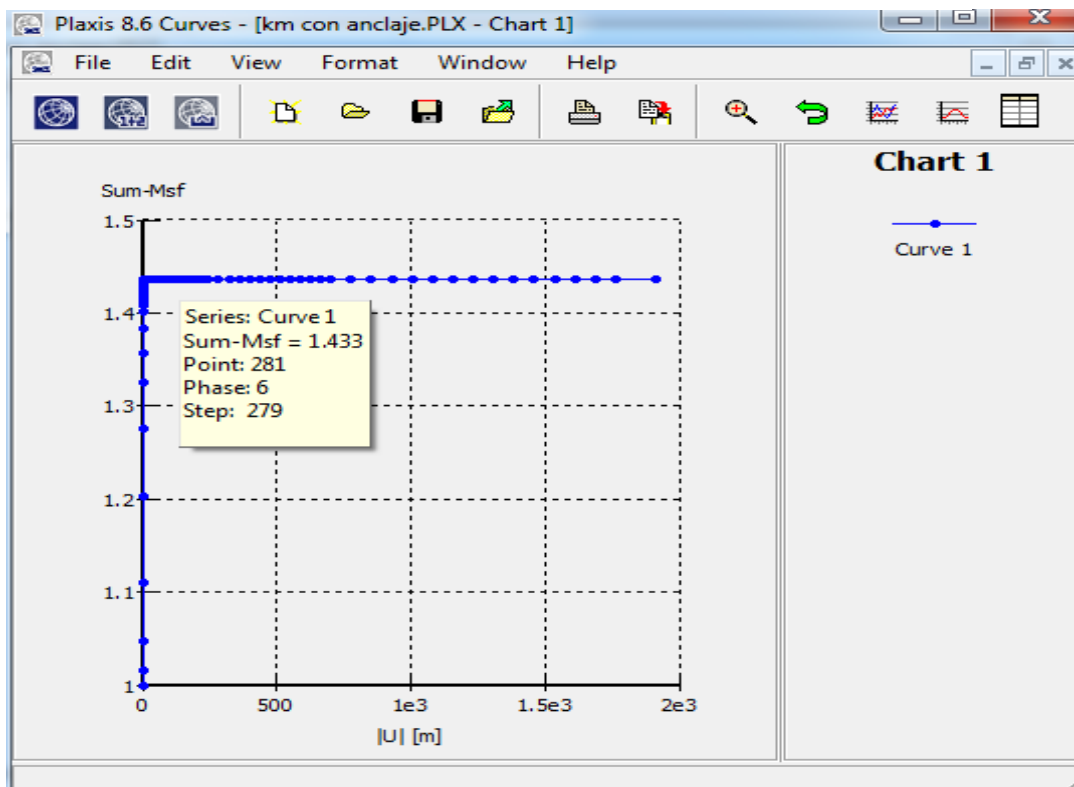


Figura 43. Factor de seguridad
Fuente: Elaboración propia

En la figura 43 se muestra el factor de seguridad analizado por el método de elemento finito donde se efectúa el reforzamiento utilizado, que en este caso es el anclaje, este tipo de reforzamiento trata de que el talud tenga una estabilidad en la zona analizada. Además se puede observar en esta figura que el desplazamiento es de $480.76 * 10^{-3}m$, donde el talud tuvo poco desplazamiento con este tipo de reforzamiento. Eso quiere decir que al implementarse un reforzamiento a un talud crítico son beneficiosos ya que pueden garantizar una estabilidad a la zona analizada.

✓ **Método por equilibrio límite**

En la siguiente figura 46, se muestra el resultado del talud con el reforzamiento de anclaje, donde fue hallado por el programa SLIDE que pertenece al método de equilibrio límite. Donde podemos observar que nuestro talud fue analizado por todos los métodos de equilibrio límite, también se puede observar la entrada y salida de la superficie de falla, este tipo de falla representa a una falla de pie de talud

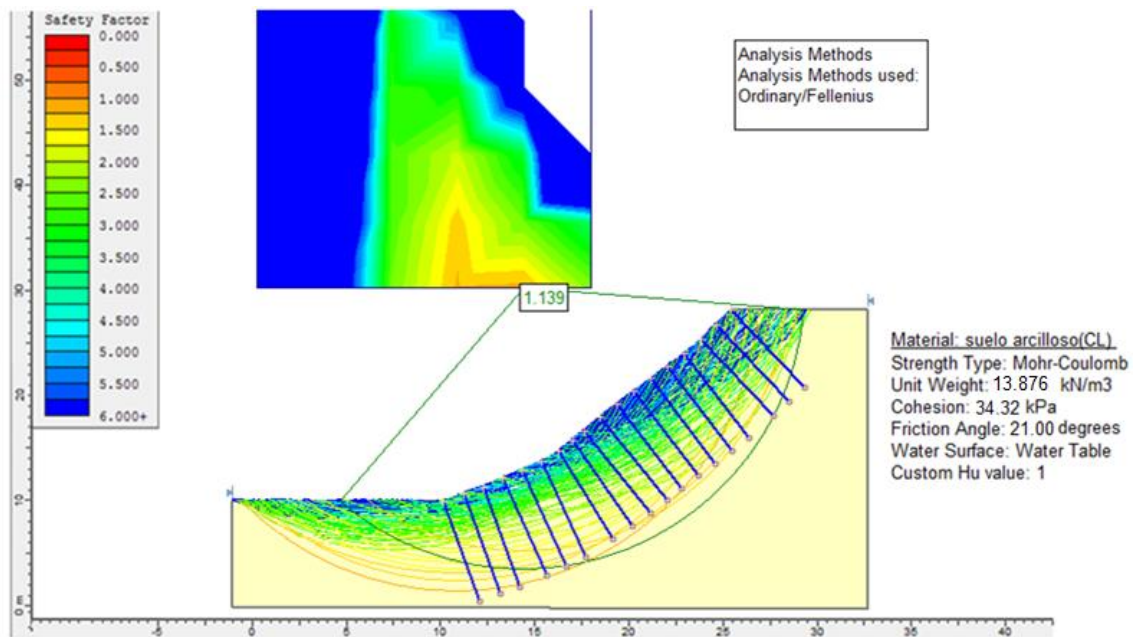


Figura 44. Talud reforzado con anclaje por el método fellenius

Fuente: Elaboración propia

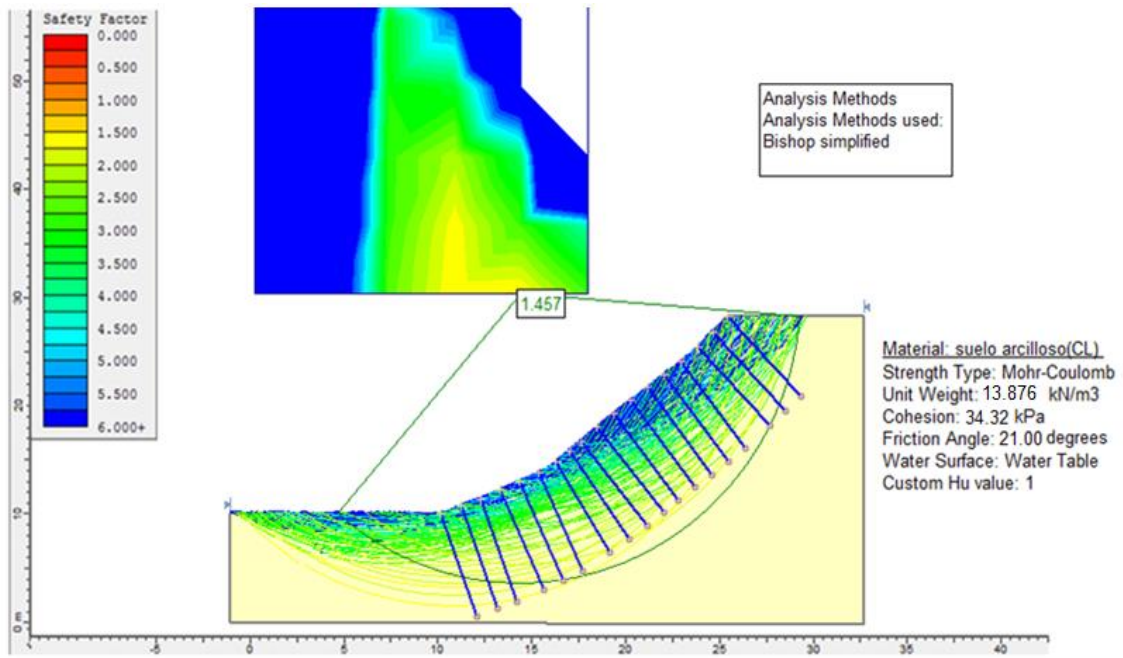


Figura 46. Talud reforzado con anclaje por el método Bishop

Fuente: Elaboración propia

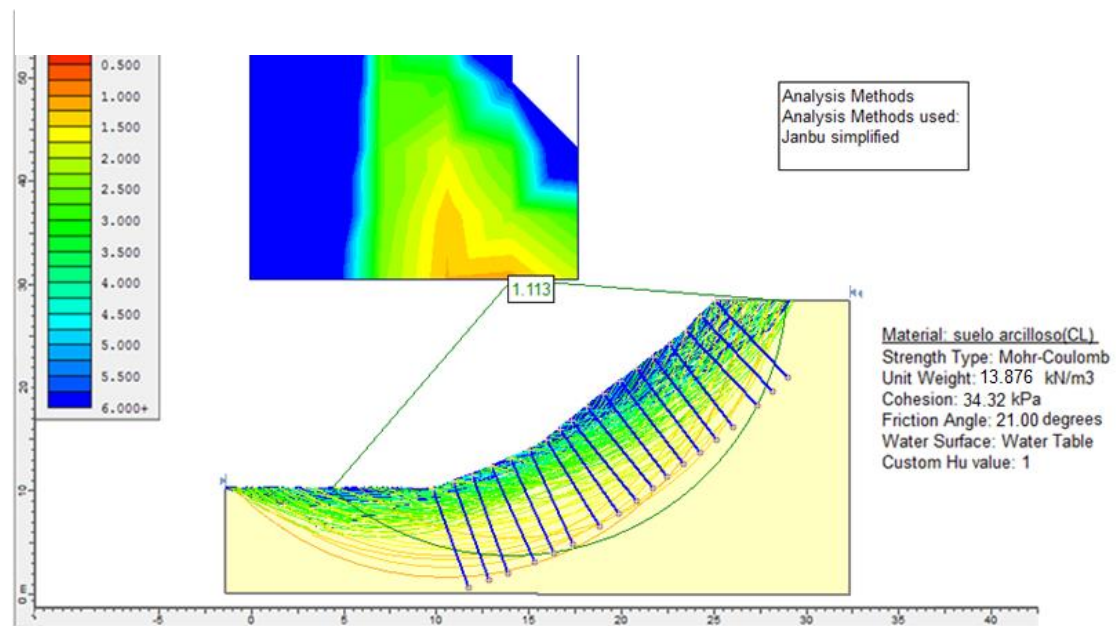


Figura 45. Talud reforzado con anclaje por el método de Janbu

Fuente: Elaboración propia

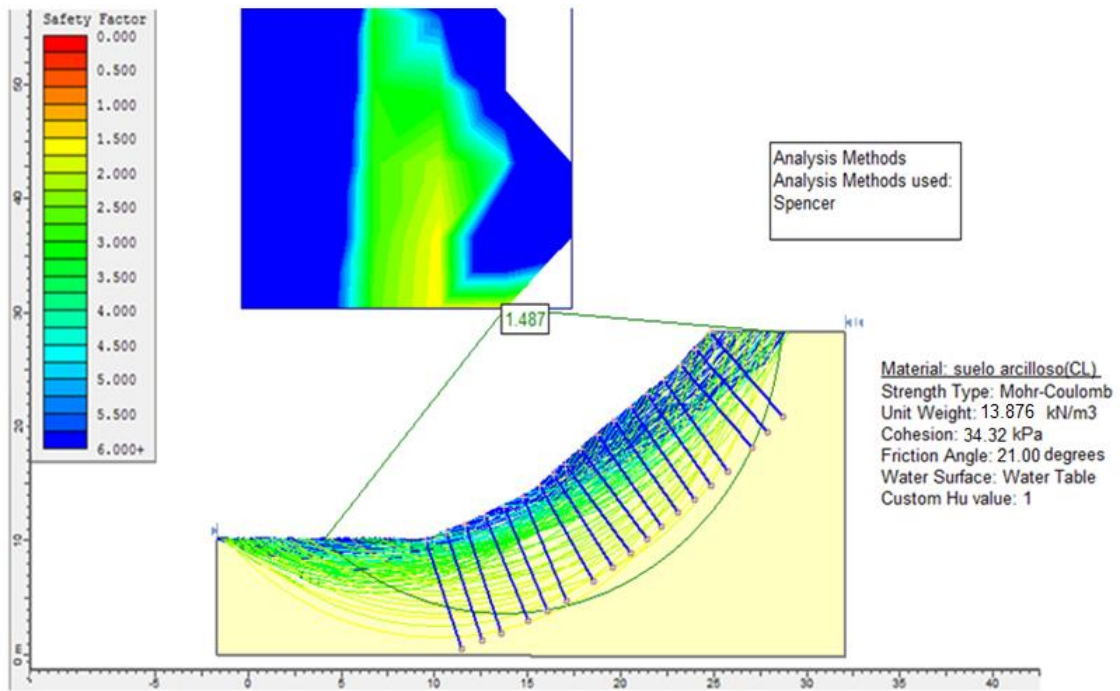


Figura 47. Talud reforzado con anclaje por método de spencer

Fuente: Elaboración propia

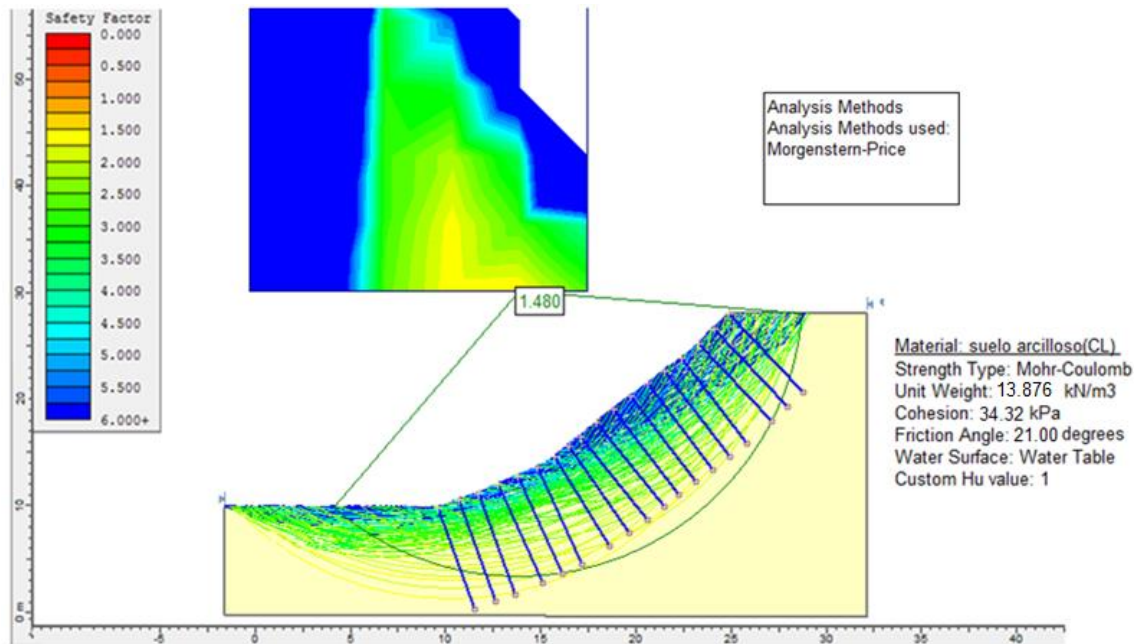


Figura 48. Talud reforzado con anclaje por Morgenster- Price

Fuente: Elaboración propia

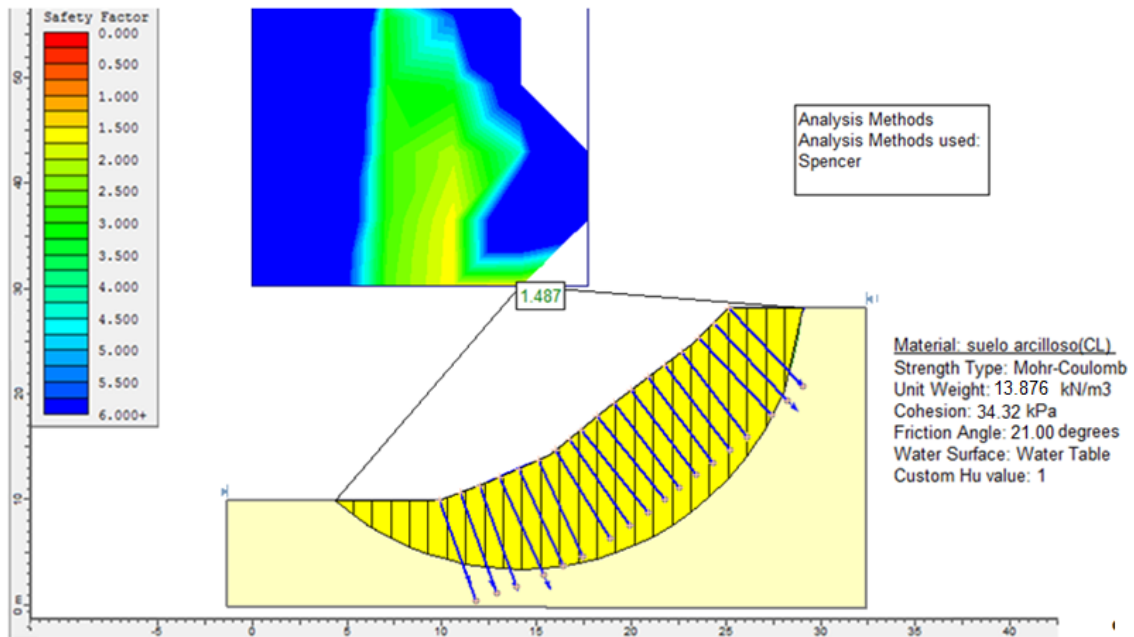


Figura 49. La falla en una sección del talud arrojado por el programa slide

Fuente: Elaboración propia

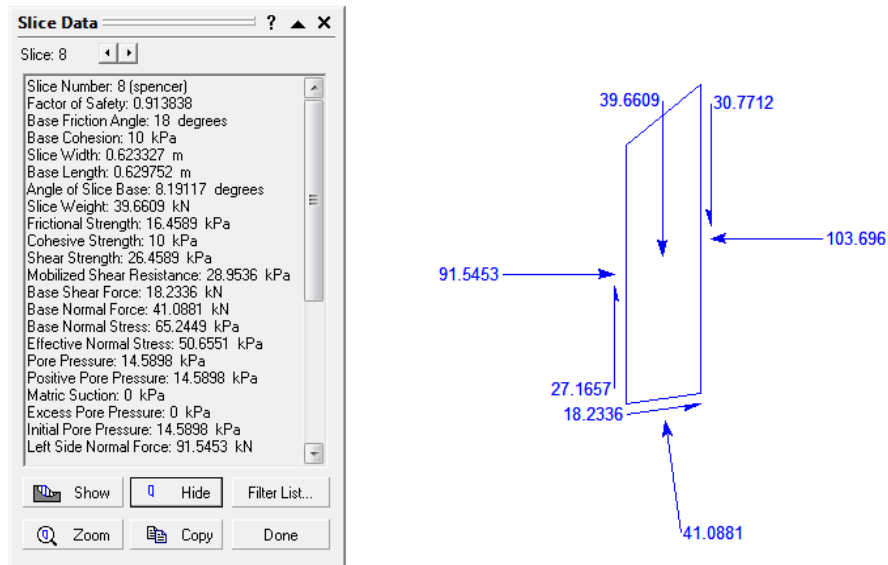


Figura 50. Resultado de las fuerzas que actúan en una rebanada

Fuente: Elaboración propia

En la figura 50 se aprecia los resultados de las fuerzas que actúan en una rebanada, donde se observa las fuerzas que actúan horizontal como verticalmente en el talud. Es de importancia de que cada dovela genera sus propios cuadros de resultados

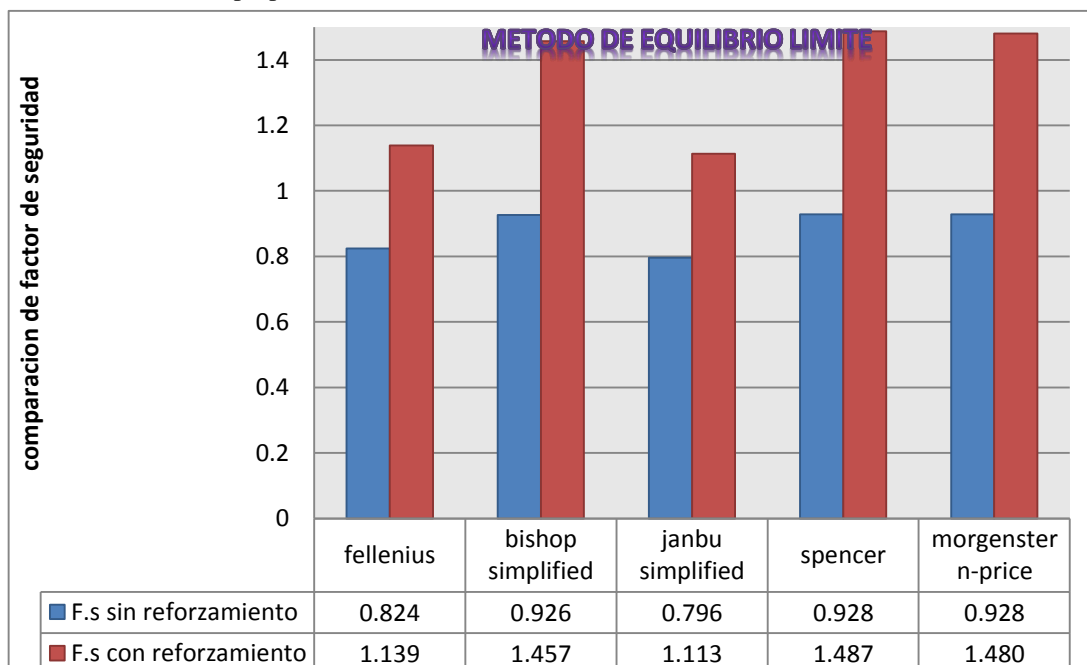
Tabla 8
Factor de seguridad hallado por distintos métodos de equilibrio limite

Métodos de equilibrio limite	factor de seguridad
Fellenius	1.1393
Bishop simplified	1.457
Janbu simplified	1.113
Spencer	1.487
Morgenstern-price	1.480

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la tabla 9 donde se hace las comparaciones de metodo de equilibrio limite sin y con reforzamiento en donde el talud en la progresiva es critica por el bajo nivel de factor de seguridad lo que genera una inestabilidad en la zona, sin embargo con el metdo de reforzamiento los metodos de equilibrio limite tienden a ser mayores a 1 lo que genera una estabilidad en el talud.

Tabla 9
Factor de seguridad por Método de equilibrio limite
Fuente: Elaboración propia

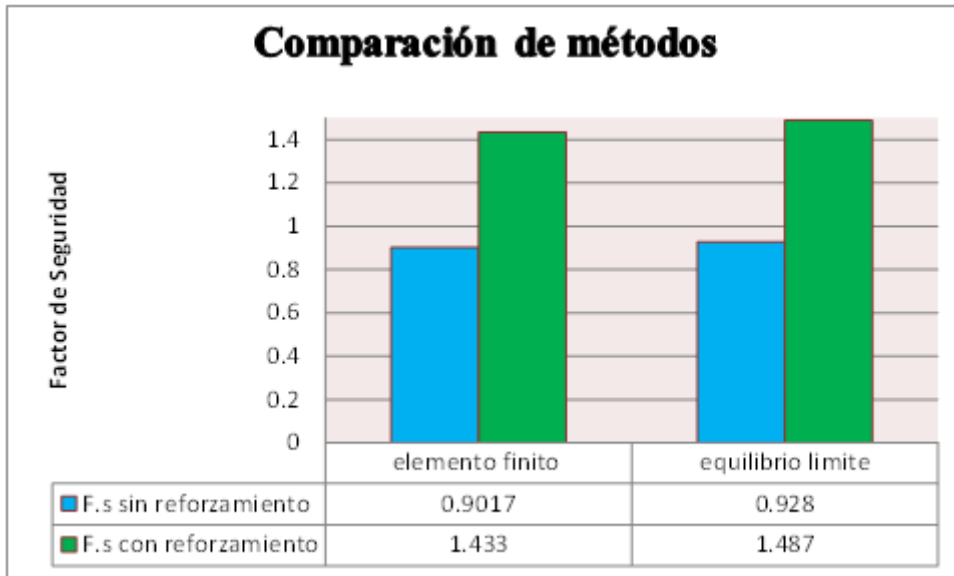


En la tabla 10 se muestra la comparación de los dos métodos (método de elemento finito y equilibrio limite) en donde concluyen que entre los dos métodos el factor de seguridad en la progresiva es muy inestable, no obstante cuando se

implementa el sistema de anclaje el factor de seguridad en los dos métodos tienden a ser mayores a 1 por lo que según braja (2001) afirma que “el factor de seguridad es estable si estos son mayores a 1” (p.330).

Tabla 10

Resultados comparativos de los métodos



Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN

- A partir de los resultados encontrados, aceptamos la hipótesis general que establece que los muros anclados influyen significativamente en la estabilidad de talud en la carretera las Pirias-Cajamarca ya que se calculó por medio del elemento finito y equilibrio limite en donde se efectuó mediante un análisis general en donde el sistema de refuerzo de los muros anclados genera una estabilidad en la progresiva.
- Estos resultados guardan relación con prasad (2006) en su tesis Evaluaciones de estabilidad de pendientes por el equilibrio Limite y métodos de elementos finitos, ya que los resultados producto del estudio realizado por los dos tipos de métodos cumplen con el estándar del factor de seguridad para poder evaluar la estabilidad de la pendiente estudiada, aunque los análisis efectuados mostraron estabilidad en el talud, no se implementó un refuerzo hacia el talud por lo que era estable.
- Asimismo guardan relación con Rahman (2012) en su tesis Análisis de estabilidad de taludes y seguridad vial evaluación, los resultados obtenidos determinaron la inestabilidad del talud por medio de los dos tipos de métodos (MEL Y MEF), cuya propuesta fue la implementación de un refuerzo, tuvo como resultado el mejoramiento del factor de seguridad como también dando una mejora a la estabilidad del talud.
- Sin embargo, Villanueva (2009) en su tesis estudio de excavaciones en la costa verde, quienes encontraron la estabilidad del talud por medio de un solo tipo de análisis en este caso fue el MEL, por ello el análisis se efectuó por medio de todos los tipos que abarca el método de equilibrio limite, en donde se hizo una comparación de factor de seguridad. Finalmente , el análisis fue similar a la presente investigación pero utilizaron criterios como utilizar solo un tipo de método que en este caso fue el MEL, que de acuerdo a los resultados obtenidos este talud era inestable utilizaron implementación de muro de gaviones para lograr estabilidad en la zona evaluada

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

- El análisis de estabilidad de talud en la carretera la Pirias-Cajamarca se efectuó analizado por el programa slide que pertenece al método de equilibrio limite, este influye en el cálculo de estabilidad de talud, ya que se obtiene el factor de seguridad 0.91, lo que significa que el talud es inestable, por la coincidencia de resultados entre todos los métodos de equilibrio limite. sin embargo cuando se implementa un refuerzo que este caso es el anclaje el Fs. es de 1.30 lo que origina una estabilidad en la zona de estudio.
- El análisis de estabilidad de talud en la carretera la pirias-cajamarca se efectuó mediante el programa plaxis 8.2 que pertenece al método de elemento finito, este influye en el cálculo de estabilidad de talud, ya que se obtiene el factor de seguridad 0.90, con un deslizamiento de $15.46 * 10^3$, por lo que la zona estudiada es inestable, al igual que el anterior tipo de método, se implementó el refuerzo de anclaje lo que generó que el Fs. sea de 1.43 con un desplazamiento de $480 * 10^{-3}m$ lo que significa que esta zona de estudio está estable.
- El análisis de estabilidad del talud en la carretera la pirias-cajamarca, se evaluó mediante el método de elemento finito como también el método de equilibrio limite, en donde los dos coincidían que esta progresiva su talud era inestable. Sin embargo cuando se implementa un sistema de refuerzo que en este caso es el anclaje este influye en la estabilidad de talud, ya que los dos métodos dan como resultado final la estabilidad que genera este sistema de refuerzo.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

- En la zona que se encuentra en estado crítico y en riesgo se recomienda utilizar medidas urgentes de implementación de refuerzo hacia el suelo para mantener estable el talud
- Si se desarrolla el modelo por el método de equilibrio limite y elemento finito se recomienda hacer más estudios a la progresiva pues los parámetros topográficos y geométricos varia y con ellos el factor de seguridad.
- Al implementarse un sistema de refuerzo al talud evaluado este presenta factores de seguridad por encima de 1 y no presentan falla por estabilidad, sin embargo las fallas se pueden presentar por erosión, por lo que se recomienda profundizar el conocimiento de talud para desarrollar más propuestas de solución y prevención en taludes inestables de acuerdo al análisis estudiado.
- A futuros investigadores a utilizar estos dos tipos de software como análisis de estabilidad, mas no como diseño de muros. Por este software solo dan a una aproximación real del terreno más no el diseño de los muros por lo que se recomienda usar otros tipos de programas de diseño de muros.

VII. REFERENCIAS

- Aguilar G.O.; Zúñiga R.C. (2015). *Análisis comparativo de estabilidad de taludes mediante los métodos de equilibrio límite aplicado a taludes o laderas adenañas al cerro de la popa, casco urbano de Cartagena*. (Tesis de postgrado). Facultad de Ingeniería, Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.
- Alva J. (2014). *Muros y taludes reforzados con geosintéticos*. 2014.83 p. (Tesis de Postgrado). Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Angamarca A.F. (2010). *Modelación numérica de estabilidad de taludes controlados por la presencia de niveles de despegue de alta plasticidad y permeabilidad*. (Tesis de Ingeniero Civil). Facultad de Ingeniería. Universidad Técnica De Loja. Loja, Ecuador.
- Braja M. Das. (2001). *Principios de la ingeniería de cimentaciones*. 4. ed. México: International Thomson Editores, 862 p. ISBN: 9706860355.
- Bosch R. (2004). *Aportaciones al estudio de las máquinas eléctricas de flujo axial mediante la aplicación del método de los elementos finitos*. (Tesis de Ingeniero Civil). Facultad de Ingeniería, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España.
- Carrión G.R. (2017). *Comparación de equilibrio límite y elementos finitos aplicados a la estabilidad de taludes*. (Tesis de magister). Facultad de Ingeniería, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. 77 p.
- De Matteis, A.F. (2003). *Estabilidad de Taludes*. (Tesis de Ingeniero Civil). Facultad de C.S Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional del Rosario, Bogotá, Colombia.
- Diaz.D.A.; López A.F. (2008). *Plaxis como herramienta de modelación para solución de algunos problemas geotécnicos reales en la ciudad de Puntas Arenas*. (Tesis de Ingeniero Civil). Facultad de Ingeniería. Universidad De Magallanes, Chile.
- Granados, A.R. (2006). *Estabilización del talud de la costa verde en la zona del distrito de barranco*. (Tesis de Ingeniero civil) Facultad de ciencias e ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, lima, Perú.
- Hernández, R. (2010). *Metodología de Estudios*. 5ta Ed. México. D.F. 736p. ISBN: 978- 607-15-0291-9
- Hong M. (2012). *Non-Deterministic Analysis of Slope Stability based on Numerical Simulation*. (Tesis doctoral). Facultad de Geotecnia, University Bergakademie Freiberg, Alemania.

- Matilda L.; GUSTAFSSON J. (2014). *Applicability of optimised slip surfaces*. (Tesis de Maestría).Facultad Ingeniería y Ambiente, Chalmers University of technology, Gothenburg.
- Mayor E.(2016). *Muro de contención para el aprovechamiento y estabilización de talud en las canchas de la universidad nueva Esparta sede los naranjos*, (Tesis de Ingeniero Civil). Facultad de Ingeniería, Universidad Nueva Esparta, Venezuela.
- Mantilla H.L.2014. *Estudio experimental de cimentaciones sobre taludes reforzados con geomallas*. (Tesis de Ingeniero Civil). Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Ingeniería.
- Merchan B.J.; Sánchez D.R. (2013). *Evaluación de la estabilidad de los taludes en un sector de la cantera de materiales pétreos “las victorias”*. (Tesis de Ingeniero Civil). Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Morales, D.B. (2009). *Procedimientos de investigación y comparación de los métodos de bishop modificado, janbú y fellenius para el cálculo de estabilidad de taludes*. (Tesis de ingeniero civil). Facultad de ingeniería, Universidad de san Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Morales C.U. (2000). *Análisis y Diseño de Taludes Mediante Métodos Computacionales*. (Tesis de postgrado).Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- Ortiz P.; Armando O. Ruiz C. (2013). *Modelado de procesos de manufactura*. 1. ed. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 267 p. ISBN: 9786070246920:
- Orellana P.H. (2013).*Modelación y diseño de soluciones para la estabilidad de talud en los predios de la Universidad Técnica Particular de Loja*. (Tesis de ingeniero Civil).Facultad de Ingeniería. Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador.
- Prasad K.A.(2006) *Slope Stability Evaluations by Limit Equilibrium and Finite Element Methods*.(Tesis doctoral).Facultad de Ingeniería y Tecnología, Norwegian University of Science and Technology, Noruega.
- Perez J.M. (2004). *Análisis y optimización con interacción de Dummy, de la carrocería del automóvil “Tubolare SAND CAR” de Tecnoidea SA de CV, en impacto frontal empleando el método de elementos finitos en ALGOR FEA, mediante la simulación de eventos mecánicos*. (Tesis para Licenciatura), Facultad de ingeniería. Universidad de las Américas Puebla. México.

- Presentación De Los Programas FLAC y Plaxis*. [En línea].16p. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6152/03.pdf>
- Rahman Z. (2012). *Slope stability analysis and road safety evaluation*. (Tesis de maestría), Facultad de Ingeniería y Recursos Naturales, Luleå University of Technology, Suecia.
- Rendon J. (2005). *Taludes Reforzados Con Geosintéticos Utilizados En Carretera*. (Tesis de Ingeniero Civil), Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Rengifo J. (2015). *Muros anclados en arenas, análisis y comparación de técnicas de anclajes*. (Tesis de Ingeniero Civil), Facultad de Ingeniería, Universidad Católica del Perú, Perú.
- Rivera, Y.G., (2009) *Estado del arte de la Ingeniería Geotécnica en estabilidad de Taludes*, 183 p. (Tesis de Ingeniero Civil), Facultad de Ingeniería, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.
- Rosero, E.C. (2015). *Análisis y diseño de muros anclados de hormigón armado y su aplicación en la estabilización de excavaciones profundas de subsuelos*. (Tesis de Ingeniero Civil), Facultad de Ingeniería Y Mecánica Carrera, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Smith, D.M. (2012). *Stability analysis and hazard assessment of the northern slopes of san Vicente volcano in central El Salvador*. (Tesis de Ingeniero Civil), Facultad Ingeniería Geológica, Michigan Technological University, EE.UU.
- Soto, E. (2009). *La aplicación de geosintéticos a Terraplenes*. (Tesis de Ingeniero Civil), Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Suárez, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Universidad Industrial de Santander.
- Suarez, L. (2016). *Análisis de estabilidad de taludes* 1. ed. Español: independiente, por el autor, 167p.
- Toro, J. (2014). *Evaluación de la inestabilidad de taludes en la carretera Las Pirias-Cruce Lambayeque, San Ignacio*. (Tesis de ingeniero civil), Facultad de Ingeniería, Universidad nacional de Cajamarca, Perú
- ZULOAGA, D (2016). *Análisis de estabilidad de taludes 3d considerando el efecto de la infiltración por precipitaciones*. (Tesis de maestría) Facultad de ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México MÉXICO, DF.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia: Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
General	General	General			
¿De qué manera influye los muros anclados para la estabilidad de talud en la carretera las Pirias-Cajamarca, 2018?	Determinar la influencia de los muros anclados para la estabilidad de talud en las carreteras las Pirias-Cajamarca, 2018.	Los muros anclados influye significativamente para la estabilidad de talud en las carreteras las Pirias-cajamarca,2018	Estabilidad de talud	<p>Estabilidad de talud Se entiende por talud a superficies inclinadas respecto a la horizontal que adopten permanentemente las estructuras de la tierra</p> <p>Métodos de refuerzo son métodos de reforzamiento hacia el suelo para mantener una estabilidad hacia el talud sin sufrir mucho desplazamiento.</p>	<p>-Factor de seguridad</p> <p>-Superficie de falla</p> <p>-muros anclados</p> <p>-geomallas</p> <p>-muro de contención</p> <p>-muro de gaviones</p>
Específicos	Específicos	Específicos			Indicadores
¿De qué manera el método de equilibrio limite influyen en el cálculo de estabilidad de talud en la carretera las Pirias-Cajamarca, 2018?	Determinar la influencia del método de equilibrio limite en el cálculo de estabilidad de talud en la carretera las Pirias-Cajamarca, 2018.	Los métodos de equilibrio limite influye significativamente en el cálculo de estabilidad de talud en la carretera las Pirias-Cajamarca, 2018.	Diseño de muros anclados	<p>Métodos de equilibrio limite son métodos que nos permite saber la resistencia de los suelos sobre los esfuerzos cortantes ya que estos esfuerzos ocasionan fallas y desplazamiento</p>	<p>-Método de fellenius</p> <p>-Método de janbu</p> <p>-Método de spencer</p> <p>-Método de bishop simplified</p> <p>-Método de morgenstern Y price</p>
¿De qué manera el elemento finito influyen en el cálculo de estabilidad de talud en la carretera las Pirias-Cajamarca, 2018?	Determinar la influencia del método de elemento finito en el cálculo de estabilidad de talud en la carretera las Pirias-Cajamarca, 2018.	Los métodos de elementos finitos influye significativamente en el cálculo de estabilidad de talud en la carretera las Pirias-Cajamarca, 2018. .		<p>Método de Elemento Finito: es un método de resolución de problemas de ingeniería, usualmente es aplicado por su grado de complejidad para la resolución de los problemas así mismo permite una aproximación al comportamiento real del terreno y de la estructura.</p>	<p>-Factor de seguridad</p> <p>-Deslizamiento</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Autorizaciones de los instrumentos



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-208-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Atención : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206
Magdalena del Mar - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : AND Clase : III

Número de serie : P1837705 Tipo : Electrónica

Código UNFV : 076536 Modelo : EK-6100i

Capacidad máxima : 6000 g Procedencia : Japón

División de escala (d) : 0,1 g

División de verificación (e) : 1,0 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 23,6 °C / 85%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23,6 °C / 85%

Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI , 01 jgo. de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 g a 500g con certificado de calib. N° LM-C-507-2014, 01 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calib. N° LM-C-497-2014, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calib. N° LM-1007-2014, LM-1006-2014, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calib. N° LM-1011-2014

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2015-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-12-28	 Vladimir Tello Ferris TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RODRIGUEZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCB-208-2015

Página 1 de 3

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-210-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Atención : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206
Magdalena del Mar - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : ADAM Clase : III

Número de serie : AE607147 Tipo : Digital

Código ÚNFV : 091139 Procedencia : China

Capacidad máxima : 16000 g Modelo : CBK35A

División de escala (d) : 0.5 g

División de verificación (e) : 5.0 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 23,9°C / 86%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23,9°C / 86%

Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI , 01 jgo. de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 g a 500g con certificado de calib. N° LM-C-507-2014, 01 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calib. N° LM-C-497-2014, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calib. N° LM-1007-2014, LM-1008-2014, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calib. N° LM-1011-2014 y 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 10 Kg con certificados de calibración N° LM-1010-2014 y LM-1009-2014.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2015-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-12-28	 Vladimir Teles Torre Técnico de Laboratorio	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ ZAPALA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCB-210-2015

Página 1 de 3

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-214-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Atención : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206
Magdalena del Mar - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS Clase : III

Número de serie : 8032521027 Tipo : Electrónica

Capacidad máxima : 150 kg Procedencia : China

División de escala (d) : 0,01 kg Modelo : T21P

División de verificación (e) : 0,1 kg Código UNFV : 142997

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición Usando pesas de sustitución.

Temp.(°C) y H.R.(%) Inicial : 24,0 °C / 83%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23,9 °C / 86%

Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI, 1 juego de pesas Hiweigh clase OIML F1 de 1 mg a 1 kg con certificado de calibración N° LM-C-378-2014, 2 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificado de calibración N° LM-896-2014, 1 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° LM-894-2014 y 2 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 10 Kg con certificados de calibración N° LM-895-2014 y LM-888-2014.
Pesas Patrones con certificado de calibración LM-C-497-2014, LM-1007-2014, LM-1008-2014, LM-1011-2014, LM-1010-2014 y LM-1009-2014.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2015-12-29

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-12-30	 Vladimir Iñigo Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 44286

CCB-214-2015

Página 1 de 3

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CAC-092-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Atención : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206
 Magdalena del Mar - Lima
 Tipo de equipo : Anillo de carga equipo de Corte Directo
 Capacidad del equipo : 1,000 lbf (4.5 kN ó 450 Kgf)
 División de escala : 0,002 mm.
 Marca : ELE - INTERNATIONAL
 Código UNFV : 045048
 Modelo de dial indicador : No presenta
 N° de serie dial indicador : No presenta
 N° de serie del anillo : No presenta, se identificará con el código UNFV 045048
 Procedencia : USA
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 23,3°C / 86%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23,4°C / 85%
 Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
 Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards &
 Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8295, clase A,
 calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración
 reporte N° C-8295F1314
 Número de páginas : 2
 Fecha de calibración : 2015-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-12-28	 Vladimir Tito Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	  JORGE FRANCISCO PÉREZ ZAPATA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP. N° 34286

CAC-092-2015

Página 1 de 2

Resultados de Medición

Dirección de Carga: Compresión

Indicación de def. del anillo de carga (0,002 mm)	Indicación de fuerza de la celda patrón			Promedio de fuerza (N)	Fuerza obtenida con los factores (N)	Error (%)	Incertidumbre K=2 U (%)
	1º ascenso (N)	2º ascenso (N)	3º ascenso (N)				
100	296	299	299	298	311	-4,4	0,4
200	596	598	591	595	605	-1,7	0,2
300	898	897	895	897	899	-0,3	0,1
400	1194	1194	1191	1193	1193	0,0	0,1
500	1491	1494	1493	1492	1488	0,3	0,1
600	1789	1790	1790	1790	1782	0,5	0,1
700	2086	2087	2083	2085	2076	0,4	0,1
800	2381	2382	2381	2381	2370	0,5	0,1
900	2673	2669	2672	2671	2664	0,3	0,1
1000	2965	2967	2964	2965	2958	0,2	0,1
1100	3254	3254	3254	3254	3253	0,0	0,1
1200	3550	3549	3549	3549	3547	0,1	0,1
1300	3837	3838	3837	3838	3841	-0,1	0,1
1400	4128	4129	4130	4129	4135	-0,2	0,1
1500	4414	4414	4417	4415	4429	-0,3	0,1

Coefficientes de regresión y correlación obtenidos en diferentes unidades de fuerza

Unidad de fuerza	Newtons (N)	Kilogramos (kgf)	Libras (lbf)
Coef. regresión A	16,602857	1,693491	3,732472
Coef. regresión B	2,94187976	0,30007174	0,66136105
Coef. correlación r	0,999981	0,999981	0,999981

Ecuación para obtención de fuerza en diferentes unidades

$$\text{Fuerza} = (\text{Def. unitaria del anillo de carga} \times \text{Coef. regresión B}) + \text{Coef. regresión A}$$

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

Se adjunta adicionalmente 03 tablas de valores de fuerza, de 03 hojas cada una, las cuales están en Libras Fuerza, Kilogramos Fuerza y Newtons; obtenidas a partir de la ecuación para obtención de fuerza.



CAC-092-2015

Página 2 de 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Ing *Javier Cabrera Hernandez*

Presente: Paul Alexander Silva Quesquen

Asunto: VALIDACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y asimismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, en la sede de San Juan de Lurigancho, promoción 2018, requiero validar mis resultados obtenidos por un expertos en dicha materia, en donde es necesaria para poder desarrollar la investigación para optar el título profesional de INGENIERO CIVIL.

El título del proyecto de investigación es: *"el análisis comparativo del riesgo en taludes por el método de elementos finitos y equilibrio limite en las carreteras pías-cajamarca, 2018"* y siendo imprescindible contar con la aprobación de un ingeniero especializado para poder aplicar los instrumentos de programación, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma

NOMBRE: *Paul Silva Quesquen*

D.N.I: 73930362

Firma del Experto Informante.

Especialidad:

Anexo 3: Instrumento de recolección de datos



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

HUMEDAD NATURAL

INFORME : 001 - LMS 2018
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL RIESGO EN TALUDES POR EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS Y EQUILIBRIO LIMITE EN LA CARRETERAS LAS PIRIAS - CAJAMARCA, 2018
UBICACIÓN : KM 15 + 280 - CARRETERA LAS PIRIAS - CAJAMARCA
SOLICITA : PAUL ALEXANDER SILVA QUESQUEN
MATERIAL : ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD
FECHA : 28 DE MAYO DEL 2018

CÁLICATA: C - 1 MUESTRA: M - 1 PROFUNDIDAD (m): 0,20 - 2,00

HUMEDAD NATURAL (%) : 8,36

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 566

NOTA: La muestra fue traída por el interesado a este laboratorio.

OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO


FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Mecánica de Suelos
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

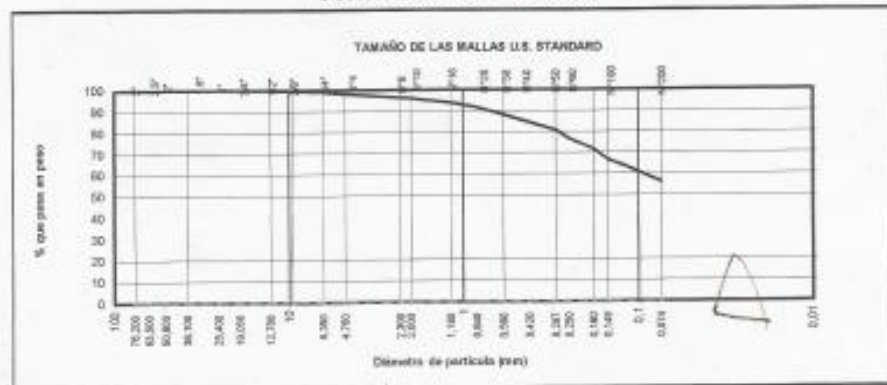
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

INFORME : 002 - LMS 2018
 PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RIESGO EN TALUDES POR EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS Y EQUILIBRIO LIMITE EN LA CARRETERAS LAS PIRIAS - CAJAMARCA, 2018
 UBICACIÓN : KM 15 + 280 - CARRETERA LAS PIRIAS - CAJAMARCA
 SOLICITANTE : PAUL ALEXANDER SILVA QUESQUEN
 FECHA : 28 DE MAYO DEL 2018

Calicata: C-1		Muestra: M-1		Prof.: 0,20 - 2,00 m		Progresiva: Km 15 + 280	
Dímetros (mm)	TAMICES ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Descripción de la Muestra	
75,2	3"	0,0	0,0	0,0	100,0	CLASIFICACION DE SUELOS: ASHTO = A-4 (3) SUCS = CL	
63,5	2 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0	COEFICIENTES: Cc = 1,18 Cu = 7,64	
50,8	2"	0,0	0,0	0,0	100,0	LIMITE ATTERBERG: LL = 31,77 LP = 21,82	
38,1	1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0	IP = 10,25 % H.N. = 8,36	
25,4	1"	0,0	0,0	0,0	100,0	Observaciones: - Arcilla inorganica de baja plasticidad con arena - El material fue muestreado por el solicitante.	
19	3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0		
12,7	1/2"	0,5	0,1	0,1	99,9		
8,525	3/8"	1,2	0,2	0,3	99,7		
6,35	1/4"	3,5	0,6	0,8	99,2		
4,75	Nº 4	5,3	0,9	1,7	98,3		
2,3	Nº 8						
2	Nº 10	13,7	2,2	3,9	96,1		
1,18	Nº 16						
0,84	Nº 20	27,2	4,4	8,3	91,7		
0,59	Nº 30						
0,42	Nº 40	43,8	7,0	15,3	84,7		
0,297	Nº 50						
0,25	Nº 60	50,0	8,0	23,3	76,7		
0,18	Nº 80						
0,149	Nº 100	60,9	9,8	33,1	66,9		
0,074	Nº 200	66,8	10,7	43,8	56,2		
	< Nº 200	350,0	56,2	100,0	0,0		
	Peso Inicial	622,8	100,0				

CURVA GRANULOMETRICA



NOTA.- LAS MUESTRA FUERON TRAJIDAS POR EL SOLICITANTE A ESTE LABORATORIO

OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO

FACULTAD DE INGS. CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Mecánica de Suelos
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

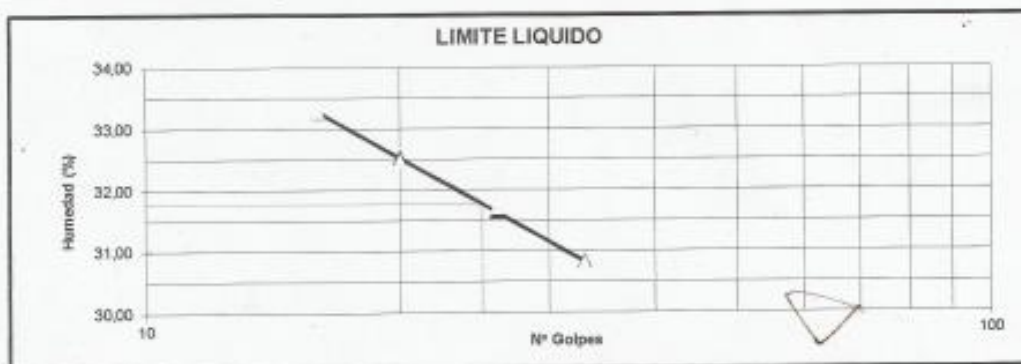


"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM D 4318

INFORME : 003 - LMS 2018
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL RIESGO EN TALUDES POR EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS / EQUILIBRIO LIMITE EN LA CARRETERAS LAS PIRIAS - CAJAMARCA, 2018
 UBICACIÓN : KM 15 + 280 - CARRETERA LAS PIRIAS - CAJAMARCA
 SOLICITANTE : PAUL ALEXANDER SILVA QUESQUEN
 FECHA : 28 DE MAYO DEL 2018

Calicata: C-1		Muestra: M-1				Prof.: 0,20 - 2,00 m.			
	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO				
Nº DE GOLPES	33	28	20	16					
TARRO Nº	5	6	7	8	1	16	17		
Suelo húmedo+tarro	27,35	28,79	25,07	24,57	14,48	14,61	13,67		
Suelo seco+tarro	24,76	25,28	21,88	21,94	14,30	14,45	13,50		
Peso del Agua	2,59	3,51	3,19	2,63	0,18	0,18	0,17		
Peso del Tarro	16,35	14,21	12,06	14,04	13,46	13,70	12,72		
Peso del Suelo Seco	8,41	11,07	9,82	7,90	0,84	0,75	0,78		
Humedad (%)	30,80	31,71	32,48	33,29	21,43	21,33	21,79		
LL.	31,77 %				L.P.	21,52 %		I.P.	10,25 %



OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO

FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Mecánica de Suelos
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo Institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

INFORME : 004 - LMS 2018
SOLICITA : PAUL ALEXANDER SILVA QUESQUEN
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL RIESGO EN TALUDES POR EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS Y EQUILIBRIO LIMITE EN LA CARRETERAS LAS PIRIAS CAJAMARCA, 2018
UBICACIÓN : KM 15 + 280 - CARRETERA LAS PIRIAS - CAJAMARCA
FECHA : 04 DE JUNIO DEL 2018

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1

Profundidad : 0,20 - 2,00 m
Estado : Inalterado

ESPECIMEN 1

Diametro : 36,00 cm
D. Seca: 1,57 gr/cm³
Humedad: 16,64 %

ESPECIMEN 2

Diametro : 36,00 cm
D. Seca: 1,57 gr/cm³
Humedad: 16,64 %

ESPECIMEN 3

Diametro : 36,00 cm
D. Seca: 1,57 gr/cm³
Humedad: 16,64 %

Est. Normal :	0,50	kg/cm ²
Est. Corte:	0,56	kg/cm ²

Est. Normal :	1,00	kg/cm ²
Est. Corte:	0,81	kg/cm ²

Est. Normal :	1,45	kg/cm ²
Est. Corte:	0,96	kg/cm ²

Def. Tangencial (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0,00	0,00
0,08	0,17
0,15	0,20
0,30	0,27
0,46	0,33
0,76	0,37
1,14	0,44
1,52	0,47
1,91	0,48
2,29	0,48
2,67	0,48
3,05	0,49
3,81	0,50
4,57	0,50
5,33	0,51
6,10	0,52
6,86	0,53
7,62	0,54
9,14	0,56

Def. Tangencial (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0,00	0,00
0,08	0,20
0,15	0,27
0,30	0,30
0,46	0,37
0,76	0,44
1,14	0,51
1,52	0,56
1,91	0,56
2,29	0,57
2,67	0,58
3,05	0,59
3,81	0,61
4,57	0,64
5,33	0,66
6,10	0,68
6,86	0,71
7,62	0,74
9,14	0,81

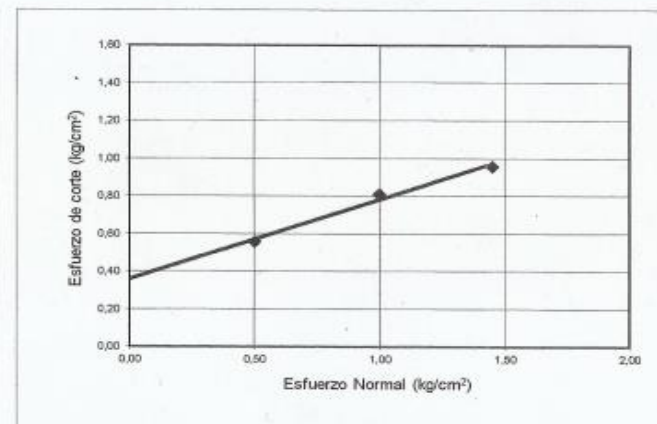
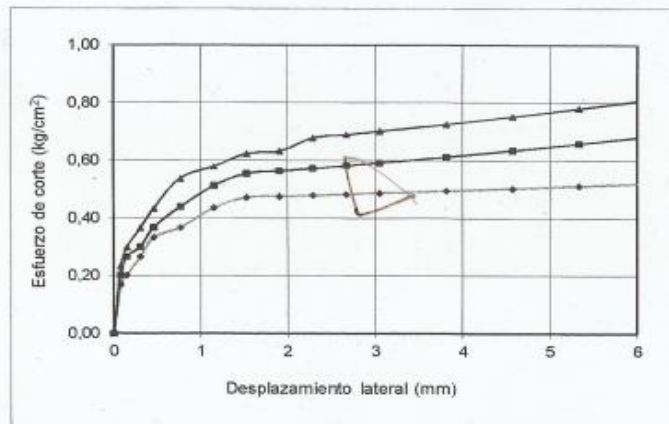
Def. Tangencial (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0,00	0,00
0,08	0,23
0,15	0,30
0,30	0,37
0,46	0,43
0,76	0,54
1,14	0,58
1,52	0,62
1,91	0,63
2,29	0,68
2,67	0,69
3,05	0,70
3,81	0,73
4,57	0,75
5,33	0,78
6,10	0,81
6,86	0,84
7,62	0,88
9,14	0,96

RESULTADO DE ENSAYO CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Mecánica de Suelos
COORDINADOR


ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

ESTADO INALTERADO
CALICATA C - 1
MUESTRA M - 1
Prof.(m) 0,20 - 2,00 m

SOLICITADO : PAUL ALEXANDER SILVA QUESQUEN
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL RIESGO EN TALUDES POR EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS Y EQUILIBRIO LIMITE EN LA CARRETERAS LAS PIRIAS CAJAMARCA, 2018
UBICACIÓN : KM 15 + 280 - CARRETERA LAS PIRIAS - CAJAMARCA
FECHA : 04 DE JUNIO DEL 2018



Cohesión (c): 0,35 kg/cm²
Ang. Fricción (ϕ): 21 °


FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Mecánica de Suelos
COORDINADOR



GRAVEDAD ESPECIFICA

EXPEDIENTE N° : 005 - LMS 2018
SOLICITA : PAUL ALEXANDER SILVA QUESQUEN
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL RIESGO EN TALUDES POR EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS Y EQUILIBRIO LIMITE EN LA CARRETERAS LAS PIRIAS CAJAMARCA. 2018
UBICACIÓN : KM 15 + 280 - CARRETERA LAS PIRIAS - CAJAMARCA
MATERIAL : ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD
FECHA : 05/06/2018

Peso Especifico Bulk (Base Seca) : 1,381 gr / cm³
Peso Especifico Aparente (Base Seca) : 1,415 gr / cm³

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128.

NOTA : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO



FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Mecánica de Suelos
COORDINADOR

Anexo 4: Panel fotográfico



Foto 1. Vista perfil del talud

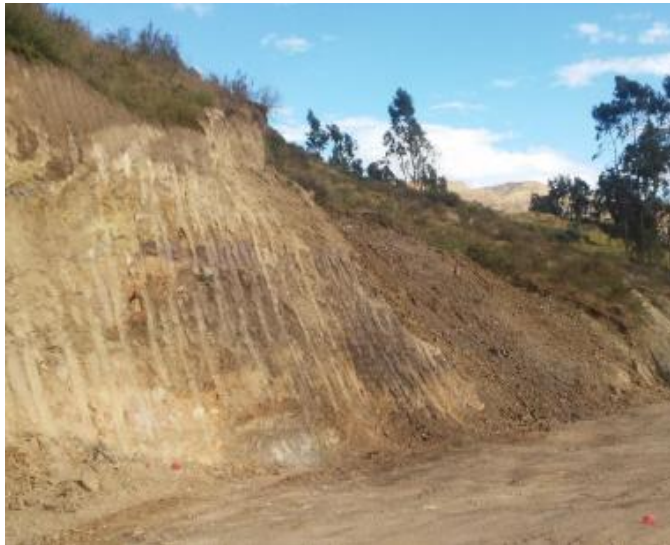


Foto 2. Vista del talud



Foto 3. Ensayos realizados de mecánica de suelo



Foto 4. Estudios de mecánica de suelo



Foto 6. Laboroterista



Foto 5. Realización para hallar el corte directo

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

Yo, Dra. María Ysabel García Álvarez , docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo de la sede Lima-Este, revisor (a) de la tesis titulada. "Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carretera Las Piñas-Cajamarca,2018", del (de la) estudiante Paul Alexander Silva Quesquen, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **19 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

S.JL. 13 de Julio de 2018.

M. Y. G. A.

Firma


Dra. María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567

		
Elabora: <i>[Firma]</i> Dirección de Investigación	Revisó: <i>[Firma]</i> Responsable del SAC	Vicerectorado de Investigación

Feedback Studio - Google Chrome
 https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&u=1061528595&o=1057640669&s=1

Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carret...



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO
 Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:
 Paul Alexander Silva Quesquen

ASESORES:
 Dra. María Ysabel García Álvarez
 Mg. German Fernando Cususol Iberico

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
 Diseño de Edificaciones Especiales

Resumen de coincidencias

19 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	Entregado a Universida...	4 %
	Trabajo del estudiante	
2	repositorio.ucv.edu.pe	3 %
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unc.edu.pe	1 %
	Fuente de Internet	
4	docplayer.es	1 %
	Fuente de Internet	
5	biblioteca.usac.edu.gt	1 %
	Fuente de Internet	
6	repositorio.unh.edu.pe	1 %
	Fuente de Internet	



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS
EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo **Paul Alexander Silva Quesquen**, identificado con DNI N° 10664983, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (x) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "**Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carretera Las Pirias-Cajamarca,2018**"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



FIRMA

DNI: 73930362
S.J.L. 13 de Julio del 2018.

 Elaborado por:  Dirección de Investigación	Revisó	  Responsable del IIC	  Vicerrector de Investigación
---	--------	---	---



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, LA Dra. MARÍA YSABEL GARCÍA ALVAREZ.

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

PAUL ALEXANDER SILVA QUESQUEN

INFORME TITULADO:

Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:


TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 13 de Julio del 2018

NOTA O MENCIÓN: 15 (QUINCE)




FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
Dra. María Ysabel García Álvarez