



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de la estabilidad de taludes de muros en el sector de
Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Herrera Alva Edinson Luis (orcid.org/0000-0002-9187-3637)

Montañez Rosales Eber Denis (orcid.org/0000-0002-9107-2151)

ASESORA:

Mg. De La Cruz Vega Sleyther Arturo (orcid.org/0000-0003-0254-301X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño De Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

HUARAZ- PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedicada en primer lugar a Dios.

Mi madre, por darme la oportunidad de llevar a cabo mis estudios universitarios y familiares por su infinito apoyo incondicional. A mi asesor y amigos por brindarme su apoyo en mi proceso de elaboración de este trabajo de investigación.

Herrera Edinson, Montañez Eber

Agradecimiento

A los docentes que me brindaron sus conocimientos y su apoyo en mi proceso profesional, por sus palabras que llevo en mis recuerdos porque aun con el pasar del tiempo me siguen instruyendo. Y a mis estimados amigos que me acompañan en cada etapa de mi vida con su respaldo incondicional.

A mi asesor, el Mo. De La Cruz Vega Sleyther Arturo, por su dedicación y paciencia; por su excelente atención y asesoramiento durante la realización de este trabajo de investigación.

Herrera Edinson, Montañez Eber

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- MARCO TEÓRICO	4
3.- METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño de investigación :	14
3.2. Variables y Operacionalización:	15
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	16
3.5. Procedimientos:	17
3.6. Método de análisis de datos:	18
3.7. Aspectos éticos:	18
4.- RESULTADOS	20
5.- DISCUSIÓN	34
6.- CONCLUSIONES	37
7.- RECOMENDACIONES	38
REFERENCIAS	39
ANEXOS	43
ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables	44

Índice de tablas

Tabla 1 Cuadro de información topográfica	22
Tabla 2 Cuadro de información.....	22
Tabla 3 Columna estratigráfica	23
Tabla 4 Contenido de humedad NTP 339.127	24
Tabla 5 Análisis granulométrico ASTM D422 NTP 339.128	25
Tabla 6 Límite líquido ASTM D4316 NTP 339.129.....	25
Tabla 7 Límite plástico ASTM D4318 NTP 339.129	25
Tabla 8 Resumen de resultados	26
Tabla 9 Ensayo de corte directo	26
Tabla 10 Resultados del análisis de suelos	26
Tabla 11 Factor de seguridad	30
Tabla 12 cuadro de resultados	33
Tabla 13 Matriz de operacionalización de variables	44
Tabla 14 Matriz de consistencia	46

Índice de gráficos y figuras

Figura 1 Clasificación de talud	8
Figura 2 Talud natural	9
Figura 3 Criterio de punto de rotura	12
Figura 4 Ecuaciones para curva de fluencia	13
Figura 5 Calicata C-02.....	20
Figura 6 Calicata C-01	20
Figura 7 Talud establecido	20
Figura 8 Plano de Ubicación y Localización	21
Figura 9 Plano de curvas de nivel	23
Figura 10 Introducción de datos y modelamiento	27
Figura 11 Introducción de datos y modelamiento	28
Figura 12 Introducción de datos y modelamiento	28
Figura 13 Factor de seguridad, Bishop Simplificado	29
Figura 14 Factor de seguridad, Spencer	29
Figura 15 Modelamiento de talud	30
Figura 16 Modelamiento de talud	31
Figura 17 análisis para el FS, Bishop Simplificado.....	32
Figura 18 análisis para el FS, Spencer	32
Figura 19 Ubicación del talud para analizar	47
Figura 20 Ensayos de laboratorio	47

RESUMEN

El objetivo de esta investigación que se realizó en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash; tiene la intencionalidad de evaluar los taludes inestables en la zona ya mencionada.

El estudio partió de una suposición de la inestabilidad de los taludes en la zona, ya que en tiempos de lluvia existen a simple vista deslizamiento de tierras.

Otros factores que también pueden explicar estos deslizamientos pueden ser la altura de los taludes, su inclinación y los factores geotécnicos del suelo.

El trabajo de investigación también se está realizando con una finalidad futura, ya que por lo averiguado, la zona no cuenta con un estudio de taludes, entonces teniendo en cuenta esta investigación, se podrá utilizar como referencia para futuros trabajos de construcción y otros

Palabras clave: Talud, Estabilidad

ABSTRACT

The objective of this investigation that was carried out in the sector of Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash; It is intended to assess the unstable slopes in the aforementioned area.

The study started from an assumption of the instability of the slopes in the area, since in times of rain there are landslides with the naked eye.

Other factors that can also explain these landslides can be the height of the slopes, their inclination and the geotechnical factors of the soil.

The research work is also being carried out with a future purpose, since from what has been found out, the area does not have a slope study, so taking this research into account, it can be used as a reference for future construction and other works.

Keywords : Slope, Stability

1.- INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la realidad problemática sobre los taludes es, que son uno de los factores más comunes de peligros en obras viales, esto debido a la inestabilidad que tienen. Ocurren deslizamientos de taludes, ya sea por motivos de movimientos de suelos o por las altas lluvias que se den durante el año, por tal motivo la importancia de la evaluación de la estabilidad de taludes en los diferentes proyectos que estén expuestas a dichos deslizamientos.

En muchas de las regiones a nivel mundial, el tema de la inestabilidad de taludes es un problema, ya que representa un riesgo para las diferentes comunidades ubicadas en estos sitios; este fenómeno influye directamente sobre las obras construidas por el hombre e incluso en el tema económico. (Gallardo, Guerrero y Macgregor, 2013).

El Perú se ubica en una zona altamente sísmica, por lo cual se generan sismos de gran magnitud, entonces los proyectos que estén en contacto directo con los deslizamientos de suelos, parten por un estudio de estabilidad de talud.

En la zona de Mullaca centro poblado de Paltay, distrito de Tarica, provincia de Huaraz, el inconveniente que está ocurriendo es el deslizamiento de talud que tiene las laderas del cerro Mullaca ya que se encuentra en una zona de altas precipitaciones pluviales; estos deslizamientos ocasionan accidentes en los tiempos de lluvia y además se encuentra presente un mayor peligro por el fenómeno de niño, por donde es el acceso al muelle de carretera central.

Para moderar este problema, se tiene que evaluar los deslizamientos, las condiciones de riesgo que se presentan por inclinación de pendientes, reportes de variación de precipitaciones y la cubierta vegetal, que deja inestable a la ladera y dejando vulnerable la Carretera (Cornejo, Marchán y Gines, 2018).

Las diferentes obras de ingeniería como: autopistas, carreteras, entre otras, generan la modificación de la geometría de los taludes, por este motivo se aplica la geotecnia para obtener la estabilidad de los cortes que se realice. La estabilidad de

taludes debe ajustarse a la vida, al tipo de proyecto, los recursos disponibles, entre otros (Torres-Hoyer, Torres-Hoyer y Monsalve, 2013).

Cabe resaltar que el estudio de estabilidad de taludes busca brindar información para emplearlos en los proyectos que estén expuestos a los deslizamientos de suelos.

Frente a la problemática respecto a los deslizamientos de talud, se planteó el problema general de; ¿Cuál es la evaluación de la estabilidad de taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash? y como problemas específicos se planteó: ¿Cuál es la planimetría y altimetría del talud de muro en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash?, ¿Cuáles son las características de los taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash? y ¿Cuál es el factor de seguridad del talud de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash?.

Este proyecto se justifica de manera teórica, por el motivo que para evaluar, diagnosticar, determinar las características de taludes, se debe de realizar una serie de estudios como: topográfico, mecánica de suelos, tráfico, hidrológico, etc; también se realizan ensayos de laboratorio con el fin de obtener datos específicos para luego procesarlo y llegar a una conclusión; para lo cual se aplica conocimientos a nivel universitario y profesional.

La investigación tiene un valor social, de manera que se justifica con los hechos que ocurre en la zona de estudio, teniendo la problemática de deslizamientos de taludes en épocas de lluvias. La población es la más afectada en temas de transporte de alimentos, tiempo para trasladarse de un lugar a otro, transporte de los diferentes tipos de productos que ingresan y salen de la zona en estudio.

Se obtendrá información sobre estudios de taludes de la zona y para su uso futuro ya sea en obras civiles que mejoraran y garantizaran la calidad de los pobladores.

El proyecto se justifica de manera práctica, debido a que la información se utilizará para proyectos de prevención contra los deslizamientos ocurridos en la zona, ya

sean mediante obras civiles o sociales. Garantizar el tránsito seguro tanto para los peatones como para los vehículos, evitar los bloqueos en las vías de tránsito producto de estos fenómenos.

Entonces teniendo en cuenta la problemática y la justificación respecto a los deslizamientos de taludes, se plantea el objetivo general que es, realizar la evaluación de la estabilidad de taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash; y los objetivos específicos que son: determinar la planimetría y altimetría del talud de muro en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash, determinar el factor de seguridad del talud de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash y determinar los tipos de falla respecto a la estabilidad de los taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash.

Una vez definido nuestros objetivos, se plantea la hipótesis general que es: Con la evaluación que se realizará, se obtendrá las características con respecto a la estabilidad de los taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash; y las hipótesis específicas: Mediante la topografía se obtendrán los datos de planimetría y altimetría del talud de muro en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash, mediante los ensayos de laboratorio, se definen las características de los taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash, después del procesamiento de la información de campo y laboratorio, se determina el factor de seguridad del talud de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash. Una vez obtenida la información necesaria, se planteará o se sugerirá un tipo de solución en caso de ser un talud inestable.

II.- MARCO TEÓRICO

Con el fin de ampliar nuestros conocimientos tendremos antecedentes internacionales como:

Mora y Rojas (2012) en su revista *Efecto de la saturación en el deslizamiento Chiapas*. El objetivo del artículo es plantear un método para hallar el efecto que casusa la saturación en taludes, aplicando conocimientos previos sobre la estabilidad, el flujo de agua y la resistencia de los suelos no saturados. Teniendo como conclusión que después de realizar pruebas de laboratorio y el análisis estructural de la estabilidad del talud, se estableció la relación entre el grado de saturación y el factor de seguridad.

Rivera, et al (2020) en su artículo *Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión)*. Los objetivos del procedimiento son: aumento de capacidad portante, disminución del asentamiento de estructuras, controlar alteraciones volumétricas indeseables. Concluyendo el análisis sobre la aplicación de materiales activados alcalinamente para la estabilización de suelos está incrementando notablemente, reduciendo el uso de recursos naturales y consumos energéticos. Pero algunos de los residuos estudiados, no presentan la calidad, cantidad y homogeneidad suficiente para su aplicación en varios países, entonces implica tener identificado fuentes de precursores viables, que cumpliendo con los criterios de calidad, permitan implementar la tecnología necesaria.

Yelena y Hildebrando (2016) en su artículo *Evaluación del riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca Cay, Ibagué, Tolima, Colombia*. Se plantearon como objetivo analizar el RVF (riesgo de vulnerabilidad física) con respecto a fenómenos de deslizamientos de masa producto de las laderas inestables en la cuenca del río Combeima, de la quebrada Cay. Se llegó a la conclusión que el análisis del riesgo con respecto a la vulnerabilidad física (RVF) es un aporte, a la evaluación del riesgo, tomándolo desde una perspectiva de vulnerabilidad física.

Prado, Aguilar y Cruz (2020) en su tesis para optar título: *Análisis de estabilidad de talud de la carretera nic.7 en el km 176, Municipio de Santo Tomas, del departamento de Chontales*. Tiene como objetivo ejecutar la altimetría y planimetría de talud ubicado en el km 176 de la carretera Nic.7, para definir las dimensiones del mismo. Llegando a la conclusión que las características del talud corresponden mayormente a Tobas (combinación de pilli y ceniza con la variación de roca y materia vítrea como resultado de actividad volcánica), se presenta como producto del flujo volcánico a inicios de erupciones en el área. Hubo presencia de deslizamientos, como consecuencia de desprendimiento y caídas de rocas con variación de diámetros incluyendo rocas.

También tendremos antecedentes nacionales como:

Sotelo (2018) en su tesis doctoral: *Análisis de inestabilidad de taludes de botaderos de estériles de gran altura para predecir su fallamiento*. El objetivo fue realizar la evaluación de inestabilidad de taludes de los botaderos de estériles a una gran altura con el fin de establecer su modo de falla. Se llegó a la conclusión que al realizar la evaluación de la inestabilidad de taludes de los botaderos de estériles nos permite establecer su tipo de falla y criterios alarmantes para su cierre temporal.

De La Cruz, Tunque (2015) en su tesis: *Inestabilidad de taludes en el sector de Santa Bárbara de la Ciudad de Huancavelica*. El objetivo es identificar la susceptibilidad y el factor de seguridad de taludes. Después de los resultados se llegó a la conclusión que los sectores Puchccoc, Manzanayocc, Arbolitos y Yuraccrumi tienen taludes estables como producto de un factor de seguridad estable mayor a 1, los sectores de Motoy Huaycco y Asequia Alta son de taludes inestables como producto de un factor de seguridad obtenido es menor a 1.

LUGO (2018) en su tesis para optar el título: *Combinación de los métodos janbú – spencer en el análisis de estabilidad de taludes para el empleo de sistemas flexibles de alta resistencia en la construcción de carreteras*. Tiene como objetivo que para la construcción de carreteras en zonas con laderas y taludes inestables en el Perú, se aplique métodos de análisis para aplicar un determinado sistema de

estabilización. Obtuvo la conclusión que los tipos de análisis de taludes son indispensables para definir el tipo de estabilidad de taludes que se rige por la definición de las características al ver un corte de suelos que anteriormente sufrieron deslizamiento y definir el factor de seguridad de estabilidad de taludes.

Cuando se presenta un evento sísmico, la estabilidad de un talud se puede disminuir de diferentes maneras como: las ondas sísmicas que generan tensiones sobre el talud, los desplazamientos que sufre el suelo como producto de las ondas sísmicas que pueden ser lo suficientemente grandes como para romper los enlaces que tienen las partículas del suelo, dando así, la disminución de la resistencia del suelo y en los suelos sueltos, el efecto de la carga cíclica puede dar lugar a la compactación (Bojorque, 2016).

La evaluación, en la actualidad tiende a entenderse como un tema para proporcionar información de algunos procesos, la cual debería de ser valorada para ayudar a plantear algunas decisiones de parte de los gobernantes que intervienen en los mismos (Careaga, 2001).

La estabilidad de un talud está definida por algunos factores como son su altura e inclinación; geotécnicos, geológicos, e hidrogeológicos. Siendo así, la combinación de estos factores mencionados puede definir el tipo de rotura de un terreno en cualquier tipo de superficie, dándose el movimiento de masa retenida en dicha superficie.

La estabilidad de la ladera o talud, tiene gran importancia para las construcciones que se quieren realizar. Hay casos nacionales e internacionales, de algunos desastres que involucraron vidas humanas por no haberse efectuado las evaluaciones correspondientes, para lo cual, teniendo los resultados, se tomarían decisiones adecuadas respecto a estabilización de taludes (Sanhueza y Rodríguez, 2013).

Realizando la estabilización de los suelos se llegaría a incrementar la capacidad que un suelo puede soportar, aumentando la resistencia al corte significativamente,

respecto a su ablandamiento por acción que tenga el agua, mejoraría la estabilidad volumétrica debido a que se disminuye la permeabilidad del agua, disminución de la plasticidad y aumento del peso unitario del suelo (Rivera, Guerrero, Gutierrez y Orobio, 2020).

En algunos casos suceden deslizamientos por parte de taludes que permanecieron estables durante años, esto ocurre cuando se presenta un período de lluvia extraordinaria. En estos fenómenos se presentan las características geométricas, litológicas, mecánicas del talud, el régimen de lluvia y evaporación e infiltración del lugar (Mora y Rojas, 2011).

El talud bajo su nombre genérico se define como la superficie que está inclinada respecto a la horizontal que se tiene que regir las estructuras de tierra, estas hechas de forma natural o a través de la intervención de ser humano (Tafur, 2019).

Los taludes son pandeamientos, asentamientos o también generación de zanjas de coronación los cuales terminan en fallas circulares. También podemos añadir que, para los taludes construidos en suelos, solo era necesario una pequeña lluvia para que estos taludes excavados tuvieran un deslizamiento, por la falta de agua durante la evaluación ha definido la falla de zonas críticas compuestas por este tipo de materiales (Sáenz, 2015).

El estudio de suelos es fundamental para toda de actividad que se quiera realizar sobre esta. Mediante estos trabajos, a partir de su cartografía y sus características se puede conocer el tipo de suelo que se tiene, el área de cada uno de ellos y sus propiedades (Bernal, et al, 2015).

Los proyectos geotécnicos se relacionan siempre con la incertidumbre de los datos, que es esencial para el geotecnista para los procesos de diseño y se compensa aceptando algunos riesgos, mejor dicho, empleando un factor de seguridad (Mora y Granados, 2012).

Los movimientos de masa son resultado de varios factores inesperados como las lluvias y los sismos, en la cual se establecen las causas reiterativas de algunos desastres en distintas partes del mundo (Hidalgo y Vega, 2014).

Los movimientos de tierra pueden registrarse entre los superficiales y los profundos, según el espesor de la capa de meteorización afectada por el movimiento en masa, que está afectada directamente por la saturación de agua, que también, provoca disminución en la compactación y disminución de la cementación de las partículas de los suelos y su incremento de la presión porosa (Moreno, et al, 2006).

Se registran los deslizamientos como parte de la evaluación de estos fenómenos, deben de contener un orden de la localización y características de una serie de movimientos ocurridos en la zona evaluada. Dependiendo el fin de la evaluación, se tomaran elementos específicos para el registro. Pero también, se quiere contar con una información precisa y completa respecto a todos los aspectos involucrados en los movimientos en masa (Cueto, Estévez y Díaz, 2019).

El talud se clasifica en 2 grupos:



Figura 1 Clasificación de talud

Los taludes naturales, su forma geométrica está dada sin intervención del ser humano, ocasionado naturalmente de procesos erosivos, al que se le denomina como ladera (Carrión, 2019).



Figura 2 Talud natural

Fuente (Carrión, 2019)

Los taludes artificiales, son cortes realizados a la ladera por intervención del hombre, según sea la naturaleza de su formación (Castrillón y Quintero, 2012).

Los taludes están afectados por diferentes factores como el aporte en las condiciones mecánicas que tiene el suelo, se ve influenciado generalmente por un aumento en la cohesión, también llamado cohesión aparente o también llamado cohesión relativa (Vallarino, et al, 2021).

Respecto a los tipos de falla de taludes, podemos mencionar:

Deslizamiento superficial, es cuando materiales externos, cercanos al talud se deslizan por la acción que tiene el agua y el aire, producto de la falta de compactación en la zona. Puede colapsar en su totalidad por debilitamiento de la capacidad de carga del talud (Almanza, et al, 2015).

Movimiento del talud, ubicado en laderas y colinas, es el desplazamiento del talud en su totalidad, esto por la baja resistencia al esfuerzo cortante, por motivo de la presencia de agua (Almanza, et al, 2015).

Licuación, este tipo de falla es muy común en taludes naturales esto se debe a que baja la resistencia al esfuerzo cortante ya sea por alto contenido de agua o algún tipo de degradación que tenga la estructura, aunque no cambie en el contenido de agua (Almanza, et al, 2015).

Baja capacidad de carga del terreno de cimentación, Se presenta casi siempre en los taludes artificiales, y se manifiesta de las siguientes maneras, asentamientos que son diferenciales, pérdida de su resistencia por presencia de la presión de poro, hundimientos repentinos por presencia de grietas, desplazamiento de la cimentación, licuación del suelo o la traslación de la masa que tiene el suelo (Almanza, et al, 2015).

La teoría de factor de seguridad utilizada actualmente en varias de las escuelas de ingeniería, continúan con los conceptos de estados límites además utilizan como método de seguridad el de los Coeficientes Parciales (Lorenzo, et al, 2013).

La seguridad de un talud se calcula mediante el Factor de Seguridad (F.S), definiéndose como la relación de: la resistencia al corte que tiene el suelo en la superficie de deslizamiento y la resistencia que se necesita para mantener la estabilidad, que se supone que es constante en los puntos que tiene la superficie de deslizamiento (Escobar y Valencia, 2012).

Teniendo definido las características del talud respecto a su resistencia, su geometría, realizamos los cálculos correspondientes para definir el valor del factor de seguridad (F.S).

Realizamos los cálculos con la siguiente formula:

$$FS = \sum Sr / \sum Sm$$

Donde:

Sr = Fuerza cortante resistente o fuerzas estabilizadoras.

S_m = Fuerzas cortantes en movimiento sobre el espacio del terreno en falla o fuerzas desestabilizadoras.

Entonces obligando a que el factor de seguridad mínimo sea superior a la unidad, para esto se debe minorar los parámetros geotécnicos y prácticamente obligando a que el factor de seguridad definido, sea superior a ese mismo.

Partiendo del factor de seguridad (el cual se elige en base a las características del talud) se determina la superficie de falla crítica (Mesa, Álvarez y Chávez, 2020).

La resistencia al corte de una discontinuidad la cual no cuenta con material de relleno, está definida por la rugosidad y orientación de la junta. Por otro lado en discontinuidades que presentan material de relleno como son: la arcilla, el limo o la arena, el comportamiento de la capacidad de resistir al corte, influye por el espesor que tenga el material (Camacho, et al, 2009).

Los métodos de cálculo que se utilizan para evaluar la estabilidad de taludes se pueden dividir en dos grupos: métodos de equilibrio límite o métodos de cálculo usando modelos numéricos, método de elementos finitos (Valiente, Sobrecases y Díaz, 2015).

El método de equilibrio límite, está basado en la realización de dovelas, mejor dicho, se divide el suelo en rebanadas. Este análisis de equilibrio límite nos ayuda a conocer el factor de seguridad teniendo presente la resistencia que se tiene respecto al cortante en el momento que se da la falla. Una vez determinado las características de resistencia al corte y las propiedades geométricas del talud, se procederá a determinar el factor de seguridad (FS). Se asumen algunas condiciones como la del equilibrio estático para la superficie de deslizamiento y el FS. Repitiendo este procedimiento en varias ubicaciones del talud, ubicándolo en donde el FS es mínimo. La diferencia entre otros métodos para calcular el FS, (Fellenius, Bishop, Janbú, Morgestern-Price) comienza con la reducción para minimizar la indeterminación de las fuerzas entre cada dovela (Meza y Tejada, 2018).

El método de elementos finitos, con este método se resuelve las deficiencias que puede tener el de equilibrio límite, fue ingresado por Clough y Woodward. El método se define por dividir la masa de un suelo, a unidades que están unidas en sus nodos o sus bordes predefinidos. El método se utiliza realizando la formulación de deslizamiento, la cual presentará los esfuerzos y desplazamientos a los puntos nodales como resultado. El tipo de falla obtenido es la de un fenómeno progresivo, es decir, los elementos en momentos diferentes. Aunque sea un método muy eficaz, su aplicación es muy compleja y limitado para resolver algunos problemas prácticos.

El criterio de falla Mohr-Coulomb, Se refiere a una de las teorías de falla más común en la mecánica de suelos, debido a su facilidad para obtener de los parámetros, además de la información desarrollada en torno al criterio de rotura (Oyola y Vaca, 2018).

Casi siempre es necesario definir algunos criterios de rotura esto en función que tenga la tensión tangencial y normal en el plano. Para relacionar los esfuerzos al corte y los parámetros de la resistencia se utilizará la expresión matemática siguiente:

$$\tau \leq c + \sigma \tan \phi$$

Fuente (Oyola y Vaca, 2018)

Siendo C: cohesión.

Siendo ϕ : el ángulo de fricción interna del material.

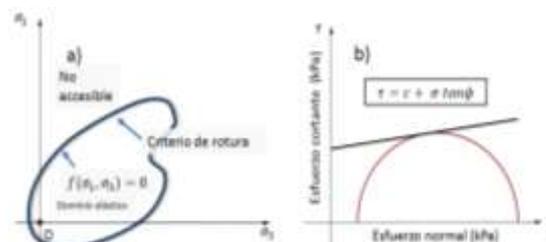


Figura 3 Criterio de punto de rotura

Fuente (Oyola y Vaca, 2018)

Cuando el esfuerzo de corte sobrepasa la desigualdad, esta se deformará de una manera plástica y de manera irreversible. En la figura 4b se visualiza la recta de resistencia intrínseca, del que se conoce su ángulo de fricción y cohesión. También se presenta la tensión en los planos del suelo, en la cual se observa que la recta y el círculo llegan a ser tangentes en un punto, es decir para ese estado, la rotura del suelo es inminente (Oyola y Vaca, 2018).

El criterio de rotura de Mohr-Coulomb también se puede representar también haciendo uso del plano de tensiones. En la cual la curva de fluencia está definida por:

$$\sigma_1 = N_\varphi \sigma_3 + 2c \sqrt{N_\varphi}$$
$$N_\varphi = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Figura 4 Ecuaciones para curva de fluencia

Fuente (Oyola y Vaca, 2018)

Para obtener o aplicar algunos criterios de solución, se debe de tener en cuenta algunos datos como la humedad, la topografía, precipitación, tipos de suelos, entre otros.

Para tener una simulación de un nivel freático, entonces se define una zona saturada en el talud, mejor dicho, entre un nivel freático y la zona que se encuentre parcialmente saturada, que este por encima del nivel freático. La zona saturada se dará el tratamiento bajo la ley de Darcy la cual se pretende lograr un flujo estacionario sobre toda la extensión del talud y la zona que está parcialmente saturada se dará tratamiento bajo la ecuación analítica propuesta por Van Genuchten (Camacho, et al, 2017).

III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación

Esta investigación será de tipo aplicada, también puede recibir el nombre de investigación empírica o práctica, la cual se caracteriza por realizar la utilización o aplicación de conocimientos adquiridos anteriormente y a su vez se adquieren otros más, después de implementar la práctica de la investigación. La aplicación del conocimiento nos da los resultados obtenidos después de la investigación de una manera muy rigurosa, debe ser organizada y también sistemática; la cual es conocer la realidad actual (Vargas, 2009).

La investigación aplicada utiliza casi sin cuestionar los resultados de una investigación básica y también busca nuevos conocimientos a la par de aplicaciones prácticas, aun sin aplicar la investigación técnica (Martínez, 2013).

Diseño de investigación

Esta investigación es descriptiva, ya que se requiere determinar las características específicas descubiertas previas a las investigaciones exploratorias. Esta descripción se puede realizar aplicando también métodos cualitativos y, si se requiere un resultado mayor, se aplicarán métodos cuantitativos (Díaz y Calzadilla, 2016).

El diseño descriptivo señala cuántos y cuáles de los registros y observaciones se realizarán, el tipo de análisis de la información que se consiguió (del modo cualitativo o cuantitativo) y también el tipo de estadística, si es necesario se utilizará para responder las preguntas planteadas para esta investigación y así responder a la hipótesis planteada (Reidl, 2012).

Enfoque de la investigación

Esta investigación se realiza bajo el enfoque cuantitativo la cual se le define así porque se trata de caracterizar fenómenos la cual pueden ser medidos (mejor dicho, que se les puede asignar un tipo de variable, por ejemplo: el número de hijos, la edad, el peso, la estatura, la aceleración, entre otros) mediante las estadísticas para que sus datos sean analizados posteriormente, su propósito más importante se basa en la explicación, la predicción, la descripción, el control de las causas y ocurrencias, sustentando sus conclusiones del uso exhaustivo de la métrica o cuantificación del registro de resultados obtenidos, de su procesamiento y análisis e interpretación (Sánchez, 2019).

Esta investigación tendrá un enfoque cuantitativo porque involucra el análisis de los números para la cual se tendrá una respuesta a la pregunta o a la hipótesis de la investigación. La investigación cuantitativa se basa a una estrategia de manera sistemática, rigurosa y objetiva para definir y refinar los conocimientos (Sousa, Driessnack y Costa, 2007).

3.2. Variables y Operacionalización:

Variable cuantitativa 1:

Talud: Se refiere a la pendiente que se tiene respecto a los paramentos de una pared o superficie. El tema de paramentos vinculado a taludes, se relaciona a las caras de un muro. También se puede definir como diferencia entre el grosor del sector inferior y el grosor del sector superior del muro, que da como resultado la creación de una pendiente.

Variable cuantitativa 2:

Estabilidad: se define como la capacidad que tienen los elementos para mantenerse en equilibrio al ser sometidas a acciones; es decir, es la propiedad de un elemento

de mantener su estabilidad o también de volver a dicho estado después de sufrir una perturbación. Por otra parte, se dice que a los elementos sometidos a una carga o por su propio peso, si llegan a perder el equilibrio se les denominan inestables.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:

Población:

Para la investigación, la población está determinado la ladera ubicado en la carretera PE-3N Mullaca – Tarica.

Muestra:

Para la muestra se estableció un rango específico de evaluación, se analizará la ladera ubicada en el tramo: Km 0+210 al Km 0+590, perteneciente a la carretera PE-3N Mullaca – Tarica.

Muestreo:

En la investigación que se realiza, se aplicará un muestreo no probabilístico ya que se determinó por conveniencia los tramo de estudio y el método más favorable para su análisis.

Unidad de análisis:

La unidad de análisis para esta investigación es el talud.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Para la investigación realizada se aplicará la técnica de observación participante, por motivo que se tendrá un contacto visual y directo con los instrumentos de medición para los ensayos de laboratorio, llenado de datos en fichas de registro y procesamiento de datos mediante software.

El instrumento que se utilizará para la investigación es la recolección de datos mediante el llenado de formatos, fichas, entre otros, para luego ser procesados y determinar el análisis de estabilidad de talud.

3.5. Procedimientos:

Primero: Visita a campo para el reconocimiento de la zona a evaluar, en la cual se planteó la ubicación de puntos, un mapeo de la zona y el plan de trabajo para intervenir.

Segundo: Determinación de los estudios correspondientes como topografía, estudio hidrológico de ser necesario y el llenado de formatos de registro de datos.

Tercero: Realización de trabajos manuales para las calicatas, ubicación de los puntos de división con estacas de madera para los mapeos, para el posterior análisis en laboratorio.

Cuarto: Traslado del material producto de las calicatas y los formatos de registro de datos llenados adecuadamente.

Quinto: Análisis y procesamiento de información mediante los estudios realizados mediante el uso de software. También el análisis y estudios de los materiales en el laboratorio.

Sexto: Se realizan los planos y modelamiento para obtener un resultado.

Séptimo: Con los resultados obtenidos se procederá a plantear las conclusiones, recomendaciones, con el fin de plantear un método de solución de la estabilidad que tiene el talud.

3.6. Método de análisis de datos:

Una vez concluido los trabajos en campo, se procede a realizar los trabajos en laboratorio y gabinete, para lo cual se hará uso de software y cálculos manuales.

- Procesamiento de datos usando el Microsoft Excel 2016.
- Procesamiento y elaboración de planos usando el Software AutoCAD Civil 3D 2018.
- Modelamiento de talud con el software Slide Versión 6.0.
- Ubicación satelital con el programa Google Earth Pro.
- Procesamiento de información mediante el programa Global Mapper 16.
- Se utilizará el Método de Bishop Simplificado y Método de Spencer como Método de análisis.

3.7. Aspectos éticos:

La investigación que se realiza en este trabajo es de carácter autónomo, por otra parte nos ayudara a ampliar e incluso obtener nuevos conocimientos sobre los taludes en el área de geotecnia. Después de obtener los conocimientos previos, poder ayudar a nuestra comunidad en casos que involucren temas relacionados.

En el transcurso de nuestra investigación pondremos en prácticas nuestros conocimientos adquiridos, así poder evitar los daños a nuestra naturaleza, también cumpliremos respetando la información obtenida de los diferentes autores que nos ayudaron como referencias.

Para finalizar nuestro trabajo de investigación nos someteremos a diferentes tipos de Software que realizaran un análisis de plagio de la investigación, también en

base al artículo 3°, nos hace de conocimiento durante la investigación que realizamos se mantendrá el respeto en su integridad y autonomía, de estatus social o económico, etnia y genero para el bienestar de las personas sin importar el interés que se tenga de la ciencia; también manifestamos cumplir con cabalidad lo mencionado en la Resolución de Consejo Universitario N°0126-2017/UCV, donde se da la aprobación de los códigos de ética para los trabajos de investigación.

IV.- RESULTADOS

Para iniciar lo primero fue ubicar los puntos de extracción el material de suelo, una vez terminado los trabajos de excavación será trasladado a la ciudad de Huaraz y posteriormente realizar los ensayos de laboratorio, el material extraído es aproximadamente 1.05 m³ de suelo, Ver figura 5 y 6.



Figura 6 Calicata C-01

Fuente: Propio del autor



Figura 5 Calicata C-02

Fuente: Propio del autor

Se realizó la evaluación de la estabilidad de taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash.

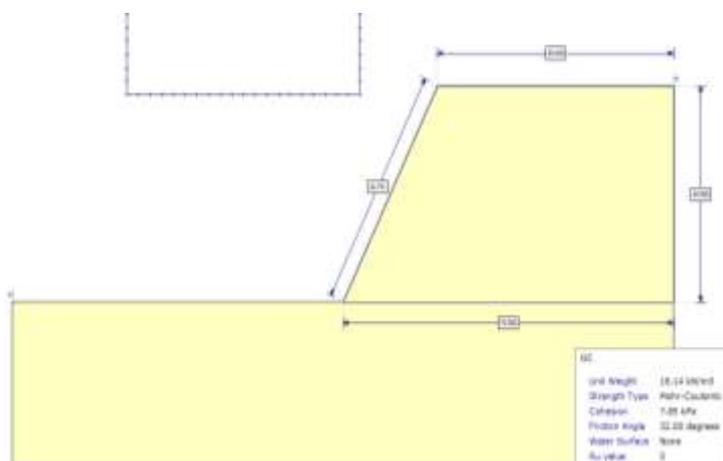


Figura 7 Talud establecido

Fuente: Propio del autor

Se realizó el análisis bidimensional, la cual la caracterización del talud nos da como resultado un fallamiento circular y que también se tendría una problemática de deformación plana. La longitud es mucho mayor a las características de la sección transversal, entonces no existe presencia de factores que sumen a la deformación obtenida al analizar la sección transversal; mejor dicho, las características en toda la longitud de 380.00 metros lineales al ser analizado, son similares en cualquier corte transversal generado sobre esta, por lo cual se obtendrá los mismos resultados en cualquier punto del talud.

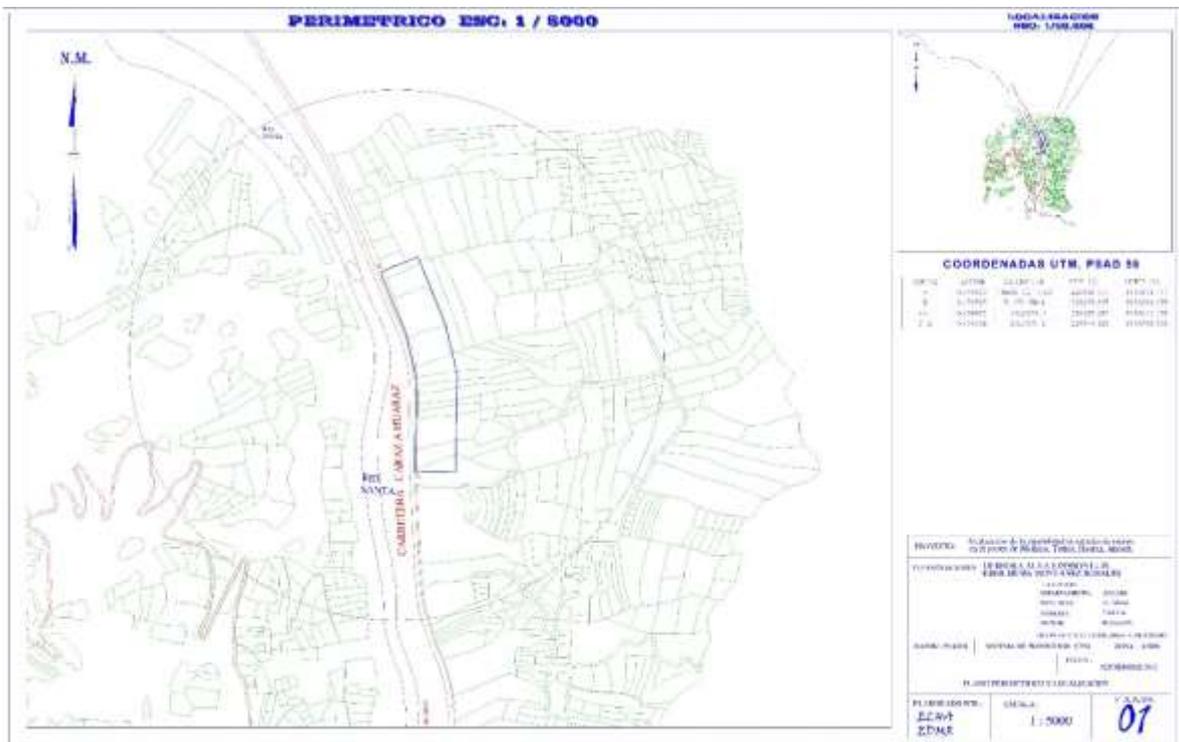


Figura 8 Plano de Ubicación y Localización

Fuente: Propio del autor

Se realizó el levantamiento topográfico, en la cual se ubicó las coordenadas de los puntos de inicio y final del tramo de estudio, las coordenadas de los puntos de excavación C-01 y C-02.

Tabla 1 Cuadro de información topográfica

VERTICE	LATITUD	DESCRIPCION	ESTE (m)	NORTE (m)
A	9.439833	PUNTO DE INICIO	220336.0400	8956519.4170
B	9.436327	PUNTO FINAL	220276.6250	8956864.8350
C-1	9.438472	CALICATA 1	215825.2870	8959410.0350
C-2	9.436968	CALICATA 2	220344.9280	8956768.8360

Fuente: Propio del autor

Se ubicación las coordenadas topográficas con sistema de proyección UTM y DATUM PSAD 56, de los siguientes puntos:

A, punto de inicio del tramo de evaluación del talud, ubicado en las coordenadas, Norte: 8956519.4170 m, Este: 220336.0400 m; latitud: 9.439833.

B, punto final del tramo de evaluación del talud, ubicado en las coordenadas, Norte: 8956864.8350 m, Este: 220276.6250 m; latitud: 9.436327.

C-01, calicata número 01, ubicado en las coordenadas, Norte: 8959410.0305 m, Este: 215825.2870 m; latitud: 9.438472.

C-02, calicata número 02, ubicado en las coordenadas, Norte: 8956768.8360 m, Este: 220344.9280 m; latitud: 9.436968.

Se determinó la planimetría y altimetría del talud de muro en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash.

Tabla 2 Cuadro de información

ALTURA	LONGITUD	CLASIFICACION	DESCRIPCION
40.00	380.00	GC	grava arcillosa con arena

Fuente (Propia)

Realizando la topografía con una estación total marca SOUTH de 2° se determinó mediante la altimetría que la altura del talud que es de 40.00 metros y mediante la planimetría que la longitud de 380.00 metros.

Tabla 3 Columna estratigráfica

Columna Estratigráfica		
Altura		Descripción
10.00 m		grava arcillosa con arena
10.00 m		grava arcillosa con arena
10.00 m		grava arcillosa con arena
10.00 m		grava arcillosa con arena

Fuente (Propia)

Se llevaron 4 muestras de suelo al laboratorio para definir el tipo de suelo presente en el talud, cada muestra fue extraída a cada 10 metros de la altura del talud. Teniendo como resultado que el talud en su totalidad tiene la descripción de grava arcillosa con presencia de arena., entonces es aceptable que la hipótesis planteada por el investigador al indicar que con la topografía se obtendrán los datos de planimetría y altimetría del talud de muro en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash.

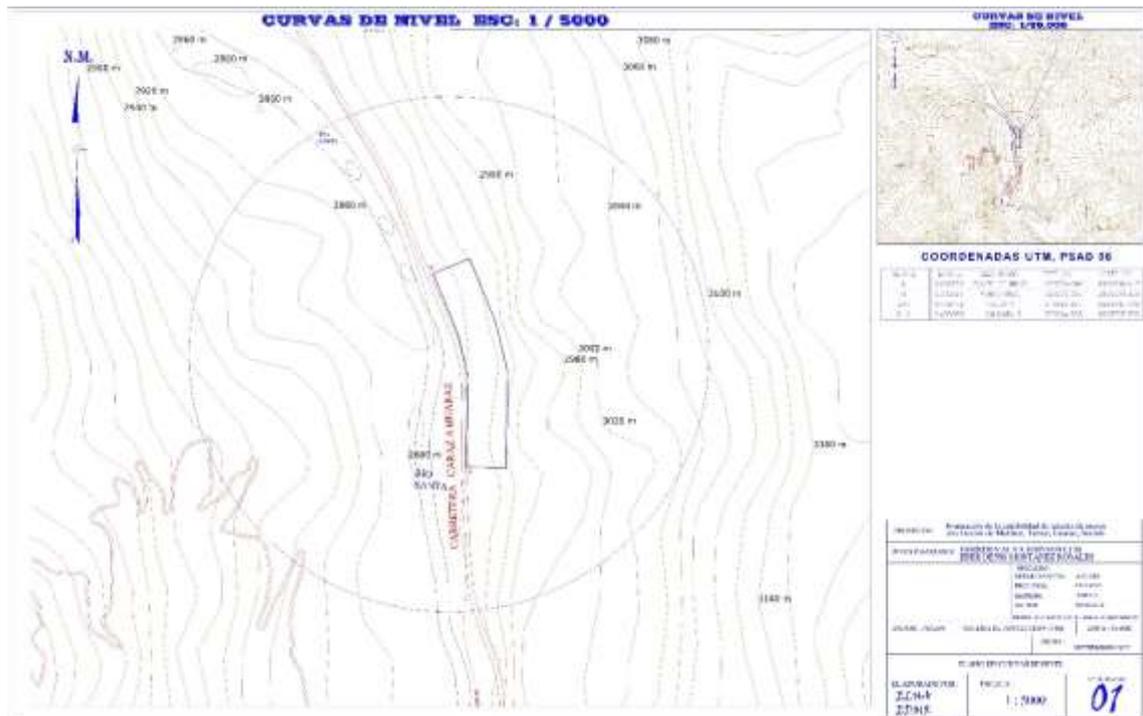


Figura 9 Plano de curvas de nivel

Fuente: Propio del autor

La topografía realizada en campo y posteriormente procesada mediante el programa Excel y AutoCAD, nos permitió elaborar el plano topográfico en la cual nos permite obtener los niveles del terreno.

Por lo tanto, se realizó los cálculos con esta descripción.

Se determinó las características de los taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash.

Para la evaluación determinístico, optaremos por los métodos de análisis de Bishop Simplificado y el método de Spencer, para lo cual se requiere parámetros básicos, tales como: ángulo de fricción, cohesión, y el peso unitario; por lo que se tomó puntos de exploración por cada sub sector de estudio. Para obtener los parámetros se realizó el tipo de ensayo de corte directo.

Las calicatas C-01 y C-02 se realizaron según NTP 339.162 (ASTM D420), en el KM 0+220 y km 0+580 respectivamente y analizando las muestras en el laboratorio obtuvimos los siguientes resultados.

Contenido de humedad NTP 339.127.

Tabla 4 Contenido de humedad NTP 339.127

Recipiente N°	5	7
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	372.10	369.20
Peso Seco + Recipiente (gr)	362.00	359.10
Peso del recipiente (gr)	36.40	40.20
Peso del agua (gr)	10.10	10.10
Peso Suelo Seco (gr)	325.60	318.90
Contenido de Humedad (%)	3.10	3.17
Humedad Promedio (%)		3.14

Fuente: elaboración propia

Analizando las muestras en laboratorio se obtuvo un Contenido de humedad igual a 3.14 %.

Tabla 5 Análisis granulométrico ASTM D422 NTP 339.128

Tamiz ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	Acumulado de pasa (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	140.20	4.29	4.29	95.71
3/4"	19.000	366.10	11.20	15.49	84.51
3/8"	9.500	420.20	12.85	28.34	71.66
Nº4	4.750	240.10	7.34	35.68	64.32
Nº8	2.360	210.20	6.43	42.11	57.89
Nº16	1.180	260.40	7.96	50.07	49.93
Nº30	0.590	180.10	5.51	55.58	44.42
Nº50	0.295	140.10	4.28	59.86	40.14
Nº100	0.148	162.30	4.96	64.82	35.18
Nº200	0.074	111.40	3.41	68.23	31.77
< Nº200	0.000	0.00	0.00	68.23	31.77
Total		2231.10			

Fuente: elaboración propia

En el análisis granulométrico tenemos gravas (%) igual a 35.68, arenas (%) igual a 32.55, finos (%) igual a 31.77.

Tabla 6 Límite líquido ASTM D4316 NTP 339.129

Nº de golpes	11	17	27	37
Peso frasco + peso suelo húmedo (gr)	33.50	34.00	36.20	34.80
Peso frasco + peso suelo seco (gr)	28.70	29.10	31.30	30.10
Peso frasco (gr)	12.00	11.40	13.20	11.80
Peso del agua (gr)	4.80	4.90	4.90	4.70
Peso suelo seco (gr)	16.70	17.70	18.10	18.30
Contenido de humedad	28.74	27.68	27.07	25.68

Fuente: elaboración propia

Límite líquido se obtiene, LL igual a 26.86.

Tabla 7 Límite plástico ASTM D4318 NTP 339.129

Peso frasco + peso suelo húmedo (gr)	22.40	21.00	23.10
Peso frasco + peso suelo seco (gr)	20.72	19.53	21.20
Peso frasco (gr)	10.00	11.40	11.00
Peso del agua (gr)	1.68	1.47	1.90
Peso suelo seco (gr)	10.72	8.13	10.20
Contenido de humedad	15.67	18.08	18.63

Fuente: elaboración propia

Límite plástico se obtiene LP igual a 17.46.

Teniendo como resumen de resultados la siguiente tabla:

Tabla 8 Resumen de resultados

Límite líquido (LL)	26.86
Límite plástico (LP)	17.46
Índice de plasticidad (IP)	9.4

Fuente: elaboración propia

Tabla 9 Ensayo de corte directo

Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.50 kg/cm ²		1.00 kg/cm ²		2.00 kg/cm ²	
	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.
Esfuerzo cortante (kg/cm ²)	0.407840	0.077520	0.681640	0.419520	1.340320	0.491760
Fuerza cortante (kg)	10.196000	10.938000	17.041000	10.488000	33.508000	12.294000
Cohesión	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.078500	0.000000
Ángulo de fricción (°)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	32.080000	11.089400

Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos son, ángulo de fricción igual a 32.08°, cohesión igual a 0.080 kg/cm².

Tabla 10 Resultados del análisis de suelos

Calicata N°	Muestra	Tipo de ensayo	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	L.L. (%)	L.P. (%)	Clasificación
C-01	mab-1	corte directo	35.68	32.55	31.77	26.86	9.4	GC
C-02	mab-2	corte directo	35.68	32.53	31.76	26.85	9.3	GC

Fuente: elaboración propia

Se realizó los ensayos de laboratorio mediante el corte directo obteniendo los resultados de porcentajes de gravas, arenas, finos y también los límites líquido y plástico; por lo tanto podemos decir que las muestras analizadas son prácticamente

similares, entonces al analizar el material de talud en cualquier punto de este, tendremos las mismas características.

Se determinó el factor de seguridad del talud de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash.

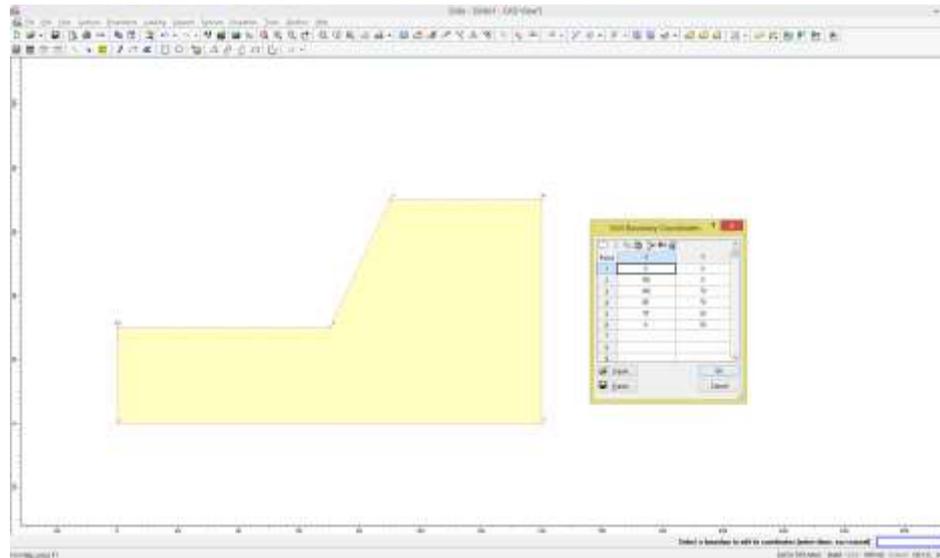


Figura 10 Introducción de datos y modelamiento

Fuente: elaboración propia (Slide versión 6.0)

Se realizó el modelamiento del talud para ser analizado con el fin de determinar el factor de seguridad, se ingresa los datos en el cuadro de coordenadas, esto ya previa topografía habiendo determinado las dimensiones del talud.

Teniendo la altura de 40 metros, la corona una profundidad de 50 metros, la base de 70 metros, una longitud inclinada de 44.721 metros.

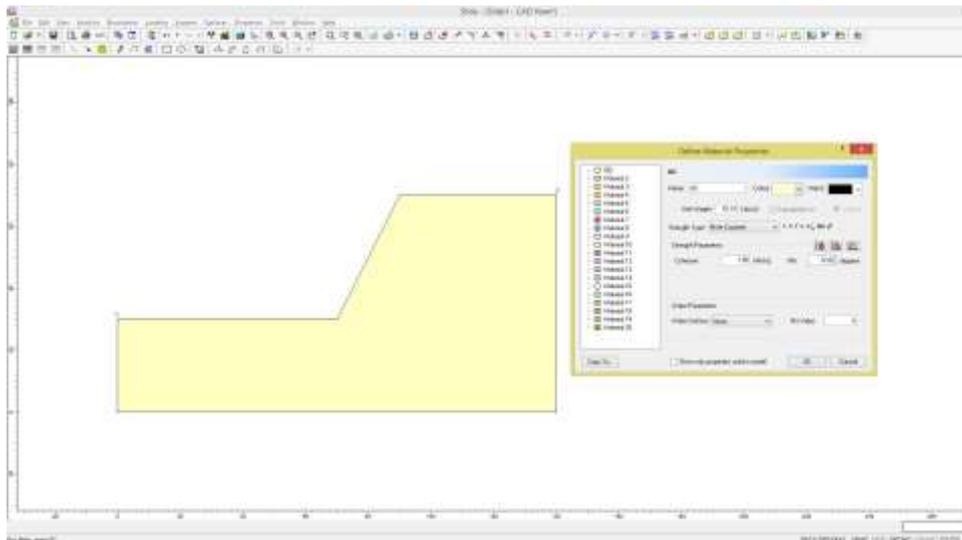


Figura 11 Introducción de datos y modelamiento

Fuente: elaboración propia (Slide versión 6.0)

Se define el tipo de material del talud, incluido sus propiedades como, su clasificación de grava arcillosa con arena GC, cohesión igual a 7.85 KN/m², ángulo de fricción igual a 32.08°, peso unitario igual a 18.14 KN/m³ y el criterio de rotura en este caso con Mohr-Coulomb.

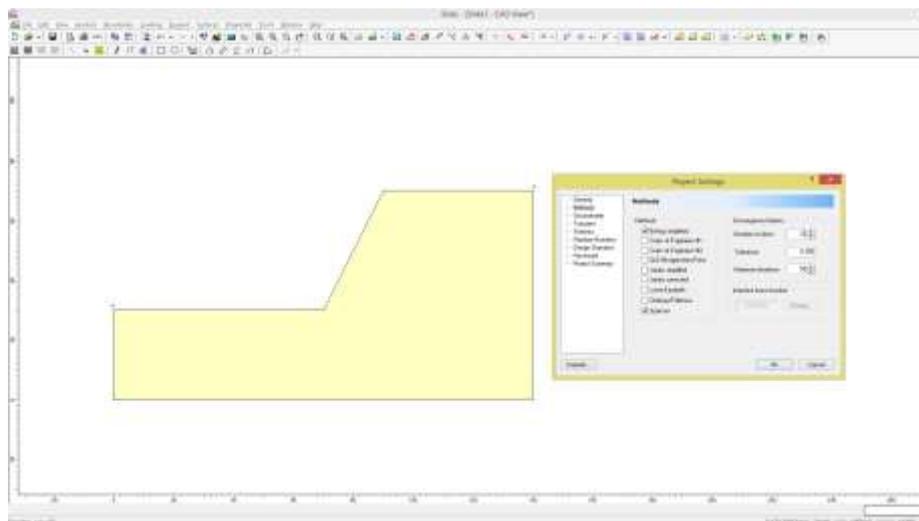


Figura 12 Introducción de datos y modelamiento

Fuente: elaboración propia (Slide versión 6.0)

Se define los métodos de cálculos para el análisis del talud, se definió que se realizará mediante el método de Bishop Simplificado y el método de Spencer.

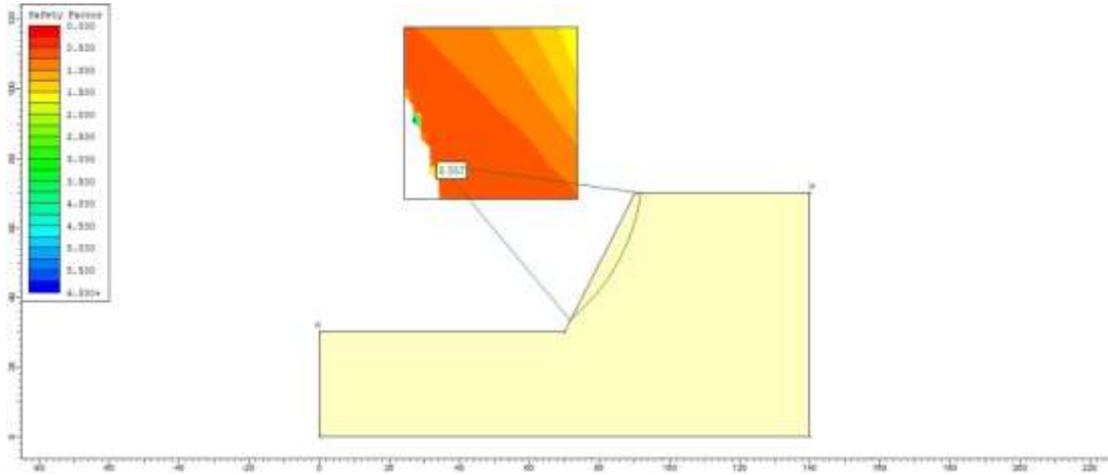


Figura 13 Factor de seguridad, Bishop Simplificado

Fuente: elaboración propia (Slide versión 6.0)

Mediante el uso del programa SLIDE versión 6.0 se realizó el modelamiento y los cálculos para obtener los resultados.

Se realizó los cálculos mediante el método Bishop Simplificado, en la cual ingresando los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio que son los valores del ángulo de fricción, la cohesión el peso unitario, el tipo de material que se presenta en el talud y los datos obtenidos con la altimetría y planimetría para su modelamiento, tenemos el resultado que el Factor de seguridad es igual a 0.557; entonces partiendo por la teoría que si el FS es menor a 1, estaríamos frente a un talud inestable.

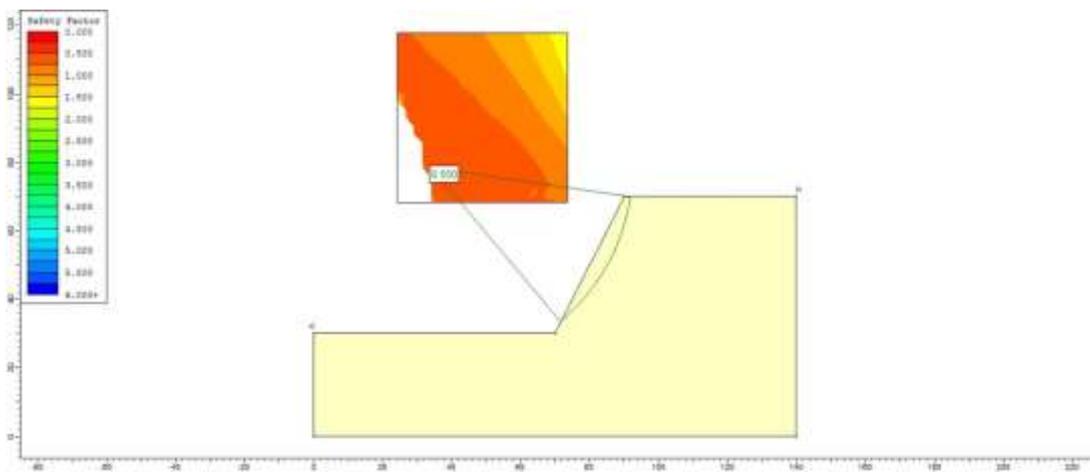


Figura 14 Factor de seguridad, Spencer

Fuente: elaboración propia (Slide versión 6.0)

Se hizo uso del programa SLIDE versión 6.0 para el modelamiento y los cálculos para obtener los resultados.

Se realizó los cálculos mediante el método Spencer, en la cual ingresando los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio que son los valores del ángulo de fricción, la cohesión el peso unitario, el tipo de material que se presenta en el talud, tenemos el resultado que el Factor de seguridad es igual a 0.550; entonces partiendo por la teoría que si el FS es menor a 1, estaríamos frente a un talud inestable.

Tabla 11 Factor de seguridad

Método de cálculo	Factor de seguridad
Bishop Simplificado	0.557
Spencer	0.550

Fuente: propio del autor

Partiendo de la premisa que el talud de muro es inestable si su FS es menor a 1, teniendo el resultado mediante los cálculos aplicando el método Bishop Simplificado y el método Spencer se obtuvo los factores de seguridad 0.557 y 0.550 respectivamente, entonces el talud de muro en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash es inestable como se muestra en la tabla 11.

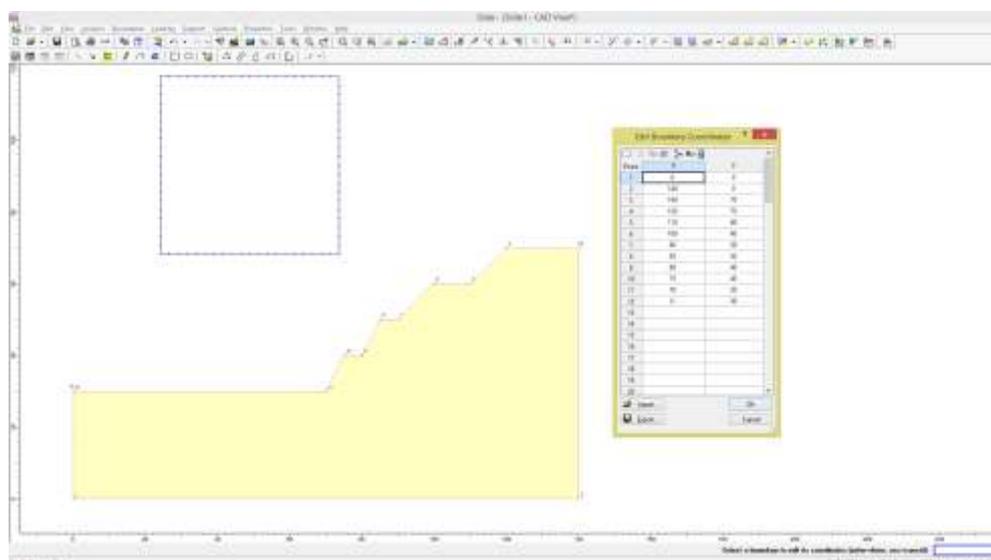


Figura 15 Modelamiento de talud

Fuente: elaboración propia (Slide versión 6.0)

Al tener los resultados del factor de seguridad como inestable por ser menor a 1, se plantea un método de solución para estabilizar el talud.

Se plantearía el método de la conformación la cual es una de las técnicas más utilizadas respecto a la estabilidad de taludes para así garantizar la seguridad del mismo. Para esto se realiza lo siguiente: Tender el talud para poder disminuir su pendiente, modificar la forma a la superficie del talud teniendo en cuenta la pendiente misma, construir gradas o bermas para tener una variedad de niveles del talud, reducir la altura del talud mediante la remoción de material, es una de las técnicas de estabilización proveídas por MSc: Horacio Ulloa.

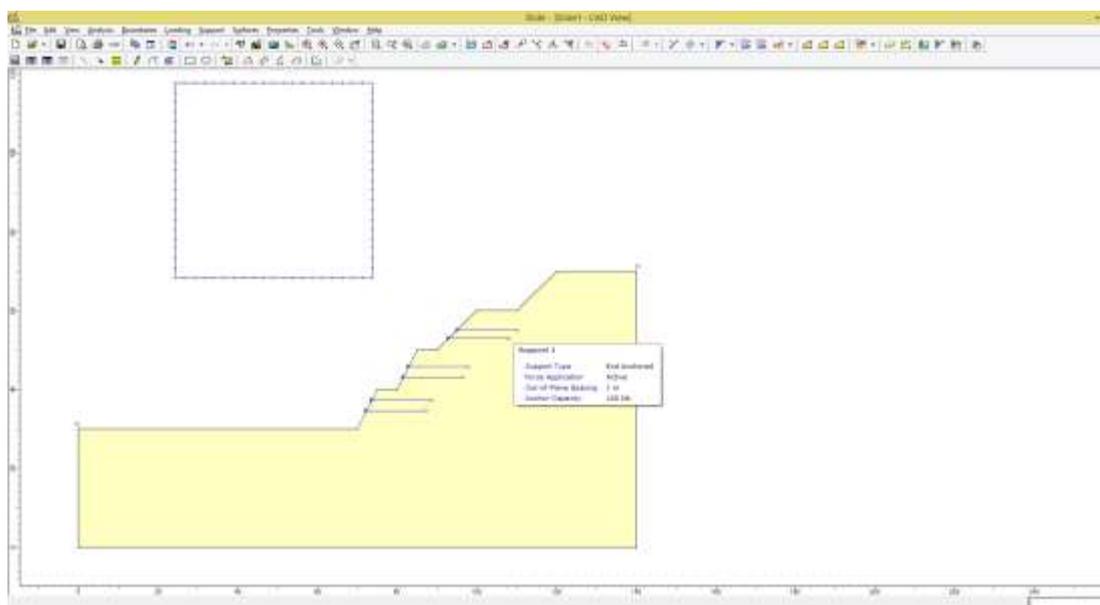


Figura 16 Modelamiento de talud

Fuente: elaboración propia (Slide versión 6.0)

También se plantea incrustar anclajes de 15 metros de largo a cada 3 metros, siendo 2 anclajes en cada corte realizado. Estos anclajes teniendo una capacidad de resistencia de 100 KN/cm².

Se determinó el tipo de falla respecto al talud; la falla del talud ocurre a través de una falla circular que pasa por la pata del talud, la ubicación de la grieta de tracción y la superficie de falla es tal que el factor de seguridad del talud es mínimo para la geometría del talud.

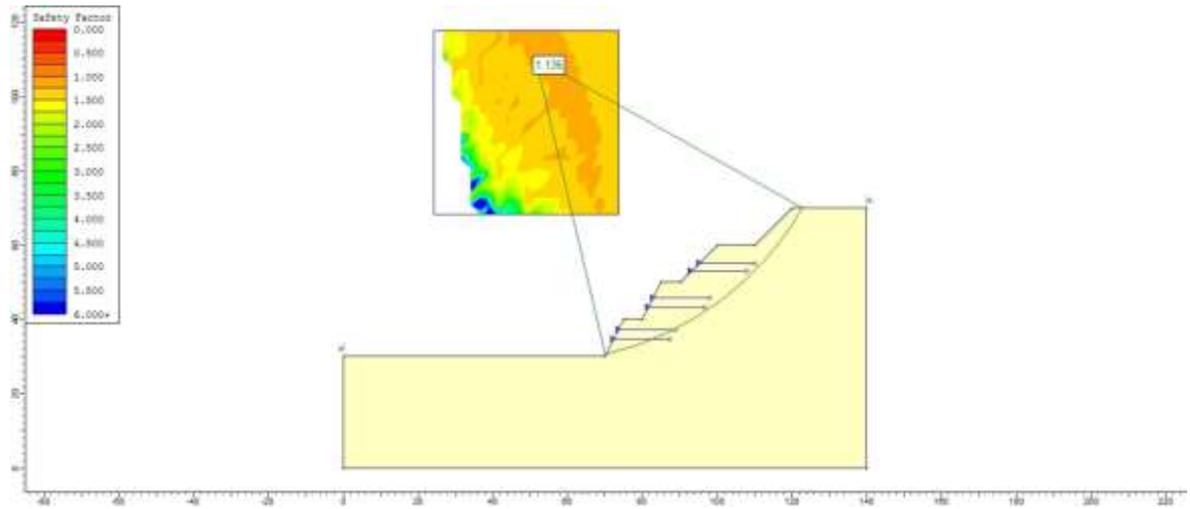


Figura 17 análisis para el FS, Bishop Simplificado

Fuente: elaboración propia (Slide versión 6.0)

Mediante el método de análisis Bishop Simplificado, aplicando los métodos de estabilización planteados, se tiene un factor de seguridad de 1.136, la cual teniendo como criterio que un talud es inestable si el factor de seguridad es menor a 1, entonces estaríamos frente a un talud estable.

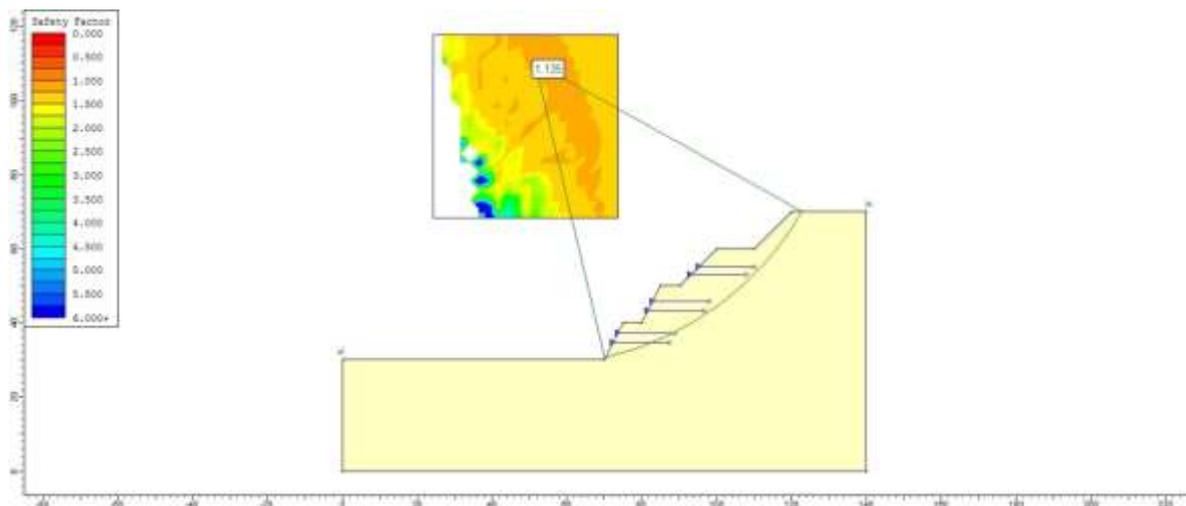


Figura 18 análisis para el FS, Spencer

Fuente: elaboración propia (Slide versión 6.0)

Mediante el método de análisis Spencer, aplicando los métodos de estabilización planteados, se tiene un factor de seguridad de 1.135; la cual teniendo como criterio que un talud es inestable si el factor de seguridad es menor a 1, entonces estaríamos frente a un talud estable.

Tabla 12 cuadro de resultados

Método de cálculo	Factor de seguridad
Bishop Simplificado	1.136
Spencer	1.135

Fuente: elaboración propia (Slide versión 6.0)

Como se muestra en la tabla 12, realizando el análisis de talud aplicando los métodos de estabilización planteados, obtuvimos un talud estable al definir un factor de seguridad mediante Bishop Simplificado igual a 1.136 y Spencer igual a 1.135.

V.- DISCUSIÓN

De acuerdo el análisis bidimensional, la cual la caracterización del talud nos da como resultado un fallamiento circular y que también se tendría una problemática de deformación plana. La longitud es mucho mayor a las características de la sección transversal, entonces no existe presencia de factores que sumen a la deformación obtenida al analizar la sección transversal; mejor dicho, las características en toda la longitud de 380.00 metros lineales al ser analizado, son similares en cualquier corte transversal generado sobre esta, por lo cual se obtendrá los mismos resultados en cualquier punto del talud; esto concuerda con lo que afirma Sotelo (2018) en su tesis doctoral: Análisis de inestabilidad de taludes de botaderos de estériles de gran altura para predecir su fallamiento. El objetivo fue realizar la evaluación de inestabilidad de taludes de los botaderos de estériles a una gran altura con el fin de establecer su modo de falla. Se llegó a la conclusión que al realizar la evaluación de la inestabilidad de taludes de los botaderos de estériles nos permite establecer su tipo de falla y criterios alarmantes para su cierre temporal.

Ambos resultados obtenidos se basan a los estudios de campo, laboratorio y del procesamiento mediante un software, la cual nos da como resultados que mediante ese proceso de evaluación se obtendrá los tipos de falla incluido la caracterización de esta.

Al emplear la metodología para realizar la evaluación de campo, ensayos de laboratorio y procesamiento mediante un programa, fue la adecuada por lo que los resultados obtenidos después del procesamiento de información son similares entre estas investigaciones al lograr el objetivo planteado.

De acuerdo a la figura 10, realizando la topografía con una estación total marca SOUTH de 2° se determinó mediante la altimetría que la altura del talud que es de 40.00 metros y mediante la planimetría que la longitud de 380.00 metros y según la tabla 7, se realizó los ensayos de laboratorio mediante el corte directo obteniendo los resultados de porcentajes de gravas, arenas finas y también los límites líquido y plástico; por lo tanto podemos decir que las muestras analizadas

son prácticamente similares, entonces al analizar el material de talud en cualquier punto de este, tendremos las mismas características, estos resultados concuerdan con lo que afirma Prado, Aguilar y Cruz (2020) en su tesis para optar título: Análisis de estabilidad de talud de la carretera nic.7 en el km 176, Municipio de Santo Tomas, del departamento de Chontales. Tiene como objetivo ejecutar la altimetría y planimetría de talud ubicado en el km 176 de la carretera Nic.7, para definir las dimensiones del mismo. Llegando a la conclusión que las características del talud corresponden mayormente a Tobas (combinación de pilli y ceniza con la variación de roca y materia vítrea como resultado de actividad volcánica), se presenta como producto del flujo volcánico a inicios de erupciones en el área. Hubo presencia de deslizamientos, como consecuencia de desprendimiento y caídas de rocas con variación de diámetros incluyendo rocas.

Estos resultados obtenidos son concordantes ya que para obtener las dimensiones del talud se tiene que realizar trabajos de topografía y los ensayos de laboratorio para obtener las características del mismo.

La metodología usada para las dimensiones y características del talud, fue la adecuada ya que de acuerdo al análisis de los resultados obtenidos de laboratorio y la topografía se pudo lograr el objetivo planteado.

De acuerdo a la tabla 8, partiendo de la premisa que el talud de muro es inestable si su FS es menor a 1, teniendo el resultado mediante los cálculos aplicando el método Bishop Simplificado y el método Spencer se obtuvo los factores de seguridad 0.579 y 0.574 respectivamente, entonces el talud de muro en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash es inestable; esto concuerda con la investigación de De La Cruz, Tunque (2015) en su tesis: Inestabilidad de taludes en el sector de Santa Bárbara de la Ciudad de Huancavelica. El objetivo es identificar la susceptibilidad y el factor de seguridad de taludes. Después de los resultados se llegó a la conclusión que los sectores Puchccoc, Manzanayocc, Arbolitos y Yuraccrumi tienen taludes estables como producto de un factor de seguridad estable mayor a 1, los sectores de Motoy Huaycco y Asequia Alta son de taludes inestables como producto de un factor de seguridad obtenido es menor a 1.

Ambos resultados obtenidos son concordantes ya que se basan al procesamiento de la información mediante software, y que se rigen a la teoría que un talud es inestable al ser menor que 1 o estable al ser mayor que 1.

Al emplear la metodología para realizar el procesamiento mediante un programa, fue la adecuada por obtener los resultados después del procesamiento de información, la cual son similares entre estas investigaciones al lograr el objetivo planteado.

VI.- CONCLUSIONES

Dando respuesta al objetivo general, se concluye que se presenta un fallamiento circular y que también se tendría el problema de deformación plana. La longitud es mucho mayor a las características de la sección transversal, entonces no existe presencia de factores que sumen a la deformación obtenida al analizar la sección transversal; mejor dicho, las características en toda la longitud de 380.00 metros lineales al ser analizado, son similares en cualquier corte transversal generado sobre esta, por lo cual se obtendrá los mismos resultados en cualquier punto del talud.

En la calicata 01, se obtuvo grava al 35%, arena al 32.55%, finos al 31.77% obteniendo la clasificación de GC; la calicata 02, se obtuvo grava al 35.68%, arena al 32.53%, finos al 31.76% obteniendo la clasificación de GC; por lo tanto realizando en análisis de corte directo en cualquier punto inclusive el corte para el modelamiento, tendremos los mismos resultados.

Dando respuesta al objetivo específico 1, se concluye que la altimetría y planimetría mediante el estudio topográfico nos da los resultados de 40.00 metros de alto, corona de 50 metros longitud inclinada de 44.721 metros y 380.00 metros de longitud del talud; para la cual se presentaron los planos de curvas de nivel.

Dando respuesta al objetivo específico 2, la calicata C-01 tiene las características de grava a 35.68%, arena a 32.55%, finos a 31.77%, límite líquido 26.86%, límite plástico de 17.46% y un índice de plasticidad de 9.4% con una clasificación de GC; por otro lado la calicata C-02 tiene las características de grava a 35.68%, arena a 32.53%, finos a 31.76%, límite líquido 26.85%, límite plástico de 17.46% y un índice de plasticidad de 9.39% con una clasificación de GC.

Dando respuesta al objetivo específico 3, se concluye que mediante los cálculos aplicando el método Bishop Simplificado y el método Spencer se obtuvo los factores de seguridad 0.579 y 0.574 respectivamente, entonces el talud de muro en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash es inestable.

VII.- RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar calicatas a cada 50 metros y tanto en la parte inferior, media y superior del talud, para así tener mayor información sobre las propiedades del talud una vez analizado en laboratorio.
2. Se recomienda realizar una topografía hidrológica de ser necesario, esto en caso de tener presencia de aguas en el talud.
3. Se recomienda realizar inmediatamente el transporte del material extraído de las calicatas una vez terminado el trabajo de excavación, para no perder las propiedades de naturales que se presente en este.
4. Se recomienda tener más de 3 muestras de calicatas para así tener mayor información sobre las propiedades del talud y tener un mejor criterio de planteamiento al realizar los trabajos de modelado y estabilización del talud.
5. Se recomienda realizar los cálculos mediante otros métodos más a los que se realizó esta investigación, con el fin de ampliar los resultados.
6. Se recomienda utilizar otros métodos de estabilización para poder comparar lo planteado en la investigación y ampliar nuestros conocimientos.
7. Se recomienda utilizar los datos y resultados presentados en esta investigación con fines prácticos que se realicen en el mismo lugar de estudio.

REFERENCIAS

- ALMANZA, Aldo, et al. Análisis modal de fallas y efectos – AMFE – en taludes. *Revista de Iniciación Científica*, 1(1), Agosto 2015. ISSN: 2412-0464.
- BERNAL, Andy, et al. Características de los suelos y sus factores limitantes de la región de murgas, provincia la habana. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas Cuba – Cultivos Tropicales*, 36 (2): 30-40, Abril - Junio 2005. ISSN: 0258-5936.
- BOJORQUE, Jaime. Análisis dinámico de estabilidad de taludes por medio de elementos finitos. *Revista MASKANA*, 7(2): 167-180, 2016.
- CAMACHO, Javier, et al. Resistencia al corte en discontinuidades con diferentes grados de rugosidad. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 19(1) 55-70, Junio 2009. ISSN: 0124-8170.
- CAMACHO, Sebastián, et al. Análisis cuantitativo en la influencia de la geomorfología en la estabilidad de taludes. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16 (30): 13-28, Enero - Junio 2017. ISSN: 1692-3324.
- CAREAGA, Adriana. La evaluación como herramienta de transformación de la práctica docente. *Revista Educere*, 5(15):345-352, Octubre – Marzo 2001. ISSN: 1316-4910.
- CARRIÓN AGUILAR, Carlos Humberto. Análisis y diseño de la estabilidad de talud en el sector Sausacocha – Pallar km. 8+000 al 9+000 provincia de Sánchez Carrión, departamento de la Libertad, 2017. Tesis (Título de ingeniero civil). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2019. 212 pp.
- CASTRILLÓN, Catalina y QUINTERO, Juan. Guía de instrumentación en taludes intervenidos por un proyecto vial. Tesis (Título de especialista en vías y transporte). Medellín: Universidad de Medellín, 2012. 128 pp.
- CORNEJO, Luis, MARCHÁN, Reyner y GINES, Eber. Riesgo por deslizamiento en el sector de “Mal Paso”, Tumbes, Perú. *Revista de investigación científica: Manglar*, 5(1):19-26, 2018. ISSN: 2414-1046.

CUETO, Carlos, ESTÉVEZ, Elmidio y DIAZ, Carlos. Inventario de fenómenos gravitacionales en el Occidente de Cuba. *Centro de información y gestión tecnológica*, 21(1):89-102, Enero–Marzo 2019. ISSN: 1562-3297.

DE LA CRUZ, Luis y TUNQUE, Luis. Inestabilidad de taludes en el sector de Santa Bárbara de la Ciudad de Huancavelica. Tesis (Título de ingeniería civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2015.283 pp.

DÍAZ, Víctor y CALZADILLA, Aracelis. Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la Salud. *Revista Ciencias de la Salud*, 14(1):115-121, 2016. ISSN: 1692-7273.

ESCOBAR, Luis y VALENCIA, Yamile. Análisis de estabilidad y probabilidad de falla de dos taludes de suelo tropical en la autopista Medellín – Bogotá en el tramo de vía entre Marinilla y Santuario. *Boletín de ciencias de la tierra*, 31:51-64, Julio 2012. ISSN: 0120-3630.

GALLARDO, Romel, GUERRERO, Thomas y MACGREGOR, Agustín. Investigación Geotécnica para la estabilización de las laderas del Barrio San Fermín, municipio de Ocaña, departamento de Norte de Santander (Colombia). *Revista INGE CUC*, 9(2):66-74, Diciembre 2013.

HIDALGO, César y VEGA, Johnny. Estimación de la amenaza por deslizamientos detonados por sismos y lluvia (valle de Aburrá-Colombia). *Revista EIA*, 11(22):103-117, 2014. ISSN: 1794-1237.

LORENZO, Raydel, et al. Aplicación de la teoría de seguridad al diseño geotécnico de losas sobre pilotes. *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, 28(3):251-265, Diciembre 2013.

LUGO ALVAREZ, Emel Diego. Combinación de los métodos janbú – spencer en el análisis de estabilidad de taludes para el empleo de sistemas flexibles de alta resistencia en la construcción de carreteras. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional Federico Villareal, 2018. 132 pp.

MARTÍNEZ, Ana. Diseño de investigación, principios teórico-metodológicos y prácticos para su concreción. *Anuario escuela de archivología*, 4:37-63, 2013. ISSN: 1852-6446.

MESA, Milena, ÁLVAREZ, José y CHÁVEZ, Jorge. Evaluación del factor de seguridad en taludes de terraplenes carreteros altos ante carga sísmica. *Revista Ingeniería Sísmica*, 103:1-17, 2020. ISSN: 2395-8251.

MESA, Milena y TEJADA, Eduardo. Análisis de la estabilidad de taludes en terraplenes mediante los métodos de equilibrio límite y el método de elementos finitos. *Revista Cubana de Ingeniería*, 9(1):49-56, Enero-Abril 2018. ISSN: 2223-1781.

MORA, René y ROJAS, Eduardo. Efecto de la saturación en el deslizamiento de talud en la comunidad San Juan de Grijalva, Chiapas. *Revista Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 8(1):55-68, 2012. ISSN: 1405-7743 FI-UNAM.

MORA, Rolando y GRANADOS, Raquel. Análisis de estabilidad de taludes considerando la incertidumbre de los datos: caso comunidad de mansiones de montes de oca, san José, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 47:133-141, 2012. ISSN: 0256-7024.

MORENO, Hermán, et al. La lluvia y los deslizamientos de tierra en Antioquia: análisis de su ocurrencia en las escalas interanual, intraanual y diaria. *Revista EIA*, 5:59-69, Junio 2006. ISSN: 1794-1237.

OYOLA, Romer y VACA, Luis, María. Uso de la teoría de Mohr-Coulomb para explicar el mejoramiento de suelos mediante el proceso de compactación. *Revista Arquitectura e Ingeniería*, 12(1):1-11, 2018. ISSN: 1990-8830.

PRADO, Adan, AGUILAR, Juan y CRUZ, Rinath. Análisis de estabilidad de talud de la carretera NIC.7 en el km 176, municipio de Santo Tomas, del departamento de Chontales. Tesis (Título de ingeniero geólogo). Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2020. 102 pp.

REIDL, Lucy. El diseño de investigación en educación: conceptos actuales investigación en educación médica. *Investigación en educación médica*, 1(1):35-39, 2019. ISSN: 2007-865X.

RIVERA, Jhonathan, et al. Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). *Revista Informador Técnico*, 84(2) 202-226, Julio -Diciembre 2020. ISSN: 2256-5035.

SÁENZ CORREA, Enrique Yocymar. Evaluación geotécnica de los taludes en el tramo de carretera el Gavilán – Chigden. *Revista Geotecnia*, 2-6, Agosto 2015.

SÁNCHEZ, Fabio. Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista digital de investigación en docencia universitaria*, 13(1):102-122, Junio 2019. ISSN: 2223-2516.

SANHUEZA, Carola y RODRIGUEZ, L. Análisis Comparativo de métodos de cálculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales. *Revista de la construcción*, 12(1):17-29, Abril 2013. ISSN: 0718-915X.

SOTELO MONTES, Javier Enrique. Análisis de inestabilidad de taludes de botaderos de estériles de gran altura para predecir su fallamiento. Tesis (Doctor en ingeniería civil). Lima: Universidad Nacional Federico Villareal, 2018. 102 pp.

SOUSA, Valmi, DRIESSNASK, Martha y COSTA, Isabel. Revisión de diseños de investigación resaltantes para enfermería. parte 1: diseños de investigación cuantitativa. *Revista Latino-am Enfermagem*, 15(3), Mayo-Junio 2007. ISSN: 0104-1169.

TAFUR, Carlos. Estudio de la estabilización del talud tramo km-318+000 hasta km-318+300 de la carretera Cajamarca - Chachapoyas. *Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 2(3):55-62, 2019. ISSN: 2414-8822.

TICONA MARCA, Pablo Cesar. Estabilización de taludes en la carretera pe1-nf tramo Contumazá–Chilete-2019. Tesis (Titulo de ingeniería civil). Trujillo: Universidad Privada de Trujillo, 2019.

TORRES-HOYER, Roberto, TORRES-HOYER, Jesús y MONSALVE, María. Análisis de estabilidad cuasi-tridimensional de un talud de suelo empleando el método de elementos finitos: Autopista San Cristóbal – La Fría, Venezuela. *Revista Ciencia e Ingeniería*, 34(2):63-71, Abril-Julio 2013. ISSN: 1316-7081.

VALIENTE, Ricardo, SOBRECASES, Salvador y DÍAZ, Aníbal. Estabilidad de taludes: conceptos básicos, parámetros de diseño y métodos de cálculo. *Revista Civilizate*, 7:50-54, 2015.

VALLARINO, Ruby, et al. Bioingeniería de taludes: evaluación del uso de árboles y arbustos como posible mecanismo para incrementar el factor de seguridad. *Revista de Iniciación Científica RIC*, 7(2): 26-38, Julio-Diciembre 2021. ISSN: 2412-0464.

VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1):155-165, 2009. ISSN: 0379-7082.

HERNÁNDEZ, Yelena y RAMÍREZ, Hildebrando. Evaluación del riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca Cay, Ibagué, Tolima, Colombia. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 26(2):111-128, Mayo 2016. <https://doi.org/10.18359/rcin.1800>.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 13 Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Talud	<p>El talud se define como una superficie de tierra y roca que forma un ángulo de inclinación con la horizontal, este talud puede ser formado de manera natural o hecho por acción del hombre (Ticona 2019).</p>	<p>Se comienza por identificar los puntos críticos en la ladera, luego se serializaran estudios preliminares para obtener datos, luego se procesará los datos para obtener las propiedades del talud, a partir de estos datos se realizará el modelado . Luego se debe de diseñar el sistema de estabilización del talud y finalizar con una probabilidad de falla mínima, expresado en un $FS > 1$.</p>	<p>Propiedades físicas y geomecánicas del talud</p>	Ángulo de inclinación	Grados (°)
				Ángulo de fricción	Grados (°)
				Humedad del suelo	%
				Peso específico	N/m^3

<p>Estabilidad</p>	<p>La estabilidad de taludes es una acción realizada para asegurar con cierto grado de equilibrio, para que el elemento no fallara bajo las circunstancias o condiciones que se encuentre.</p>	<p>La estabilidad se definirá una vez realizado procesamiento de datos y se definirá dependiendo el factor de seguridad que se obtenga.</p>	<p>Evaluación y análisis respecto a la estabilidad del talud.</p>	<p>Factor de seguridad (F.S.)</p>	
---------------------------	--	---	---	-----------------------------------	--

ANEXO 2: Matriz de consistencia

Tabla 14 Matriz de consistencia

TÍTULO: Evaluación de la estabilidad de taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Metodología
Problema general: ¿Cuál es la evaluación de la estabilidad de taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash?	Objetivo general: Realizar la evaluación de la estabilidad de taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash.	Hipótesis general: Con la evaluación que se realizará, se obtendrá las características y tipos de falla con respecto a la estabilidad de los taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash.	Talud	Propiedades físicas y geomecánicas del talud	Ángulo de inclinación	Grados (°)
					Ángulo de fricción	Grados (°)
Problema específico: ¿Cuál es la planimetría y altimetría del talud de muro en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash?	Objetivo específico: Determinar la planimetría y altimetría del talud de muro en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash.	Hipótesis específico: Mediante la topografía se obtendrán los datos de planimetría y altimetría del talud de muro en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz.			Humedad del suelo	%
					Peso específico	N/m ³

<p>Problema específico: ¿Cuáles son las características de los taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash?</p>	<p>Objetivo específico: Determinar las características de los taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash.</p>	<p>Hipótesis específico: Mediante los ensayos de laboratorio, se definen las características de los taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash.</p>	<p>Estabilidad</p>	<p>Evaluación y análisis respecto a la estabilidad del talud.</p>	<p>Factor de seguridad (F.S.)</p>	
<p>Problema específico: ¿Cuál es el factor de seguridad del talud de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash?</p>	<p>Objetivo específico: Determinar el factor de seguridad del talud de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash.</p>	<p>Hipótesis específico: Después del procesamiento de la información de campo y laboratorio, se determina el factor de seguridad del talud de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash.</p>				

ANEXO 3: Panel fotográfico



**DESLIZAMIENTO
POR
PRECIPITACIONES**

Figura 19 Ubicación del talud para analizar

Fuente Google Earth Pro



Figura 20 Ensayos de laboratorio

ANEXO 4: Instrumentos de recolección de datos

	GEOSTRUCT <small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES</small>	<small>Jr. Huacón N° 240 - Iruaz Telef: 943048865 / 942918776 informes@geestruct.com.pe www.geestruct.com.pe</small>																					
PROYECTO:																							
SOLICITANTE:																							
LUGAR:																							
CALICATA: PROFUNDIDAD: FECHA:																							
CONTENIDO DE HUMEDAD																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 60%;">PESO HUMEDO + RECIPIENTE (gr)</td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td></tr> <tr><td>PESO SECO - RECIPIENTE (gr)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE (gr)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td></tr> </table>			PESO HUMEDO + RECIPIENTE (gr)			PESO SECO - RECIPIENTE (gr)			PESO RECIPIENTE (gr)														
PESO HUMEDO + RECIPIENTE (gr)																							
PESO SECO - RECIPIENTE (gr)																							
PESO RECIPIENTE (gr)																							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO																							
PESO INICIAL SECO: % Pasa N° 200 :																							
PESO LAVADO SECO:																							
TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO QUE PASA																		
3																							
11/2																							
3/4																							
3/8																							
N° 4																							
N° 8																							
N° 16																							
N° 30																							
N° 50																							
N° 100																							
N° 200																							

	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
N° de golpes		
Peso frasco + peso suelo húmedo (gr)		
Peso frasco + peso suelo seco (gr)		
Peso frasco (gr)		

PESO ESPECÍFICO					
Peso frasco + agua	Peso material sup. seca al aire	Peso material sat. + agua + frasco	Peso global con desp. de volúmen	Peso volúmen de masa + volúmen de vacíos	Peso específico

 OBSERVACIONES:



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 3 de 5

TESIS: EVALUACION DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE MUROS EN EL SECTOR DE MULLACA, TARICA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: HERRERA ALVA EDINSON LUIS - MONTAÑEZ ROSALES EBER DENIS
LUGAR: MULLACA-TARICA-HUARAZ-ANCASH
CALICATA N°: C-01
MUESTRA N°: MAS 01
PROFUND.(m): 1.00
FECHA: 7/09/2022

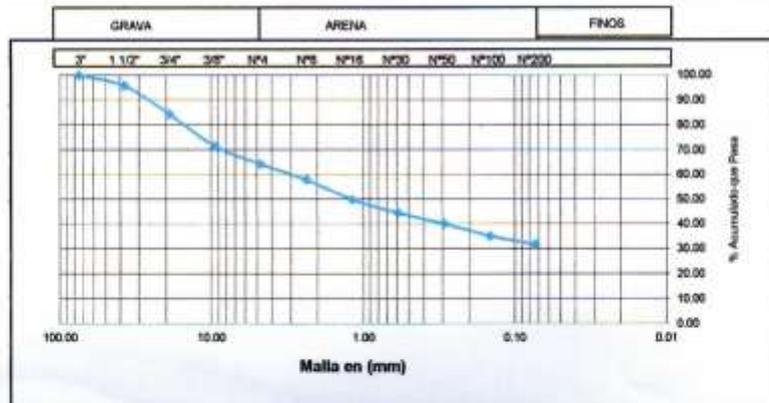
CERT: 22-1076

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D422 NTP 339.126

PESO INICIAL SECO (gr): 3270.00 % Pasa N° 200: 31.77
PESO LAVADO SECO (gr): 2231.10 % Peso Retenido 3" (gr): 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	140.20	4.29	4.29	95.71
3/4"	19.000	366.10	11.20	15.48	84.52
3/8"	9.500	420.20	12.85	28.33	71.67
N°4	4.750	240.10	7.34	35.68	64.32
N°8	2.360	210.20	6.43	42.10	57.90
N°16	1.180	260.40	7.96	50.07	49.93
N°30	0.590	180.10	5.51	55.57	44.43
N°50	0.295	140.10	4.28	59.86	40.14
N°100	0.148	162.30	4.96	64.82	35.18
N°200	0.074	111.40	3.41	68.23	31.77
< N°200	0.000	0.00	0.00	68.23	31.77
TOTAL		2231.10			--



Gravas (%) :	35.68	Arena (%) :	32.55	Finos (%) :	31.77
D10 (mm) :	--	D30 (mm) :	--	D60 (mm) :	2.97
Coef. Unif. (Cu) :	--			Coef. Conc.(Cc) :	--



www.EYANLUISBARRETOALVA.com
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 17320
Especialista en el rubro de
Ingeniería y Geotecnia

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geoestructura@gmail.com - jbarreto@gmail.com - informes@geoestruct.com.pe
www.geoestruct.com.pe

TESIS: EVALUACION DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE MUROS EN EL SECTOR DE MULLACA, TARICA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: HERRERA ALVA EDINSON LUIS - MONTAÑEZ ROSALES EBER DENIS

LUGAR: MULLACA-TARICA-HUARAZ-ANCASH

CALICATA N°: C-01

MUESTRA N°: MAB 01

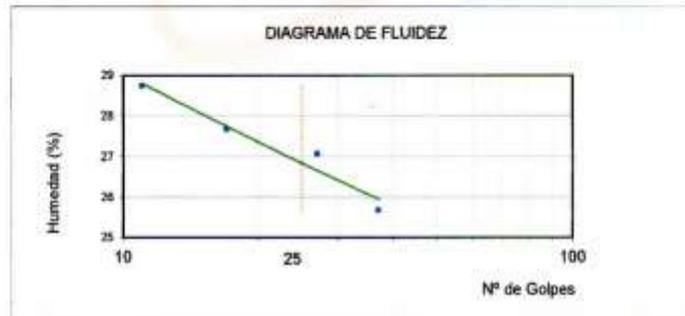
PROFUND.(m): 1.00

FECHA: 7/09/2022

CERT: 22-1076

LIMITES DE CONSISTENCIA
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO
ASTM D 4318 - NTP 339.129

N° de golpes	11	17	27	37
Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	33.50	34.00	36.20	34.80
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	28.70	29.10	31.30	30.10
Peso frasco (gr)	12.00	11.40	13.20	11.80
Peso del agua (gr)	4.80	4.90	4.90	4.70
Peso Suelo Seco (gr)	16.70	17.70	18.10	18.30
Contenido de Humedad (%)	28.74	27.68	27.07	25.68



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO
ASTM D 4318 - NTP 339.129

Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	22.40	21.00	23.10
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	20.72	19.53	21.20
Peso frasco (gr)	10.00	11.40	11.00
Peso del agua (gr)	1.68	1.47	1.90
Peso Suelo Seco (gr)	10.72	8.13	10.20
Contenido de Humedad (%)	15.67	18.06	18.63

Límite Líquido (L.L.):	26.86
Límite Plástico (L.P.):	17.46
Índice de Plasticidad (I.P.):	9.40



FRAN FRAY LUIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 4726
Miembro del Colegio de Ingenieros de Geotecnia

Huancayo, 04 de Julio del 2022

TESIS: EVALUACION DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE MUROS EN EL SECTOR DE MULLACA, TARICA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: HERPEA ALVA EDINSON LUIS - MONTAÑEZ ROSALES EBER DENIS
LUGAR: MULLACA-TARICA-HUARAZ-ANCASH
FECHA: 7/09/2022

CERT: 22-1076

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA N°:	C-01	
MUESTRA N°:	MAB 01	
PROFUND.(m):	1.00	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	95.71
	3/4"	84.52
	3/8"	71.67
	N°4	64.32
	N°8	57.90
	N°16	49.93
	N°30	44.43
	N°50	40.14
	N°100	35.18
N°200	31.77	
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	35.68%
	Arena	32.55%
	Finos	31.77%
Mitad de Fraccion Gruesa	34.11%	
Limites de Consistencia	L.L.	26.86%
	L.P.	17.46%
	I.P.	9.40%
Contenido de Humedad Natural (%)	3.14	
Clasificación SUCS	GC	
Descripción	Gravas arcillosas con arena.	
Angulo de fricción (φ):	32.08°	
Cohesión (c):	0.080 (Kg/cm2)	



HERPEA ALVA EDINSON LUIS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47288
Módulo de Ingeniería
Estructural y Geotécnica



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de la estabilidad de taludes de muros en el sector de Mullaca, Tarica, Huaraz, Ancash", cuyos autores son HERRERA ALVA EDINSON LUIS, MONTAÑEZ ROSALES EBER DENIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo 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.

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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

HUARAZ, 12 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO DNI: 70407573 ORCID: 0000-0003-0254-301X	Firmado electrónicamente por: SLEYTHER el 17-12- 2022 13:04:44

Código documento Trilce: TRI - 0484930