



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante
métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo,
Aymaraes, Apurímac 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil

AUTORA:

Br. Medina Núñez, Leonor Eugenia (ORCID: 0000-0002-2321-1316)

ASESOR:

Dr. Ing. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto (ORCID: 0000-0002-1968-9122)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima – Perú

2020

Dedicatoria

La presente investigación la dedico primeramente a DIOS quien vela mis pasos, a mi padre QEPD Cecilio Medina Mena por la gran enseñanza y consejos que me dio, a mi madre Lucia Núñez Aroste por la dedicación y perseverancia, a mi familia que me alienta a seguir adelante.

A mi pequeña hija Alba Luciana que me enseña que los triunfos con amor y dedicación son los que mejor resultan.

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad Cesar Vallejo, por la oportunidad que me está brindando para cumplir una de mis metas, también, agradezco al Dr. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta por la paciencia y dedicación como asesor.

A mis padres, familia, pareja que me apoya en todo momento y acompaña en todo el proceso de mi investigación

¡Gracias!

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras	vii
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico.....	4
III. Metodología.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.1.1. Método	14
3.1.2. Tipo	14
3.1.3. Nivel	14
3.1.4. Diseño	15
3.2. Variables y operacionalización	15
3.3. Población, muestra y muestreo	17
3.3.1. Población	17
3.3.2. Muestra	17
3.3.3. Muestreo	17
3.3.4. Unidad de análisis	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.4.1. Técnica.....	18
3.4.2. Instrumentos	18
3.4.3. Validez	18
3.4.4. Confiabilidad	19
3.5. Procedimientos	19
3.5.1. Estudios previos.....	19
3.5.1.1. Descripción de la zona de investigación.....	19
3.5.1.1.1. Geología local	19
3.5.1.1.2. Precipitación.....	20
3.5.2. Estudios de campo.....	21
3.5.2.1. Exploración de suelos.....	21
3.5.2.1.1. Calicatas	21
3.5.2.1.2. Muestreo representativo.....	21
3.5.2.2. Levantamiento topográfico	21
3.5.3. Estudios de laboratorio.....	21
3.6. Método de análisis de datos	22
3.6.1. Calicatas	22
3.6.2. Resultados de los ensayos de laboratorio.....	22
3.6.3. Cuantificación de la geometría de la sección de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.....	23
3.6.3.1. Topografía del terreno	23

3.6.3.1.1. Tramo km 26+100 al km 26+140	23
3.6.3.1.2. Tramo km 26+500 al km 26+640	23
3.6.3.1.3. Tramo km 27+560 al km 27+680	24
3.6.4. Determinación del tipo de falla de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.....	24
3.6.4.1.1. Tramo km 26+100 al km 26+140	25
3.6.4.1.2. Tramo km 26+500 al km 26+640	25
3.6.4.1.3. Tramo km 27+560 al km 27+680	26
3.6.5. Cálculo del factor de seguridad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.....	26
3.6.5.1. Condición estática	27
3.6.5.1.1. Condición estática en escenario normal.....	27
3.6.5.1.2. Condición estática en escenario de lluvia	28
3.6.5.2. Condición pseudo - estático.....	29
3.6.5.2.1. Condición pseudo - estático en escenario normal.....	29
3.6.5.2.2. Condición pseudo - estático en escenario de lluvia	30
3.6.6. Determinación de la estabilidad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.....	31
3.6.7. Condición estática	31
3.6.7.1. Tramo km 26+100 al km 26+140	31
3.6.7.2. Tramo km 26+500 al km 26+640	31
3.6.7.3. Tramo km 27+560 al km 27+680	31
3.6.8. Condición pseudo - estático	32
3.6.8.1. Tramo km 26+100 al km 26+140	32
3.6.8.2. Tramo km 26+500 al km 26+640	32
3.6.8.3. Tramo km 27+560 al km 27+680	33
3.7. Aspectos éticos.....	33
IV. Resultados	34
4.1. Cuantificación de la geometría de la sección de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.	34
4.2. Determinación del tipo de falla de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.	34
4.3. Cálculo del factor de seguridad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.	35
4.3.1. Condición estática	35
4.3.2. Condición pseudo - estático	35
4.4. Determinación de la estabilidad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.	36
4.4.1. Condición estática	36
4.4.2. Condición pseudo – estático	36
V. Discusión	37
VI. Conclusiones	40
VII Recomendaciones	41
Referencias	42
Anexos	46

Índice de tablas

Tabla 2.1. Inclinación en Taludes de corte relación H: V.....	10
Tabla 2.2. Clasificación del tipo de topografía.....	10
Tabla 2.3. Factor de zona	12
Tabla 3.1. Operacionalización de variables.....	16
Tabla 3.2. Rango y magnitud de validez según Herrera.....	18
Tabla 3.3. Validez de contenido del instrumento.....	18
Tabla 3.4. Rango y magnitud de confiabilidad.....	19
Tabla 3.5. <i>Formación geológica de la zona de investigación</i>	20
Tabla 3.6. Precipitación meteorológica del año 2017 al 2020	20
Tabla 3.7. Ubicación de las calicatas	22
Tabla 3.8. Resultados de ensayo de mecánica de suelos.....	22
Tabla 3.9. Resultado de las pendientes	24
Tabla 3.10. Factor de seguridad en condición estática escenario normal	27
Tabla 3.11. Factor de seguridad en condición estática en temporada de lluvia.....	28
Tabla 3.12. Factor de seguridad en condición pseudo-estático en escenario normal	29
Tabla 3.13. Factor de seguridad en condición pseudo-estático en escenario de lluvia	30
Tabla 4.7. Nivel de estabilidad en condición estática km 26+100 al km 26+140	31
Tabla 4.8. Nivel de estabilidad en condición estática km 26+500 al km 26+640	31
Tabla 4.9. Nivel de estabilidad en condición estática km 27+560 al km 27+680	32
Tabla 4.10. Nivel de estabilidad en condición pseudo-estático km 26+100 al km 26+140	32
Tabla 4.11. Nivel de estabilidad en condición pseudo-estático km 26+500 al km 26+640	32
Tabla 4.12. Nivel de estabilidad en condición pseudo-estático km 27+560 al km 27+680	33
Tabla 4.1. Resumen de los datos obtenidos en el levantamiento topográfico	34
Tabla 4.2. Tipo de falla en los taludes.....	34
Tabla 4.3. Factor de seguridad en condición estática	35
Tabla 4.4. Factor de seguridad en condición pseudo - estático.....	35
Tabla 4.5. Nivel de estabilidad en condición estática	36
Tabla 4.6. Nivel de estabilidad en condición pseudo – estático.....	36

Índice de figuras

Figura 1.1. Foto km 26+100 a km 26+140	1
Figura 1.2. Foto km 27+560 al km 27+680	1
Figura 3.1. Precipitación meteorológica del año 2017 al 2020.....	20
Figura 3.2. Sección transversal tramo km 26+100 al km 26+140	23
Figura 3.3. Sección transversal tramo km 26+500 al km 26+640	23
Figura 3.4. Sección transversal tramo km 27+560 al km 27+680	24
Figura 3.5. Talud en el tramo km 26+100 al km 26+140.....	25
Figura 3.6. Talud en el tramo km 26+500 al km 26+640.....	25
Figura 3.7. Talud en el tramo km 27+560 al km 27+680.....	26
Figura 3.8. Modelo estático km 26+100 al km 26+140.....	27
Figura 3.9. Modelo estático - lluvia km 26+500 al km 26+640	28
Figura 3.10. Modelo pseudo-estático km 27+560 al km 27+680.....	29
Figura 3.11. Modelo pseudo-estático - lluvia km 26+500 al km 26+640.....	30

Resumen

La presente investigación titula: Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba-San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020, tuvo el objetivo: Determinar la estabilidad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba-San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020. Como metodología, se aplicó el método deductivo, tipo: aplicada, nivel: descriptivo–explicativo. Los resultados obtenidos fueron: en escenario normal y lluvia condición estático se obtuvieron los valores km 26+100 al km 26+140 $FS=0.98$, km 26+500 al km 26+640 $FS=1.51$, km 27+560 al km 27+680 tiene $FS=0.97$, del mismo modo en condición pseudo-estático el km 26+100 al km 26+140 $FS= 0.79$, km 26+500 al km 26+640 $FS=1.24$, km 27+560 al km 27+680 $FS= 0.78$, la investigación muestra como conclusión: El nivel de estabilidad del talud más crítico km 27+560 al km 27+680, en condición estático se obtuvo el valor $FS=0.97$ menor 1.50, del mismo modo en condición pseudo-estático presenta $FS=0.78$ menor a 1.00, ambas condiciones el talud es inestable; el nivel de estabilidad a medida que incrementa la altura tiende a ser más inestable ya que el factor de seguridad disminuye.

Palabras clave: talud; altura; ángulo de talud; factor de seguridad; estabilización.

Abstract

The present investigation is entitled: Stabilization of high altitude slopes analyzed by limit equilibrium methods, Taquebamba-San Mateo road, Aymaraes, Apurimac 2020, had the objective: To determine the stability of high altitude slopes analyzed by limit equilibrium methods, Taquebamba-San Mateo road, Aymaraes, Apurimac 2020. As a methodology, the deductive method was applied, type: applied, level: descriptive-explanatory. The results obtained were: in normal scenario and rain static condition the values km 26+100 to km 26+140 $FS=0.98$, km 26+500 to km 26+640 $FS=1.51$, km 27+560 to km 27+680 has $FS=0.97$, likewise in pseudo-static condition km 26+100 to km 26+140 $FS= 0.79$, km 26+500 to km 26+640 $FS=1.24$, km 27+560 to km 27+680 $FS= 0.78$, the research shows as conclusion: The most critical slope stability level km 27+560 to km 27+680, in static condition was obtained the value $FS=0.97$ lower than 1.50, in the same way in pseudo-static condition presents $FS=0.78$ lower than 1.00, both conditions the slope is unstable; the stability level as the height increases tends to be more unstable since the safety factor decreases.

Keywords: slope; height; slope angle; factor of safety; stabilization.

I. Introducción

La ejecución de obras civiles como carreteras, puentes, canales y terraplenes trae como consecuencia deslizamientos de grandes masas es ahí donde surge la necesidad de analizar mediante los métodos de equilibrio límite la estabilidad del talud.

Los factores externos causados por fenómenos naturales o artificiales son desencadenantes para generar deslizamientos en los taludes que a menudo provocan la muerte, las interrupciones relacionadas con el tráfico tienen un efecto fuerte y perjudicial en las actividades económicas de cada población. Asociación de Carreteras del Japón (1984)

Asimismo, se considera que los problemas habituales tienen relación con la inestabilidad de taludes que crea y afecta la transitabilidad por eso el control de los taludes es de gran importancia. Dirección General de Asuntos Socio-Ambientales (2005)

Alrededor del año 2002, se apertura la carretera Taquebamba - San Mateo siguiendo el eje de un camino antiguo que ya presentaba problemas de erosión y deslizamiento; con la actual vía los deslizamientos y los desprendimientos de roca de los taludes son constantes afectando la plataforma de la carretera, se identificó tres zonas más inestables de la carretera Taquebamba – San Mateo, que están ubicados en las progresivas tramo km 26+100 al km 26+140, km 26+500 al km 26+640 y km 27+560 al km 27+680, siendo este la única carretera que comunica directamente ambas comunidades, para el análisis de los taludes se aplicó el método de equilibrio límite para cuantificar el factor de seguridad que indique la estabilidad del talud.



Figura 1.1. Foto km 26+100 a km 26+140
Fuente: Elaboración propia



Figura 1.2. Foto km 27+560 al km 27+680
Fuente: Elaboración propia

Como se observan en imágenes y lo descrito párrafos anteriores, se considera como realidad problemática como los taludes deslizados afectan la plataforma de la carretera en las progresivas tramo km 26+100 al km 26+140, km 26+500 al km 26+640 y km 27+560 al km 27+680, analizando la realidad problemática es necesario formular el problema, considerando como **problema general**: ¿Cuán estable son los taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020?, como problemas específicos la **primera**: ¿Cuál es la geometría de la sección de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020?, la **segunda**: ¿Cuál es el tipo de falla de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020?, la **tercera**: ¿Cuánto es el factor de seguridad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020?, ¿Cuánto es la altura máxima de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020?. Continuando, la secuencia del nuevo esquema de proyecto de investigación se muestra la justificación del problema; desde el punto de **vista teórico**: La presente investigación seguirá los lineamientos de la guía de elaboración de trabajos de investigación, contemplando conceptos basados en las variables de investigación como en cada una de las dimensiones, podrá obtener datos de los diferentes ensayos de mecánica de suelos y con el estudio topográfico se podrá modelar al talud y cuando sucede la falla siguiendo los métodos de equilibrio límite se podrá obtener factores de seguridad, para tener un mejor conocimiento de la zona vulnerable para amortiguar los efectos causados por los deslizamientos, desde la perspectiva **práctica**: Surge la necesidad de elaborar la investigación para conocer el nivel de estabilidad de los taludes teniendo en cuenta los factores geotécnicos, la geometría de la sección en las progresivas tramo km 26+100 al km 26+140, km 26+500 al km 26+640 y km 27+560 al km 27+680. Finalmente, en lo **metodológico**: Se realizará describiendo las características, propiedades de cada variable, también explicara como se relacionan, porque y como sucede. Asimismo se fijó el **objetivo general**:

Determinar la estabilidad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020 y como objetivos específicos, **la primera:** Cuantificar la geometría de la sección de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020, la **segunda:** Determinar el tipo de falla de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020, la **tercera:** Calcular el factor de seguridad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020. Planteado los problemas y fijado los objetivos se formula la **hipótesis general:** Los taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite son estables carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020, las hipótesis específicas; **la primera:** La geometría de la sección de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite es adecuado, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020, la **segunda:** El tipo de falla de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite es rotacional, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020 y la **tercera:** El factor de seguridad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite son estables, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020.

II. Marco teórico

En los trabajos previos como **antecedentes nacionales**, Ccahuana y Sánchez (2019) en la tesis de grado **titulado**: “Análisis de estabilidad de talud mediante métodos de equilibrio límite para la carretera Huancavelica – Lircay entre las progresivas del Km 02+700 al Km 02+800”, estableció como **objetivo**: fue el de evaluar geotécnicamente la estabilidad del talud con el fin de emitir soluciones seguras y garantizar el tránsito vehicular como peatonal, aplicando una **metodología**: de manera explicativa - correlacional que parte de una causa con el estudio descriptivo para conocer los eventos naturales y también las propiedades mecánicas del terreno, obtuvo los siguientes **resultados**: en el talud km 2+750 se obtuvo los valores del factor de seguridad en condiciones estáticas bajo temporadas normales: Bishop simplificado FS=1.383, Morgenstern-Price FS=1.389 y Spencer FS=1.402 y condiciones estáticas bajo temporada de lluvia: Bishop simplificado FS=1.032, Morgenstern-Price FS=1.047 y Spencer FS=1.085, condiciones pseudo estáticas bajo temporadas normales: Bishop simplificado FS=1.100, Morgenstern-Price FS=1.107 y Spencer FS=1.150 y condiciones pseudo estáticas bajo temporadas de lluvia: Bishop simplificado FS=0.811, Morgenstern-Price FS=0.833 y Spencer FS=0.877, finalmente fija como **conclusión**: en la parte superior del talud se genera suelo residual teniendo un espesor de 0.30 – 2.00 m, el cual se satura en temporada de lluvias disminuyendo su resistencia y generando deslizamientos, el factor de seguridad calculado por el método de equilibrio límite demuestra que en condiciones secas el talud es estable. Luego, Torres (2019) en la tesis de grado **titulado**: “Estabilidad de taludes para mejorar la transitabilidad y seguridad en los tramos críticos de la carretera Monteseco, Distrito Catache”, estableció como **objetivo**: Diseñar un sistema de estabilización del talud que posea mayor inestabilidad en los tramos críticos de la carretera Monteseco, Distrito Catache, aplicando una **metodología**: descriptiva no experimental recolectando datos mediante levantamientos topográficos y ensayos de mecánica de suelos, obtuvo los siguientes **resultados**: en el talud analizado se identificó grietas con una profundidad de 0.60 m., obteniendo el tipo de falla rotacional con una superficie de falla circular y con los métodos de equilibrio límite se calculó el FS para solicitaciones estáticas: Bishop FS=1.20, Spencer FS=1.20, y Morgenstern- Price FS=1.20 todos menores de FS=1.50 fijados en la norma CE020 estabilización de

suelos y taludes, finalmente fija como **conclusión**: el material predominante del talud es Arcilla de baja plasticidad con arena el cual es malo y con el tiempo producirá deslizamiento de gran masa también menciona que la topografía es accidentada y presenta erosión en la corona debido a que no posee obras de drenaje. Seguidamente, Caruajulca (2017) en la tesis de grado **título**: “Estabilidad de taludes del tramo km 07+000 al km 09+000 de la carretera Pedro Ruíz – Chachapoyas, Amazonas 2016”, estableció como **objetivo**: evaluar los factores que intervienen en la estabilidad e inestabilidad de los taludes de la carretera Pedro Ruíz – Chachapoyas en el tramo km 07+000 al km 09+000, aplicando una **metodología**: descriptiva no experimental basándose en la interpretación y análisis de los resultados obtenidos de los diferentes ensayos aplicados, obtuvo los siguientes **resultados**: la topografía del terreno en el km 07+300-km07+320 tiene una pendiente de 39.77% el cual es un terreno ondulado y en el km 07+500-km07+530 tiene una pendiente de 79.19% el cual es un terreno accidentado, calculando con el método de equilibrio límite en el tramo km 07+300-km 07+320 se obtuvo el factor de seguridad, Bishop Simplificado $FS=0.475$, Spencer $FS=0.474$ y Morgenstern–Price $FS=0.473$, asimismo en el tramo km 07+500- km 07+530 se obtuvo el factor de seguridad, Bishop simplificado $FS=0.207$, Spencer $FS=0.205$ y Morgenstern–Price $FS=0.205$, finalmente fija como **conclusión**: analizando con el método de equilibrio límite los factores de seguridad en los tramos km 07+300 – km 07+320 el y el km 07+500 – km 07+530 los factores mínimos son $FS=0.203$ y $FS=0.470$ los cuales son considerados muy inestables. Continuando, Mendoza (2016) en la tesis de grado **título**: “Análisis de estabilidad de taludes de suelos de gran altura en la mina Antapaccay”, estableció como **objetivo**: el establecer los parámetros de diseño de taludes con desnivel de más de 100 metros y el análisis de estabilidad del talud en condiciones estáticas y pseudo-estática, aplicando una **metodología**: de recolección de información y procesamiento con software, obtuvo los siguientes **resultados**: se analizó en dos condiciones estáticas y pseudo estáticas en contextos saturados y secos con los métodos Bishop Simplificado, Spencer, Morgenstern-Price obteniendo valores mínimos como $FS=1.057$ no mayor a 1.3 en condiciones estáticas y $FS=0.898$ no mayor a 1.0 en condiciones pseudo estáticas determinando que el talud es inestable, finalmente fija como **conclusión**: se analizó la sección que supere los criterios indicados para la aceptabilidad

obteniendo factores de seguridad mínimos en condiciones estáticas $FS=1.937$ y $FS=1.419$ y condiciones pseudo estáticas $FS=1.525$ y $FS=1.084$. Finalmente, Toro (2014) en la tesis de grado **titulado:** “Evaluación de la inestabilidad de taludes en la carretera las Pirias- Cruce Lambayeque, San Ignacio”, estableció como **objetivo:** fue el de evaluar los taludes suponiendo que la altura, inclinación y los factores geotécnicos son los que le dan inestabilidad, aplicando una **metodología:** de recolectar datos y realizar la evaluación de la inestabilidad por observación visual, obtuvo los siguientes **resultados:** la altura y ángulo de talud críticos encontrados son: km 12+370 a km 12+390 tiene una altura de 20.44 m, ángulo de talud 53.39° , km 14+080 a km 14+100 tiene una altura de 35.20 m, ángulo de talud 62.80° , km 14+330 a km 14+345 tiene una altura de 19.00 m, ángulo de talud 57.68° , km 14+900 a km 14+920 tiene una altura de 25.00 m, ángulo de talud 60.28° , km 15+270 a km 15+300 tiene una altura de 30.00 m, ángulo de talud 75.25° , los cuales no son los apropiados para el tipo de material y no se obtuvo un FS mayor que 1, finalmente, fija como **conclusión:** la geometría no es apropiada para el tipo de material CL como la altura promedio 22.21 m, ángulo de talud promedio 62.98° y que los factores recurrentes para producir inestabilidad en el talud son, ángulo de fricción. $(\phi) = 12.71^\circ$, Cohesión $(c) = 27.46$ kPa, Peso específico $\gamma = 27,34$ kN/m³

En los trabajos previos como **antecedentes internacionales**, Escobar y Flores (2017) en la tesis de grado **titulado:** “Estudio de estabilidad de taludes del paso lateral de la ciudad de Macas”, estableció como **objetivo:** realizar un levantamiento geológico para determinar la estabilidad del talud a lo largo del paso lateral Macas por medio del factor de seguridad, aplicado una **metodología:** de recopilación de información, se estructuró el marco teórico los métodos que se aplicarán para calcular el factor de seguridad, obtuvo los siguientes **resultados:** la altura y ángulo de talud más críticos son km 4+640 tiene una altura de 19.00 m ángulo de talud de 45° , km 4+710 tiene una altura de 29.00 m ángulo de talud de 45° , km 7+140 tiene una altura de 14.00 m ángulo de talud de 50° y calculando factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudo estáticas con valores 0.601 a 2.445, finalmente fija como **conclusión:** el tipo de terreno encontrado son accidentado, escarpado, ondulados con ángulo de inclinación que varía de 12° a 70° y realizando los cálculos el método de Bishop Simplificado y Spencer, al comparar los métodos se obtiene resultados muy similares. Luego, Severino (2015)

en la tesis de grado **titulado:** “Riesgos de taludes y terraplenes en obras lineales de la República Dominicana”, estableció como **objetivo:** plantear un instrumento que sirva para valorar los riesgos y saber si el talud o terraplén es estable, aplicado una **metodología:** de realizar una lista que se basa en la gestión de riesgos con una sustentación científica, obtuvo los siguientes **resultados:** lograr un entendimiento de la estabilidad de taludes por medio de un catálogo de amenazas en taludes que ayuden en la prevención y mitigación de peligros y donde el factor de seguridad sea mayor de 1.00 en casos de sismo como en casos estáticos mayor 1.30 para ser estables, finalmente fija como **conclusión:** los riesgos son dinámicos porque no permanecen firmes en el tiempo generando peligros de forma perenne. Seguidamente, Aguilar y Zúñiga (2015) en la tesis de grado **titulado:** “Análisis comparativo de estabilidad de taludes mediante los métodos de equilibrio límite aplicado a taludes o laderas aledañas al cerro de la Popa, casco urbano de Cartagena”, estableció como **objetivo:** analizar y comparar la estabilidad del talud con los métodos de equilibrio límite aplicados a taludes, aplicado una **metodología:** se plantea como una investigación tipo mixta, ya que comprende una parte de investigación y recolección de información y otra parte experimental en la que por medio del software se calcularan los factores de seguridad, para luego realizar el análisis comparativo para cada ladera, obtuvo los siguientes **resultados:** el resultado del factor de seguridad de cada método para la condición más crítica se dio en el Salto del Cabrón lado izquierdo bajo situaciones estáticas: Bishop Simplificado $FS=0.975$, Spencer $FS=0.986$, Morgenstern-Price $FS=0.982$ y situaciones estáticas saturadas: Bishop Simplificado $FS=0.885$, Spencer $FS=0.891$, Morgenstern-Price $FS=0.893$ y bajo situaciones sísmicas: Bishop Simplificado $FS=0.790$, Spencer $FS=0.794$, Morgenstern-Price $FS=0.788$ y situaciones sísmicas saturadas: Bishop Simplificado $FS=0.720$, Spencer $FS=0.726$, Morgenstern-Price $FS=0.722$, finalmente fija como **conclusión:** los métodos de cálculo más seguros y arrojan factores de seguridad similares son Bishop modificado, Morgenstern-Price y Spencer. Continuando, Revelo (2008) en la tesis de grado **titulado:** “Modelo para la estabilización de taludes en las carreteras del subtrópico del Nor Occidente del Ecuador a fin de evitar accidentes de tránsito y disminuir los costos de operación vehicular”, estableció como **objetivo:** desarrollar un modelo de estabilización de taludes que permita mejorar las condiciones existentes de las carreteras del sub

trópico del Nor Occidente del país y aplicable a regiones de similares características geológicas y climatológicas, aplicado una **metodología:** de inspección en la zona afectada aplicando un tipo de investigación explicativa – descriptiva, obtuvo los siguientes **resultados:** los factores de seguridad en solicitaciones estáticas con alturas de corte de 10, 15, 20, 25, 30 m con inclinación del talud 1H:2V, 3H:4V varían de 1.09 hasta 3.44, también en solicitaciones sísmicas el FS varia de 0.92 hasta 2.82, finalmente fija como **conclusión:** se observa la influencia de la altura de corte en el factor de seguridad mientras más altura disminuye el factor de seguridad. Finalmente, Morales (2007) en la tesis de grado **titulado:** “Aplicación práctica del programa G-Slope para el estudio y análisis de estabilidad estructural de taludes”, estableció como **objetivo:** el análisis de la estabilidad estructural de taludes con el uso del programa G-SLOPE, aplicado una **metodología:** de identificación de las propiedades del suelo y parámetros de geometría para ser procesado por el G-Slope, obtuvo los siguientes **resultados:** se identificó los taludes más críticos con presencia de grietas y el tipo de falla predominante es el rotacional con una superficie de falla circular los FS en situación estática obtenidos en las zonas más críticas varían de 1.007 hasta 2.082 y en situaciones de sismo varia FS=0.534 a FS=1.220, finalmente fija como **conclusión:** los deslizamientos en los taludes son producto de la lluvia que saturan la capa expuesta meteorizada.

En cuanto a las teorías relacionados al tema de investigación se analizaron conceptos correspondientes a las variables y sus respectivas dimensiones.

Sobre, la **estabilización de taludes de gran altura**, según Fratelli (1993), lo define como la seguridad frente al deslizamiento de una masa de tierra cuando la superficie es inclinada debido a la presencia de esfuerzos cortantes los cuales supera a la resistencia al corte. También, de Matteis (2003) el precisa como el criterio de poder definir la inclinación adecuada en un corte; para González de Vallejo et al. (2002) realiza la clasificación de factores que alteran la estabilidad del talud, considerando la lluvia y la sismicidad como factores desencadenantes para que un talud falle, el agua de la lluvia altera las presiones las cuales modifican las propiedades e incrementa el peso del material, la infiltración del agua genera flujos dentro del talud incrementado el nivel freático, las sismicidad según Suárez (2009) en zonas montañosas es elevada, cuando sucede el sismo el talud sufre el incremento del esfuerzo cortante y reactiva a taludes cercanos al equilibrio,

también, Garnica y Pérez (2012) recomienda, realizar una inspección visual en estos casos la apariencia del talud ya que en las temporadas de sequía y lluvia no serán los mismos y las evidencias son las marcas de agua, color y la vegetación, es preciso mencionar, que el Instituto Geológico Minero de España (1986) considera que el tipo de material es un condicionante para la inestabilidad del talud, Según el estudio realizado por Lipa et al. (2003), la zona de investigación tiene como formación geológica el 30% de rocas intrusivas plutónicas, encontrando la formación Plutón de Taquebamba. La **estabilización de taludes de gran altura** está estructurada con dimensiones, para este caso son características, para la dimensión 1: **Geometría de la sección**, es la forma externa del talud considerando la altura, la inclinación; la altura: Viene a ser la distancia vertical de la superficie de la vía hasta el punto más alto, para Garnica y Pérez (2012), se refiere a la altura como uno de los factores que influye en la inestabilidad de un talud, mientras más alto el talud es más propenso a erosionar, asimismo, explica que las masas de suelo deslizados de cortes más altos poseen un aumento de energía simbolizando así un mayor riesgo, continuando, la pendiente: Es el valor de la inclinación del terreno que se puede medir a partir del desnivel y la distancia horizontal; según, Suárez (2009) la pendiente es la inclinación de la superficie que puede medirse en porcentaje y grados; Severino (2015) considera que se debe tener en cuenta el terreno para realizar el corte porque dependerá de la firmeza del suelo para asumir las inclinaciones del talud; también, Garnica y Pérez (2012), aclara que los escombros de un derrumbe caen en la vía debido a la influencia de la inclinación y el tipo de material, el corte de un talud a mayor ángulo y/o inclinación es un factor que propicia una mayor velocidad en la que la masa de suelo llegue con más rapidez hacia la carretera representando mayor peligro, también es importante ser minucioso en el levantamiento topográfico porque si se levanta el mismo talud de corte en tiempos distintos y existe variación de ángulos es posible que exista riesgo de deslizamiento, Suarez (2009) recomienda para definir ángulo del talud estable se debe considerar que sea menor al ángulo de fricción o estar entre $2/3 \phi$ a $3/4 \phi$; continuando, se presenta tablas correspondientes a las inclinaciones de los taludes de corte: Según, Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) (2014) en la norma Manual de Carreteras: Diseño geométrico DG-2018, recomienda la relación H: V para los taludes de corte

Tabla 2.1.*Inclinación en Taludes de corte relación H: V*

Altura de corte (m)	Material				
	Roca fija	Roca suelta	Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
<5	1:10	1:6-1:4	1:1-1:3	1:1	2:1
5 a 10	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	
>10	1:8	1:2			

Fuente: Reproducido MTC, (2014) "Manual de Carreteras: Diseño geométrico DG-2018"

Asimismo, se muestra la tabla de clasificación de tipo de topografía según las pendientes y el terreno predominante para considerar en el momento del trazo del eje, es necesario que la pendiente que se defina en el talud de corte tenga relación con el terreno.

Tabla 2.2.*Clasificación del tipo de topografía*

Tipo de terreno	descripción	Pendiente % Transversal
Tipo 1	Terreno plano	$S \leq 10$
Tipo 2	Terreno ondulado	$11 \leq S \leq 10$
Tipo 3	Terreno accidentado	$51 \leq S \leq 100$
Tipo 4	Terreno escarpado	$S \geq 100$

Fuente: Reproducido MTC, (2014) "Manual de Carreteras: Diseño geométrico DG-2018"

Seguidamente, la dimensión 2: **Tipo de falla**, revisando distintas bibliografías como Suarez (2009) en su libro Deslizamientos: Análisis geotécnico, él lo llama "movimientos de masa" y realiza una clasificación general basándose en Vermes 1978, en texto La Ingeniería de Suelos en las vías terrestres (volumen 1) de Rico y del Castillo (1976) lo clasifica realizando una diferencia para taludes naturales (laderas) y taludes artificiales dependiendo de los factores que intervengan y del tipo de material lo constituya, para la presente investigación se adoptara la clasificación del "tipo de falla" según Rico y del Castillo, (1976), los tipos de falla que más se producen en los taludes de corte son: a) falla rotacional: es el movimiento rápido que ocurre en el talud y altera las masas profundas, a lo largo de una superficie de falla curva. b) Falla traslacional: es movimiento en el cuerpo del talud a poca profundidad formado por agrietamientos, c) Falla con superficie

compuesta (falla compuesta): son la combinación de los movimientos rotacional y traslacional teniendo superficies de falla con zonas curvas y planas, los tipos de falla mencionados, Suarez (2009) lo clasifica como deslizamientos rotacionales, traslacionales y compuesta, estos movimientos están relacionados a la presencia de materiales homogéneos (arcillosos) y en suelos residuales meteorizados donde la resistencia del material incrementa según la profundidad y precisa que todo movimiento tiene una superficie de falla que es el área que se encuentra debajo el movimiento en forma circular o plana; Highland y Bobrowsky (2008) considera que las grietas indican el inicio de un falla, también, González de Vallejo et al. (2002) menciona que las grietas o escarpes dependiendo en que parte del talud se encuentre debe medirse para conocer como evolucionara la falla. Finalmente, la dimensión 3: **Factor de seguridad**, según Suarez (2009) lo define como el factor que se usa para determinar el peligro de inestabilidad del talud en sus peores condiciones, factor de seguridad se define por las siguientes ecuaciones, dependiendo de la superficie de falla.

Superficies planas

$$FS = \frac{\textit{Resistencia cortante disponible}}{\textit{Esfuerzo cortante actuante}} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Superficies circulares

$$FS = \frac{\textit{Momento resistente disponible}}{\textit{Momento actuante}} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Donde:

FS= factor de seguridad

La resistencia cortante según Braja (2013), la resistencia interna del suelo por unidad de área que brinda al momento de la falla, para Hoyos (2001) el esfuerzo cortante o de cizalladura lo define como esfuerzo que resulta de aplicar fuerzas sobre un plano. La norma CE.020 Estabilización de Suelos y Taludes (2012) recomienda para que un talud se considere estable debe estar por encima de los siguientes valores: para solicitaciones estáticas $FS > 1.50$ y solicitaciones sísmicas $FS > 1.25$, Suarez (2009) considerando la teoría de equilibrio limite las fuerzas actuantes y resistentes son iguales en toda la superficie de falla, entonces se comprende de la siguiente forma: $FS < 1$ es inestable, $FS = 1$ está en equilibrio o

frente a una falla, $FS > 1$ estable, para la presente investigación se asumirá la $FS > 1$ para condiciones pseudo - estáticas y $FS > 1.5$ para condiciones estáticas.

La norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018) del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), considera el territorio nacional en cuatro zonas la propuesta se basa en la aceleración máxima horizontal (PGA), con una probabilidad 10% de ser excedida en 50 años y a cada zona se le asigna un factor Z como una fracción de la gravedad.

Tabla 2.3.

Factor de zona

Zona	Z (g)
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: E.030 Diseño Sismorresistente (2018)

Suárez (2009), para calcular el factor de seguridad de un talud en condiciones pseudo - estáticas se analiza multiplicando un coeficiente (k) en el peso del talud, los coeficientes sísmicos horizontal k_h y vertical k_v , son fuerzas que representan la acción del sismo, en la mayoría de los análisis solo se considera la k_h , para los valores que asume la fuerza horizontal k_h . Marcuson y Franklin (como se citó en Suárez (2009)) recomienda usar valores de 1/3 a 1/2 de la aceleración máxima horizontal (PGA), de otra manera para utilizar los valores k_h se puede asumir valores dependiendo de la energía del sismo como 0.10 y 0.20g, y para los valores la fuerza vertical k_v se asume cero, en la norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018) la fuerza vertical toma el valor 2/3 (fuerza horizontal).

Sobre, los **Métodos de equilibrio límite**, según, González de Vallejo et al. (2002) define el método como el análisis de fuerzas resistentes de una masa inestable frente a la falla aplicados sobre una superficie de falla o rotura, para aplicar los métodos de equilibrio límite parte de la premisa que la superficie de falla debe tener una geometría que permita el deslizamiento y tener los datos conocidos como peso específico, cohesión, ángulo de fricción, presión de poro. Los **métodos de equilibrio límite**, está estructurada con dimensiones, para este caso son tipos de métodos de cálculo, Suarez (2009) define a) Bishop simplificado: es un método que utiliza las dovelas y asume que existe fuerzas horizontales entre ellas, satisface

el equilibrio de momentos y aplica en superficies circulares; b) Spencer: es un método que asume las fuerzas paralelas entre dovelas, plantea ecuaciones de equilibrio para fuerzas como para momentos, aplica en superficie circular y superficies no circulares; c) Morgenstern – Price: es un método que toma la relación de la fuerza cortante y la fuerza normal entre dovelas, prácticamente aplicable a todas las geometrías y perfiles de suelo, los parámetros usados para el cálculo son: peso específico, cohesión y ángulo de fricción, para Hoyos (2001) el peso específico es la correspondencia entre el peso unitario de un cuerpo y peso unitario del agua e condiciones iguales, Asimismo, para Crespo (2004) la cohesión lo precisa como la unión de partículas del suelo por acción de las fuerzas moleculares, Hoyos (2001), define el ángulo de fricción como la tangente que corresponde al coeficiente de fricción entre partículas de suelo, Alva (2007) concluye que los métodos de equilibrio para cuantificar el FS son satisfechas el error en un $\pm 5\%$ de la respuesta correcta. Para obtener los datos geotécnicos: ángulo de fricción, cohesión y peso específico se realizó la excavación de calicatas según el Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos: Sección suelos y pavimentos (2014), recomienda para la exploración de suelos con calicatas realizar excavaciones mayores de 1.50 metros en la plataforma para vías de bajo volumen de tránsito con IMDA menor a 200 veh./día y el Manual de ensayo de materiales (2017) sugiere la extracción de muestra de 40 kg para los diferentes ensayos de laboratorio de suelos. El programa a utilizar para realizar los cálculos de los métodos Bishop simplificado, Spencer, Morgenstern–Price es el GEO5, programa completo y versátil para trabajos de estabilización de taludes.

III. Metodología

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Método

Según, Gómez (2012) explica que el método deductivo es un proceso racional que viene de lo general para llegar a lo específico, teniendo características que la premisa tiene que ser verdadera para que las conclusiones lo sean.

El método se aplicará con la observación del talud teniendo una gran posibilidad de determinar los fenómenos, además que proporciona la comparación de estudios afines

Con lo descrito en la presente investigación se aplicará el método **deductivo**

3.1.2. Tipo

Según, Egg (2011) el tipo de investigación aplicada consiste en utilizar los conocimientos y aplicarlos para resolver problemas.

Se aplicará conocimientos teóricos a situaciones específicas teniendo en cuenta que aportará significativamente estrategias de soluciones a problemas reales e identificables.

De acuerdo con la teoría revisada la investigación será de tipo **aplicada**

3.1.3. Nivel

Según, Hernández et al. (2014) considera que el nivel descriptivo es definir las cualidades del objeto de investigación como se manifiestan y los sucesos más importantes, también se refiere al nivel explicativo como el análisis de dos o más variables como se relacionan y explicar cómo y por qué ocurre un fenómeno.

La presente investigación se recogerá información de los fenómenos las características y como se manifiestan, se analizará la relación que existe entre las variables según el valor que se les dé en un contexto particular y se explicará las causas de los eventos, como ocurre un fenómeno y porque se relacionan las variables.

Con la información revisada la presente tesis se clasifica del nivel **descriptivo -explicativo**

3.1.4. Diseño

Según, Behar (2008) considera que el diseño no experimental es observar lo sucesos sin participar y dejar que ocurran naturalmente.

En la presente investigación se describirá los fenómenos las características y como se manifiestan se recogerán datos de la zona.

La investigación se clasifica del diseño ***no experimental***

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: Métodos de equilibrio límite

Definición conceptual

Consiste en calcular la resistencia del suelo para soportar las sollicitaciones del esfuerzo cortante en el instante que se produce la falla del talud Suárez (2009).

Definición operacional

Los métodos de equilibrio límite se operacionaliza en función de sus dimensiones que son métodos de cálculo como: Bishop Simplificado, Spencer y Morgenstern–Price, a su vez cada dimensión se divide en tres indicadores cada uno.

Variable 2: Estabilización de taludes de gran altura

Definición conceptual

Seguridad frente al deslizamiento de una masa de tierra cuando la superficie es inclinada debido a la presencia de esfuerzos cortantes los cuales supera a la resistencia al corte Fratelli (1993).

Definición operacional

La estabilización de taludes de gran altura se operacionaliza mediante sus dimensiones que son características del talud: geometría de la sección, tipo de falla y factor de seguridad, a la vez cada dimensión se divide en indicadores.

Tabla 3.1.

Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTOS	ESCALA
V1: Métodos de equilibrio límite	Consiste en calcular la resistencia del suelo para soportar las solicitaciones del esfuerzo cortante en el instante que se produce la falla del talud Suárez (2009)	Los métodos de equilibrio límite se operacionaliza en función de sus dimensiones que son métodos de cálculo: Bishop simplificado, Spencer y Morgenstern – Price, a su vez cada dimensión se divide en tres indicadores cada uno.	D1: Bishop Simplificado D2: Spencer D3: Morgenstern - Price	I1: Cohesión I2: Ángulo de fricción I3: Peso específico I1: Cohesión I2: Ángulo de fricción I3: Peso específico I1: Cohesión I2: Ángulo de fricción I3: Peso específico	Ficha de recolección de información	Razón
V2: Estabilización de taludes de gran altura	Seguridad frente al deslizamiento de una masa de tierra cuando la superficie es inclinada debido a la presencia de esfuerzos cortantes los cuales supera a la resistencia al corte Fratelli (1993).	La estabilización de taludes de gran altura se operacionaliza mediante sus dimensiones que son características del talud: geometría de la sección, tipo de falla y factor de seguridad, a la vez cada dimensión se divide en indicadores.	D1: Geometría de la sección D2: Tipo de falla D3: Factor de seguridad	I1: Altura I2: Pendiente I3: Angulo de talud I1: Falla rotacional I2: Falla traslacional I3: Falla compuesta I1: Estático I2: Pseudo - estático		Intervalo

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Según, Lerma (2009) considera la población como un conjunto de elementos del mismo tipo con cualidades fijas y que se estudia sus rasgos y relaciones

La presente investigación está compuesta por 06 taludes de la carretera Taquebamba – San Mateo.

3.3.2. Muestra

Según, Ñaupas et al. (2018) considera que la muestra es la selección de un subconjunto de una población por medio de diferentes métodos.

La muestra del presente trabajo de investigación está conformada por 03 taludes y se encuentran ubicados en las progresivas tramo km 26+100 al km 26+140, km 26+500 al km 26+640 y km 27+560 al km 27+680, carretera Taquebamba – San Mateo.

3.3.3. Muestreo

Según Niño (2011) se refiere que existe el muestreo no probabilístico en el cual el investigador selecciona la muestra bajo un criterio establecido, también menciona que el muestreo no probabilístico se sub divide en tipos, dentro se encuentra el muestreo por conveniencia, el cual define como elegir la muestra más adecuada para el estudio.

De acuerdo con la información revisada la investigación aplicará un muestreo ***no probabilístico***.

3.3.4. Unidad de análisis

Bernal (2010) define a la unidad de análisis como un sistema compuesto con cualidades propias que tiene interacción en un entorno específico.

Acorde con la información considerada la investigación tiene la unidad de análisis a los 06 taludes de la carretera Taquebamba – San Mateo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica

Para, Arias (2012) define la técnica de la observación directa como acción de visualizar cualquier manifestación que suceda en la naturaleza o sociedad bajo los criterios de investigación y objetivos definidos.

La presente investigación aplicará la técnica de la **observación directa**.

3.4.2. Instrumentos

Cabezas et al. (2018) recolección de datos es recoger información que posteriormente el investigador puede trasladar a una ficha.

En la presente investigación se aplicará como instrumento las **fichas de recopilación de datos**.

3.4.3. Validez

Según, Sabino (1992) la validez consiste en una escala que mide atributos para la cual ha sido realizada y no para otras semejantes.

Se considera una tabla para la interpretación de la validez.

Tabla 3.2.

Rango y magnitud de validez según Herrera

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Reproducido de Oseda (2008) "Confiabilidad y validez de instrumentos de investigación"

Seguidamente, los instrumentos de investigación se validaron por medio del juicio de expertos, se muestra una tabla con el dictamen de validez. (ver anexo 2)

Tabla 3.3.

Validez de contenido del instrumento

N.º	Grado académico	Nombres y Apellidos	CIP	Validez
1	Ing.	Fanny Silva Noriega	205042	1.00
2	Ing.	Danilo Saavedra Ore	208622	1.00
3	Ing.	Kenny Huamani Gamarra	130033	0.86

Fuente: Elaboración propia

Se muestra el dictamen de validez de los tres expertos que evaluaron el contenido del instrumento, en promedio se obtuvo un valor de 0.95 que viene a ser una excelente validez.

3.4.4. Confiabilidad

Según, Ruiz (2013) la confiabilidad es medir un instrumento bajo ciertas condiciones en una determinada ocasión y el resultado obtenido debe ser similar si se midiera nuevamente con las condiciones idénticas.

La confiabilidad se define generalmente con la comprobación del alfa de Cronbach. Para la prueba de confiabilidad de los instrumentos se considera una tabla para la interpretación de la confiabilidad.

Tabla 3.4.

Rango y magnitud de confiabilidad

Rango	Magnitud
0.81 a 1.00	Confiabilidad muy alta
0.61 a 0.80	Confiabilidad alta
0.41 a 0.60	Confiabilidad moderada
0.21 a 0.40	Confiabilidad baja
0.001 a 0.20	Confiabilidad muy baja

Fuente: Reproducido de Ruiz (2013) "Instrumentos y técnicas de investigación educativa"

3.5. Procedimientos

Cumplido con los análisis de validez y confiabilidad se procedió a realizar en orden los procesos para aplicar los instrumentos en los 03 taludes críticos como son: estudios previos, estudios de campo y estudios de laboratorio.

3.5.1. Estudios previos

3.5.1.1. Descripción de la zona de investigación

La presente investigación se encuentra ubicado en el departamento de Apurímac, provincia: Aymaraes, distrito: Tintay, Centro Poblado: Taquebamba, altitud: 3041 m.s.n.m.

3.5.1.1.1. Geología local

La zona de investigación se encuentra en el cuadrángulo de Andahuaylas (28-p) tiene como formación geológica el 30% de rocas intrusivas plutónicas conformada en tres unidades importantes: Parco, Cotabambas y Ocobamba; dentro

de la unidad de Ocobamba se encuentra el Plutón de Taquebamba (PN-oc-ta/mzdi), el cual muestra un color gris parduzco por acción de la meteorización se transforma en minerales arcillosos y en arenas.

Tabla 3.5.

Formación geológica de la zona de investigación

Era	Sistema	Serie	Rocas Intrusivas
Cenozoica	Neógeno	Plioceno	Unidad de Ocobamba – Plutón de Taquebamba (PN-oc-ta/mzdi)

Fuente: Reproducido de Lipa et al. (2003) “Memoria descriptiva de la revision y actualizacion del cuadrangulo de Andahuaylas (28-p)”

3.5.1.1.2. Precipitación

Se utilizó los datos del año 2017 al 2020 obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI de la estación Curpahuasi ubicado en la provincia de Grau, el cual ha sido tomado por la cercanía de las altitudes.

Tabla 3.6.

Precipitación meteorológica del año 2017 al 2020

Meses	Precipitación (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	
Año													
2017	40.10	19.20	16.20	5.60	6.00	0.00	2.40	2.00	4.60	15.20	18.80	18.20	
2018	24.00	31.40	37.20	8.60	2.60	7.20	5.20	11.10	7.00	7.50	8.20	19.00	
2019	31.50	23.20	26.40	7.20	5.40	1.20	10.90	1.20	6.60	4.60	20.40	21.90	
2020	16.60	34.90	17.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2020)

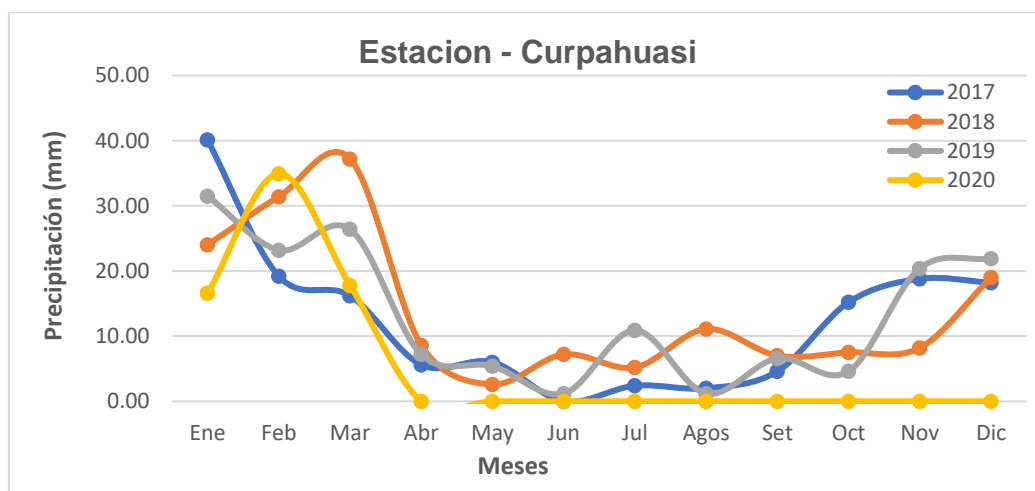


Figura 3.1. Precipitación meteorológica del año 2017 al 2020

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2020)

Se observa la precipitación máxima se presenta el mes de enero, febrero, marzo y diciembre teniendo valores de (16.20 mm a 40.10 mm).

3.5.2. Estudios de campo

3.5.2.1. Exploración de suelos

3.5.2.1.1. Calicatas

La excavación de calicatas se realizó de 2.00 m. de profundidad en la carretera Taquebamba – San Mateo, progresivas tramo: km 26+100 al km 26+140, km 26+500 al km 26+640 y km 27+560 al km 27+680 la cantidad de 03 calicatas. (ver anexo 4)

3.5.2.1.2. Muestreo representativo

La norma sugiere para la extracción de muestras la cantidad de 40 kg para los diferentes ensayos.

3.5.2.2. Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico de los taludes se realizó con un Dron PHANTON 4 PRO, para poder obtener altura, ángulo de inclinación y la pendiente, se marcó puntos BM auxiliares con una estación total LEYCA TS06 para poder georreferenciar el levantamiento topográfico.

3.5.3. Estudios de laboratorio

Ensayos de laboratorios realizados: Granulometría (MTC E 107), Contenido de humedad (N.T.P 339.127), Peso volumétrico (ASTM D-4892), Limite liquido (MTC E 110), límite plástico e índice de plasticidad (MTC E 111) y Corte directo (ASTM D-3080)

Se clasifico el suelo con el método del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO). (ver anexo 3)

3.6. Método de análisis de datos

En análisis de datos se realizó con los programas Microsoft Excel, AutoCAD, Civil 3D para los levantamientos topográficos, para el análisis de la estabilidad del talud se procesó con el programa GEO5.

3.6.1. Calicatas

Se realizaron calicatas de 2.00 m. de profundidad progresivas tramo: km 26+100 al km 26+140, km 26+500 al km 26+640 y km 27+560 al km 27+680, carretera Taquebamba – San Mateo.

Tabla 3.7.

Ubicación de las calicatas

Tramo	Calicata	Coordenadas			Profundidad (m.)
		Este	Norte	Cota	
km 26+100 al km 26+140	C-01	704677	8461547	3241	2.00
km 26+500 al km 26+640	C-02	704391	8461576	3219	2.00
km 27+560 al km 27+680	C-03	704733	8462400	3153	2.00

Fuente: Elaboración propia

3.6.2. Resultados de los ensayos de laboratorio

Resumen de resultados de laboratorio tabla 3.8. (ver anexo 3)

Tabla 3.8.

Resultados de ensayo de mecánica de suelos

Ensayo de mecánica de suelos		C-01	C-02	C-03
Análisis granulométrico	Características Grava %:	31.65	53.54	39.99
	Arena%:	38.12	34.40	45.81
	Finos%:	30.23	12.07	14.21
Clasificación	SUCS	SM	GC-GM	SM
	AASHTO	4-2-4(0)	A-1-a (0)	A-1-a (0)
Límites de consistencia	Límite líquido (%)	24.32	21.53	20.33
	Límite plástico (%)	22.77	16.30	19.40
	Índice de plasticidad (%)	1.55	5.23	0.93
Peso específico (gr/cm ³)		1.40	1.53	1.46
Contenido de humedad (%)		17.63	12.36	14.81
Corte directo	Cohesión (kg/cm ²)	0.053	0.00	0.00
	Angulo de fricción (°)	31.18	39.00	36.33

Fuente: Elaboración propia

El ángulo de fricción en cada calicata se mantuvo por encima de 30° mientras tanto la cohesión tiene valores de 0.00 kg/cm² a 0.053 kg/cm².

3.6.3. Cuantificación de la geometría de la sección de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.

3.6.3.1. Topografía del terreno

Se efectuó el levantamiento topográfico de los 03 taludes, para tener el valor de la altura, pendiente y ángulo del talud. Con los resultados obtenidos de la geometría se realizó el modelo para el análisis de la estabilidad de talud.

3.6.3.1.1. Tramo km 26+100 al km 26+140

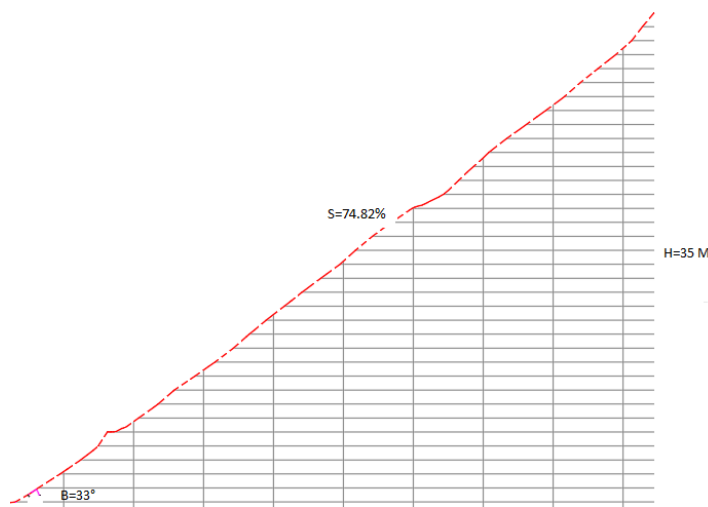


Figura 3.2. Sección transversal tramo km 26+100 al km 26+140
Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.2 se observa la sección transversal tramo km 26+100 al km 26+140, altura 35 m, pendiente 74.82% y ángulo del talud 33° .

3.6.3.1.2. Tramo km 26+500 al km 26+640

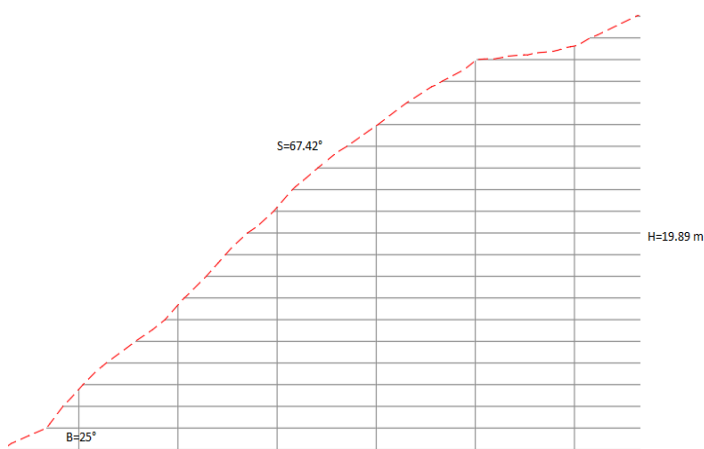


Figura 3.3. Sección transversal tramo km 26+500 al km 26+640
Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.3 se observa la sección transversal tramo km 26+500 al km 26+640, altura 19.89 m, pendiente 67.42 % y ángulo del talud 25°.

3.6.3.1.3. Tramo km 27+560 al km 27+680

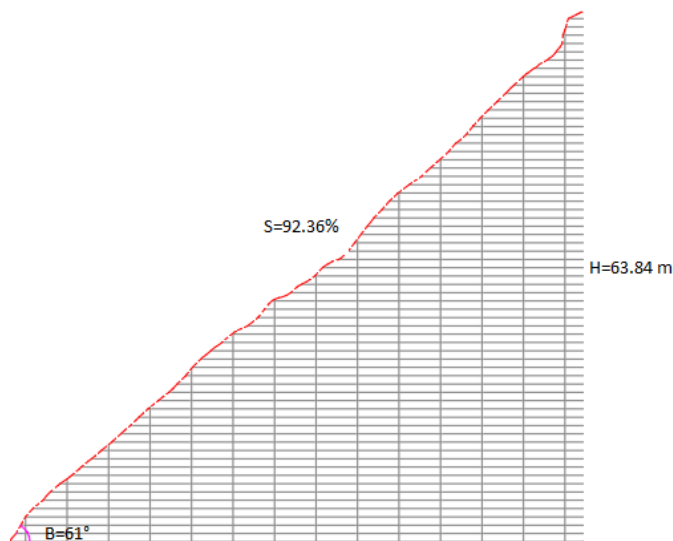


Figura 3.4. Sección transversal tramo km 27+560 al km 27+680

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.4 se observa la sección transversal tramo km 27+560 al km 27+680, altura 63.84 m, pendiente 92.96 % y ángulo del talud 61°.

Tabla 3.9.

Resultado de las pendientes

Descripción	Transversal	Pendiente %		
		km 26+100 al km 26+140	km 26+500 al km 26+640	km 27+560 al km 27+680
Terreno plano	$S \leq 10$			
Terreno ondulado	$11 \leq S \leq 10$			
Terreno accidentado	$51 \leq S \leq 100$	74.82	67.42	92.36
Terreno escarpado	$S \geq 100$			

Fuente: Elaboración propia

Aplicando la tabla 2.3 se tiene pendientes en rangos de 51% a 100 % resultando ser terrenos accidentados.

3.6.4. Determinación del tipo de falla de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.

Realizando la inspección se procedió a medir las grietas, identificar la superficie de falla y proceder a clasificar el tipo de falla.

3.6.4.1.1. Tramo km 26+100 al km 26+140



Figura 3.5. Talud en el tramo km 26+100 al km 26+140
Fuente: elaboración propia

El Talud tramo km 26+100 al km 26+140 presenta grietas en la cabeza, con una profundidad de 0.25 m., se observa la forma de cuchara en el cuerpo (plano de falla circular).

3.6.4.1.2. Tramo km 26+500 al km 26+640



Figura 3.6. Talud en el tramo km 26+500 al km 26+640
Fuente: elaboración propia

El Talud tramo km 26+500 al km 26+640 muestra escarpes en la cabeza con profundidad 0.70 m., con una ligera forma de cuchara en el cuerpo características que se presentan en planos de falla circular.

3.6.4.1.3. Tramo km 27+560 al km 27+680



Figura 3.7. Talud en el tramo km 27+560 al km 27+680

Fuente: elaboración propia

El Talud km 27+560 al km 27+680 se observa grietas en el cuerpo con profundidad 0.40 m., un canal de riego en la cabeza en mal estado y con un plano de falla circular.

3.6.5. Cálculo del factor de seguridad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.

El cálculo de factor de seguridad en condiciones estáticas y pseudo-estáticas se analizó aplicando los métodos de cálculo: Bishop Simplificado, Spencer y Morgenstern – Price utilizando el programa GEO5, considerando dos escenarios temporada normal y lluvia. En el caso de la condición pseudo-estática, según la norma E.030 Diseño Sismorresistente, se encuentra en zona 2 con una aceleración máxima de 0.25. El valor que toma la aceleración horizontal K_h es 1/2 (aceleración máxima) y para la aceleración vertical K_v se asume el valor de 0. En escenarios de lluvia no es posible determinar con certeza por dónde discurrirá la línea piezométrica por lo cual se asume en función de las grietas.

3.6.5.1. Condición estática

3.6.5.1.1. Condición estática en escenario normal

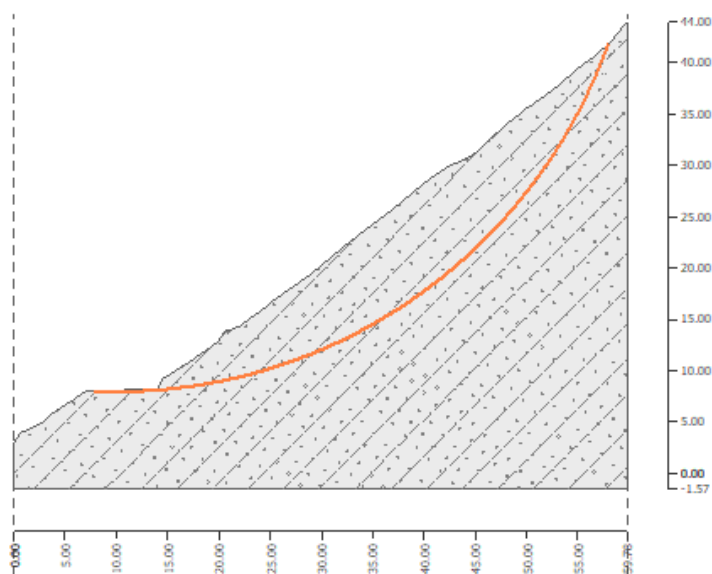


Figura 3.8. Modelo estático km 26+100 al km 26+140

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.8 se muestra el modelo estático en escenario normal km 26+100 al km 26+140.

A continuación, los valores del factor de seguridad calculados en condición estática escenario normal.

Tabla 3.10.

Factor de seguridad en condición estática escenario normal

Tramo	Factor de seguridad		
	Bishop Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
km 26+100 al km 26+140	0.99	0.99	0.99
km 26+500 al km 26+640	1.53	1.52	1.53
km 27+560 al km 27+680	0.97	0.97	0.97

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.10. se muestra el resumen del factor de seguridad calculados con los tres métodos en condición estática escenario normal más desfavorable: km 27+560 al km 27+680 FS=0.97.

3.6.5.1.2. Condición estática en escenario de lluvia

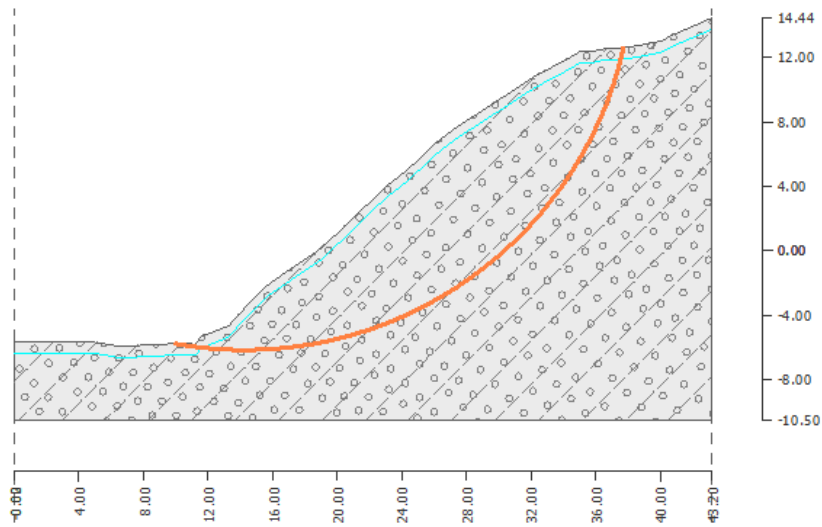


Figura 3.9. Modelo estático - lluvia km 26+500 al km 26+640

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.9. se muestra el modelo estático en escenario de lluvia km 26+500 al km 26+640 con la línea piezométrico por efecto de la lluvia que se introduce por las grietas de tracción.

De acuerdo con los caculos de factor de seguridad se tiene la siguiente tabla en condición estática en temporada de lluvia.

Tabla 3.11.

Factor de seguridad en condición estática en temporada de lluvia

Tramo	Factor de seguridad		
	Bishop Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
km 26+100 al km 26+140	0.98	0.98	0.98
km 26+500 al km 26+640	1.52	1.51	1.52
km 27+560 al km 27+680	0.97	0.97	0.97

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.11. se muestra el resumen del factor de seguridad calculados con los tres métodos en condición estática en temporada de lluvia: km 27+680 FS=0.97.

3.6.5.2. Condición pseudo - estático

3.6.5.2.1. Condición pseudo - estático en escenario normal

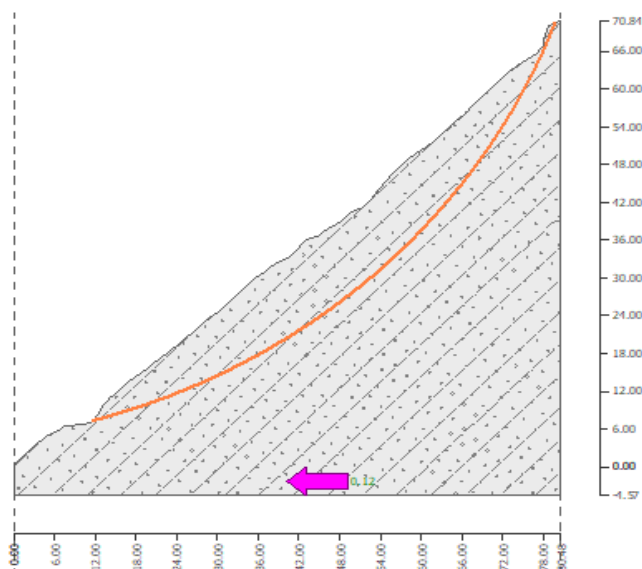


Figura 3.10. Modelo pseudo-estático km 27+560 al km 27+680

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.10. se muestra el modelo pseudo - estático escenario normal km 26+500 al km 26+640, la flecha indica el punto de aplicación de la fuerza horizontal k_v .

A continuación, se presenta la tabla con los valores de factor de seguridad en condición pseudo-estático en escenario normal.

Tabla 3.12.

Factor de seguridad en condición pseudo-estático en escenario normal

Tramo	Factor de seguridad		
	Bishop Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
km 26+100 al km 26+140	0.80	0.80	0.81
km 26+500 al km 26+640	1.25	1.26	1.27
km 27+560 al km 27+680	0.78	0.79	0.79

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.12. se muestra el resumen del factor de seguridad en condición pseudo - estático en escenario normal: km 27+560 al km 27+680 Bishop Simplificado FS=0.78, Spencer FS=0.79, Morgenstern- Price FS=0.79.

3.6.5.2.2. Condición pseudo - estático en escenario de lluvia

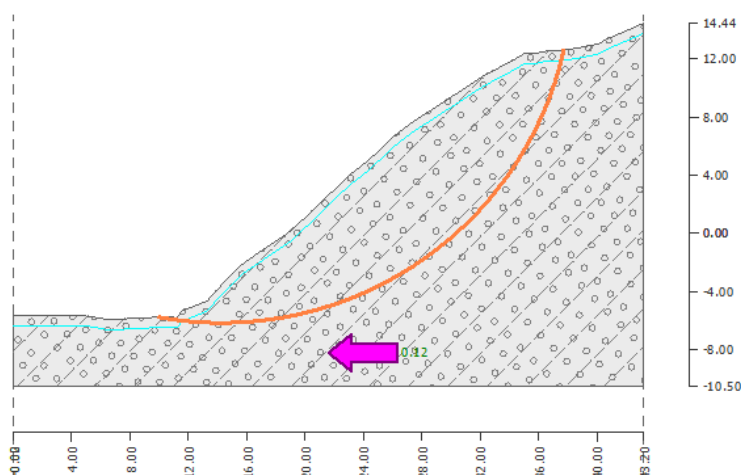


Figura 3.11. Modelo pseudo-estático - lluvia km 26+500 al km 26+640

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.11. se muestra el modelo pseudo-estático en escenario de lluvia km 26+500 al km 26+640, con la presencia de la grieta de tracción y la fuerza horizontal k_v .

De acuerdo con los cálculos de factor de seguridad se tiene la siguiente tabla en condición pseudo-estático en escenario de lluvia

Tabla 3.13.

Factor de seguridad en condición pseudo-estático en escenario de lluvia

Tramo	Factor de seguridad		
	Bishop Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
km 26+100 al km 26+140	0.79	0.79	0.80
km 26+500 al km 26+640	1.24	1.25	1.25
km 27+560 al km 27+680	0.78	0.79	0.79

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.13. se muestra el resumen del factor de seguridad en condición pseudo - estático en escenario de lluvia: km 27+560 al km 27+680: Bishop Simplificado FS=0.78, Spencer FS=0.79, Morgenstern- Price FS=0.79.

3.6.6. Determinación de la estabilidad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.

Para determinar la estabilidad se comparó el factor de seguridad resultante con los factores establecidos, en condición estática para ser estable debe ser mayor a 1.50 y pseudo - estático mayor a 1.00.

3.6.7. Condición estática

3.6.7.1. Tramo km 26+100 al km 26+140

Tabla 3.14.

Nivel de estabilidad en condición estática km 26+100 al km 26+140

Método	Escenario normal	Escenario de lluvia	FS	Nivel de estabilidad
Bishop Simplificado	0.99	0.98	<1.50	Inestable
Spencer	0.99	0.98	<1.50	Inestable
Morgenstern- Price	0.99	0.98	<1.50	Inestable

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar los valores de factor de seguridad en condición estática escenario normal y lluvia: km 26+100 al km 26+140, no cumple con el FS requerido.

3.6.7.2. Tramo km 26+500 al km 26+640

Tabla 3.15.

Nivel de estabilidad en condición estática km 26+500 al km 26+640

Método	Escenario normal	Escenario de lluvia	FS	Nivel de estabilidad
Bishop Simplificado	1.53	1.52	>1.50	Estable
Spencer	1.52	1.51	>1.50	Estable
Morgenstern- Price	1.53	1.52	>1.50	Estable

Fuente: Elaboración propia

Como se observa los valores de factor de seguridad en condición estática escenario normal y lluvia: km 26+500 al km 26+640, cumple con el FS requerido.

3.6.7.3. Tramo km 27+560 al km 27+680

Tabla 3.16.*Nivel de estabilidad en condición estática km 27+560 al km 27+680*

Método	Escenario normal	Escenario de lluvia	FS	Nivel de estabilidad
Bishop Simplificado	0.97	0.97	<1.50	Inestable
Spencer	0.97	0.97	<1.50	Inestable
Morgenstern- Price	0.97	0.97	<1.50	Inestable

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar los valores de factor de seguridad en condición estática escenario normal y lluvia: km 27+560 al km 27+680, no cumple con el FS requerido.

3.6.8. Condición pseudo - estático

3.6.8.1. Tramo km 26+100 al km 26+140

Tabla 3.17.*Nivel de estabilidad en condición pseudo-estático km 26+100 al km 26+140*

Método	Escenario normal	Escenario de lluvia	FS	Nivel de estabilidad
Bishop Simplificado	0.80	0.79	<1.00	Inestable
Spencer	0.80	0.79	<1.00	Inestable
Morgenstern- Price	0.81	0.80	<1.00	Inestable

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar los valores de factor de seguridad en condición pseudo – estático escenario normal y lluvia: km 26+100 al km 26+140, no cumple con el FS requerido.

3.6.8.2. Tramo km 26+500 al km 26+640

Tabla 3.18.*Nivel de estabilidad en condición pseudo-estático km 26+500 al km 26+640*

Método	Escenario normal	Escenario de lluvia	FS	Nivel de estabilidad
Bishop Simplificado	1.25	1.24	>1.00	Estable
Spencer	1.26	1.25	>1.00	Estable
Morgenstern- Price	1.27	1.25	>1.00	Estable

Fuente: Elaboración propia

Como se observa los valores de factor de seguridad en condición pseudo - estático escenario normal y lluvia: km 26+500 al km 26+640, cumple con el FS requerido.

3.6.8.3. Tramo km 27+560 al km 27+680

Tabla 3.19.

Nivel de estabilidad en condición pseudo-estático km 27+560 al km 27+680

Método	Escenario normal	Escenario de lluvia	FS	Nivel de estabilidad
Bishop Simplificado	0.78	0.78	<1.00	Inestable
Spencer	0.79	0.79	<1.00	Inestable
Morgenstern- Price	0.79	0.79	<1.00	Inestable

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar los valores de factor de seguridad en condición pseudo - estático escenario normal y lluvia: km 27+560 al km 27+680, no cumple con el FS requerido.

3.7. Aspectos éticos

En la presente investigación se respetará los resultados de validez, la propiedad intelectual, la información conseguida, con los criterios éticos de confiabilidad, objetividad, originalidad.

IV. Resultados

Los resultados se muestran en el orden de los objetivos inician con los específicos y concluyen con el objetivo general.

4.1. Cuantificación de la geometría de la sección de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.

Se realizó el levantamiento topográfico de la geometría de los taludes.

Tabla 4.1.

Resumen de los datos obtenidos en el levantamiento topográfico

Tramo	SUCS	Altura (m)	Angulo de talud (°)	Pendiente (%)	Tipo de terreno
km 26+100 al km 26+140	SM	35.00	33	74.82	
km 26+500 al km 26+640	GM-GC	19.89	25	67.42	Terreno accidentado
km 27+560 al km 27+680	SM	63.84	61	92.36	

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4.1. km 27+560 al km 27+680 presenta el mayor valor de la geometría de la sección siendo el más propenso a fallar con altura 63.84 m., ángulo de talud 61°, pendiente 92.36%.

4.2. Determinación del tipo de falla de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.

Se resume en la tabla la inspección visual a los taludes.

Tabla 4.2.

Tipo de falla en los taludes

Tramo	Profundidad (m)	Superficie de falla	Tipo de falla
km 26+100 al km 26+140	0.25	Circular	Rotacional
km 26+500 al km 26+640	0.70	Circular	Rotacional
km 27+560 al km 27+680	0.40	Circular	Rotacional

Fuente: Elaboración propia

Se presenta la tabla 4.2. el km 26+500 al km 26+640 tiene un escarpe altura 0.70 m.

4.3. Cálculo del factor de seguridad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.

4.3.1. Condición estática

Se muestra el resumen del factor de seguridad.

Tabla 4.3.

Factor de seguridad en condición estática

Tramo	Factor de seguridad					
	Bishop Simplificado		Spencer		Morgenstern-Price	
	escenario normal	escenario lluvia	escenario normal	escenario lluvia	escenario normal	escenario lluvia
km 26+100 al km 26+140	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98
km 26+500 al km 26+640	1.53	1.52	1.52	1.51	1.53	1.52
km 27+560 al km 27+680	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97

Fuente: Elaboración propia

El factor de seguridad más desfavorable en condición estática escenario normal y lluvia según la tabla 4.3. se presenta en el tramo km 27+560 al km 27+680 Bishop Simplificado FS=0.97, Spencer FS= 0.97, Morgenstern- Price FS= 0.97, de acuerdo a los tres métodos de cálculo aplicados no se observa variación en los resultados.

4.3.2. Condición pseudo - estático

El factor de seguridad obtenido se observa en la tabla 4.4.

Tabla 4.4.

Factor de seguridad en condición pseudo - estático

Tramo	Factor de seguridad					
	Bishop Simplificado		Spencer		Morgenstern-Price	
	escenario normal	escenario lluvia	escenario normal	escenario lluvia	escenario normal	escenario lluvia
km 26+100 al km 26+140	0.80	0.79	0.80	0.79	0.81	0.80
km 26+500 al km 26+640	1.25	1.24	1.26	1.25	1.27	1.25
km 27+560 al km 27+680	0.78	0.78	0.79	0.79	0.79	0.79

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.4. muestra el talud más crítico km 27+560 al km 27+680 en condición pseudo – estático escenario normal y lluvia el factor de seguridad: Bishop Simplificado FS=0.78, Spencer FS= 0.79, Morgenstern- Price FS= 0.79, de acuerdo

a los tres métodos de cálculo aplicados se observa que Bishop Simplificado tiene los factores de seguridad más conservador.

4.4. Determinación de la estabilidad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite.

Se muestra el nivel de estabilidad en condición estática y pseudo - estático en escenario normal y lluvia obtenidos del cálculo: Bishop Simplificado, Spencer, Morgenstern-Price.

4.4.1. Condición estática

Se observa el resumen de la determinación del nivel de estabilidad en la tabla 4.5.

Tabla 4.5.

Nivel de estabilidad en condición estática

Tramo	Factor de seguridad			Nivel de estabilidad
	Escenario normal	Escenario de lluvia	CE.020 - EST	
km 26+100 al km 26+140	0.99	0.98	1.50	Inestable
km 26+500 al km 26+640	1.52	1.51	1.50	Estable
km 27+560 al km 27+680	0.97	0.97	1.50	Inestable

Fuente: Elaboración propia

El talud km 27+560 al km 27+680 FS=0.97, tiende a ser el más inestable.

4.4.2. Condición pseudo – estático

Se observa el resumen de la determinación del nivel de estabilidad en la tabla 4.6.

Tabla 4.6.

Nivel de estabilidad en condición pseudo – estático

Tramo	Factor de seguridad			Nivel de estabilidad
	Escenario normal	Escenario de lluvia	MEL	
km 26+100 al km 26+140	0.80	0.79	1.00	Inestable
km 26+500 al km 26+640	1.25	1.24	1.00	Estable
km 27+560 al km 27+680	0.78	0.78	1.00	Inestable

Fuente: Elaboración propia

El talud km 27+560 al km 27+680 FS=0.97, tiende a ser el más inestable.

V. Discusión

La discusión de los resultados con los antecedentes se está realizando en orden de los objetivos empezando con lo específicos y terminando el objetivo general.

Discusión 1:

La geometría de la sección encontrado se hace en mención al talud más crítico km 27+560 al km 27+680, altura 63.84 m., ángulo de talud 61°, pendiente 92.36%., SM, tipo de terreno accidentado.

Al respecto, Caruajulca (2017) citado como antecedente nacional presenta en sus resultados una pendiente de 79.19% el cual es un terreno accidentado, también, Toro (2014) citado como antecedente nacional presenta alturas que varían de 11.00 m a 35.20 con ángulos de talud hasta 75.25°. Asimismo, Escobar y Flores (2017) citado como antecedente internacional presenta alturas de 14.00 m. hasta 29.00 m. con ángulo de talud de 50°, igualmente, Revelo (2008) citado como antecedente internacional presenta resultados de la altura hasta 30m. Además, Garnica y Pérez (2012), menciona que los valores de la altura, ángulo del talud mientras más altos propician una mayor velocidad para que la masa de suelo llegue a la carretera. En tal sentido analizando estos resultados se puede ver que la altura y ángulo de talud son características necesarias para determinar la estabilidad del talud.

Como se puede observar los valores determinados para el objetivo específico 1, son consistentes con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

Discusión 2:

El tipo de falla rotacional en el km 26+500 al km 26+640 tiene escarpes con alturas de 0.70 m. y un tipo de suelo GC-GM.

Al respecto, Torres (2019) citado como antecedente nacional identificó la grieta con altura 0.60 m., obteniendo el tipo de falla rotacional. Asimismo, Morales (2007) citado como antecedente internacional reconoció el tipo de falla rotacional con presencia de grietas. Además, Rico y del Castillo (1976) menciona que el tipo de falla rotacional tiene mayor presencia en taludes de corte. En tal sentido bajo lo

referido anteriormente se confirma que la falla rotacional es común en taludes artificiales.

Como se puede observar los valores determinados para el objetivo específico 2, son similares con los de los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

Discusión 3:

El factor de seguridad se hace en mención al talud más crítico km 27+560 al km 27+680, condición estática $FS=0.97$. De la misma forma condición pseudo - estático Bishop Simplificado $FS=0.78$, Spencer $FS=0.79$, Morgenstern-Price $FS=0.79$.

Al respecto Ccahuana y Sánchez (2019) citado como antecedente nacional tiene como resultado el factor de seguridad en condiciones estáticas bajo temporadas normales: Bishop simplificado $FS=1.383$, Morgenstern-Price $FS=1.389$ y Spencer $FS=1.402$ y condiciones estáticas bajo temporada de lluvia: Bishop simplificado $FS=1.032$, Morgenstern- Price $FS=1.047$ y Spencer $FS=1.085$. Asimismo, Aguilar y Zúñiga (2015) citado como antecedente internacional tiene como resultado bajo situaciones sísmicas: Bishop Simplificado $FS=0.790$, Spencer $FS=0.794$, Morgenstern-Price $FS=0.788$ y situaciones sísmicas saturadas: Bishop Simplificado $FS=0.720$, Spencer $FS=0.726$, Morgenstern-Price $FS=0.722$. Además, Alva (2007) menciona que el método Spencer es más riguroso y estable aplica en todo tipo de superficies de falla, mientras que Bishop Simplificado solo se limita en superficies circulares, Morgenstern-Price es flexible en los cálculos y aplica en tipo de superficies y los resultados obtenidos de factor de seguridad no distan demasiado entre los tres métodos aplicados. En tal sentido analizando los resultados del factor de seguridad condición estático y pseudo - estático escenario normal - lluvia, presenta similitudes en los tres métodos aplicados y también dichos resultados de factor de seguridad tiene diferencias muy bajas.

Como se puede observar los valores determinados para el objetivo específico 3, son consistentes con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

Discusión 4:

El nivel de estabilidad del talud se hace en mención al talud más crítico km 27+560 al km 27+680, en condición estático se obtuvo el valor $FS=0.97$, no cumple con $FS>1.50$, del mismo modo en condición pseudo-estático presenta $FS=0.78$, no cumple con $FS>1.00$, ambas condiciones el talud es inestable.

Al respecto Mendoza (2016) citado como antecedente nacional analizó en dos condiciones estáticas y pseudo estáticas con los métodos Bishop Simplificado, Spencer, Morgenstern-Price obteniendo valores mínimos como $FS=1.057$ no mayor a 1.30 en condiciones estáticas y $FS=0.898$ no mayor a 1.00 en condiciones pseudo estáticas determinando que el talud es inestable. Asimismo, Severino (2015) citado como antecedente internacional realizó un catálogo de amenazas en taludes que ayuden en la prevención y mitigación de peligros y donde el factor de seguridad sea mayor de 1.00 en casos de sismo y en casos estáticos mayor 1.30 para ser estables. Asimismo, CE.020 Estabilización de suelos y taludes (2012) establece que el factor de seguridad de un talud para considerar que es estable en situación estática tiene que ser mayor de 1.50, en casos de sismo (pseudo - estático) mayor a 1.25, basándose en la teoría de equilibrio limite en situación pseudo – estático considera ser mayor que 1.00 para ser estable. En tal sentido bajo lo referido anteriormente y los resultados de factor de seguridad en situaciones estáticas, pseudo – estáticas el nivel de estabilidad a medida que incrementa la altura tiende a ser más inestable porque el valor del factor de seguridad disminuye.

Como se puede observar los valores determinados para el objetivo general, son consistentes con los de los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

VI. Conclusiones

Las conclusiones se están realizando en orden de los objetivos empezando con lo específicos y concluye el objetivo general.

Conclusión 1:

La geometría de la sección del talud más crítico km 27+560 al km 27+680, altura 63.84 m., ángulo de talud 61° , pendiente 92.36%, SM, tipo de terreno accidentado; se puede ver que la altura y ángulo de talud son características necesarias para determinar la estabilidad del talud.

Conclusión 2:

El tipo de falla rotacional en el km 26+500 al km 26+640 presenta escarpes con alturas de 0.70 m., tipo de suelo GC-GM; se confirma que la falla rotacional es común en taludes de corte.

Conclusión 3:

El factor de seguridad del talud más crítico km 27+560 al km 27+680, condición estática $FS=0.97$ y condición pseudo - estático Bishop Simplificado $FS=0.78$, Spencer $FS=0.79$, Morgenstern-Price $FS=0.79$; presenta similitudes en los tres métodos aplicados.

Conclusión 4:

El nivel de estabilidad del talud más crítico km 27+560 al km 27+680, en condición estático se obtuvo el valor $FS=0.97$ menor 1.50, del mismo modo en condición pseudo-estático presenta $FS=0.78$ menor a 1.00, ambas condiciones el talud es inestable; el nivel de estabilidad a medida que incrementa la altura tiende a ser más inestable, ya que el factor de seguridad disminuye.

VII Recomendaciones

Las recomendaciones se están realizando en orden de los objetivos empezando con lo específicos y concluye el objetivo general.

Recomendación 1:

Se recomienda que los taludes de corte para suelos SM, GM-GC no deben superar los 26° y alturas hasta 10 metros; valores superiores generan taludes inestables.

Recomendación 2:

Se recomienda en taludes de corte con falla rotacional en suelos de tipo SM, GM-GC, realizar monitoreos del proceso del desplazamiento considerando los escarpes, profundidad y ancho de la falla para la temporada de lluvias; que son en los meses de diciembre hasta marzo.

Recomendación 3:

Se recomienda para calcular el factor de seguridad en condición estática y pseudo – estático, aplicar los métodos Bishop Simplificado, Spencer y Morgenstern-Price los cuales siguen vigentes y tienen mayor uso, los tres métodos brindan resultados de factor de seguridad seguros y no distan demasiado entre ellos.

Recomendación 4:

Se recomienda para dar solución a la inestabilidad en taludes de corte con altura mayor a 10.00 m., ángulo de talud más de 26°, pendiente superior al 60 %, en suelos SM, GM-GC, diseñar terrazas de 5.00 m. de altura con inclinación 2H:1V, banquetas de 2.50 m. a 3.00 m. con pendiente longitudinal 3% para que discurra el agua y favorezca al crecimiento de plantas.

Referencias

1. **Aguilar, Oscar Alejandro y Zuñiga, Camilo Ernesto. 2015.** *Análisis comparativo de estabilidad de taludes mediante los métodos de equilibrio límite aplicado a taludes o laderas aledañas al cerro de la Popa, casco urbano de Cartagena.* Tesis de pregrado (Ingeniería Civil). : s.n., 2015.
2. **Alva, Jorge. 2007.** *Diseño de cimentaciones.* 1a . Lima, Peru : ICG, 2007. pág. 118. PT-35-ICG.
3. **Arias, Fidias G. 2012.** *El proyecto de investigación introducción a la metodología científica.* 6a. Caracas, Venezuela : Episteme, C.A., 2012. pág. 143. ISBN: 980-07-8529-9.
4. **Asociación de Carreteras del Japón. 1984.** *Manual de Protección de Taludes.* Tokio. Japón : s.n., 1984.
5. **Behar, Daniel Salomón. 2008.** *Metodología de la investigación.* Bogotá, Colombia : Shalom, 2008. pág. 94. ISBN: 978-959-212-783-7.
6. **Bernal , César Augusto. 2010.** *Metodología de la investigación.* 3ª ed. Bogotá, Colombia : Pearson Educación, 2010. pág. 320. ISBN: 978-958-699-128-5.
7. **Braja, Das. 2013.** *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.* 4a. Mexico DF, Mexico : Cengage Learning, 2013. pág. 636. ISBN: 978-1-111-57675-2.
8. **Cabezas , Edison Damián , Andrade , Diego y Torres , Johana . 2018.** *Introducción a la metodología de la investigación científica.* 1a. Quito, Ecuador : ESPE, 2018. pág. 135. ISBN: 978-9942-765-44-4.
9. **Caruajulca, Heder Osbeth. 2017.** *Estabilidad de taludes del tramo km 07+000 al km 09+000 de la carretera Pedro Ruíz – Chachapoyas, Amazonas 2016.* tesis de pregrado (Ingeniería Civil) : s.n., 2017.
10. **Ccahuana, Saúl Yoel y Sánchez , Jerónimo Richard . 2019.** *Análisis de estabilidad de talud mediante métodos de equilibrio límite para la carretera Huancavelica – Lircay entre las progresivas del Km 02+700 al Km 02+80.* tesis de pregrado (Ingeniero civil) : s.n., 2019.
11. **Crespo, Carlos. 2004.** *Mecánica de suelos y cimentaciones.* 5. México D.F., México : Limusa SA, 2004. pág. 650. ISBN:968-18-6489-1.
12. **de Matteis, Álvaro F. 2003.** *Geología y Geotecnia: Estabilidad de taludes.* 2003.

13. **Dirección General de Asuntos Socio-Ambientales MTC. 2005.** *Manual de Gestión Socio Ambiental para Proyectos Viales Departamentales.* Lima, Perú : s.n., 2005.
14. **Egg, Ezequiel Ander. 2011.** *Aprender a investigar: Nociones básicas para la investigación social.* 1a. Córdoba, Argentina : Brujas, 2011. pág. 190. ISBN 978-987-591-271-7.
15. **Escobar, Steve Hamilton y Flores, Mariuxi Dayanara. 2017.** *Estudio de estabilidad de taludes del paso lateral de la ciudad de Macas.* Tesis (Ingeniería Civil) : s.n., 2017.
16. **Fratelli, Maria Graciela. 1993.** *Suelos, fundaciones y muros.* Caracas, Venezuela : Bonalde Editors, 1993. pág. 570. ISBN: 980-07-1626-2.
17. **Garnica, Paul y Pérez, Carlos. 2012.** *Metodología para la Gestión de Cortes Carreteros.* México D.F., México : IMT, 2012.
18. **Gómez, Sergio. 2012.** *Metodología de la investigación.* 1a. México D.F., México : Red Tercer Milenio S.C., 2012. pág. 89. ISBN 978-607-733-149-0.
19. **González de Vallejo, Luis, y otros. 2002.** *Ingeniería Geológica.* Madrid, España : Pearson Educación, 2002. pág. 744. ISBN: 84-205-3104-9.
20. **Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Maria del Pilar. 2014.** *Metodología de la investigación.* 6a. México D.F., México : McGRAW-HILL, 2014. pág. 600. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
21. **Highland, Lynn M y Bobrowsky, Peter. 2008.** *Manual de derrumbes: Una guía para entender todo sobre los derrumbes.* 2008.
22. **Hoyos, Fabián. 2001.** *Geotecnia - Diccionario Básico.* 2001.
23. **Instituto Geológico Minero de España (IGME). 1986.** *Manual de taludes.* Madrid, España : s.n., 1986.
24. **Lerma, Héctor Daniel. 2009.** *Metodología de la investigación propuesta, anteproyecto y proyecto.* 4a. Bogotá, Colombia : Ecoe Ediciones, 2009. pág. 190. ISBN: 978-958-648-602-6.
25. **Lipa, Víctor, Zuloaga, Andrés y Linares, Edilberto. 2003.** *Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Andahuaylas (28-p).* Lima, Perú : INGEMMET, 2003.

26. **Mendoza, Joel Arturo. 2016.** *Análisis de estabilidad de taludes de suelos de gran altura en la mina Antapaccay.* tesis de pre grado (Ingeniería Civil) : s.n., 2016.
27. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. 2014.** *Manual de carreteras Suelos geología, geotecnia y pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos.* Lima, Perú : s.n., 2014.
- 28.—. **2014.** *Manual de Carreteras: Diseño geométrico DG-2018.* Lima, Perú : s.n., 2014.
- 29.—. **2017.** *Manual de ensayo de materiales.* Lima, Perú : s.n., 2017.
30. **Ministerio de Vivienda, Contrucción y Saneamiento . 2012.** *CE.020 Estabilización de Suelos y Taludes.* Lima, Perú : s.n., 2012.
31. **Ministerio de Vivienda, Contrucción y Saneamiento. 2018.** *E.030 Diseño Sismorresistente.* Lima, Peru : s.n., 2018.
32. **Morales, Byron. 2007.** *Aplicación práctica del programa G-Slope para el estudio y análisis de estabilidad estructural de taludes.* tesis de pregrado (Ingeniero civil) : s.n., 2007.
33. **Niño, Victor Miguel. 2011.** *Metodología de la investigacion.* 1a. Bogotá, Colombia : Ediciones de la U, 2011. pág. 156. ISBN 978-958-8675-94-7.
34. **Ñaupas, Humberto, y otros. 2018.** *Metodología de la investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la tesis.* 5a. Bogotá, Colombia : Ediciones de la U, 2018. pág. 562. ISBN: 978-958-762-876-0.
35. **Oseda, Dulio. 2008.** *Confiabilidad y Validez de Instrumentos de investigación.* Lima, Peru : Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, 2008.
36. **Revelo, Vicente Ulpiano. 2008.** *Modelo para la estabilización de taludes en las carreteras del subtrópico del Nor Occidente del Ecuador a fin de evitar accidentes de tránsito y disminuir los costos de operación vehicular.* tesis de maestria : s.n., 2008.
37. **Rico, Alfonso y del Castillo, Hermilo. 1976.** *La Ingeniería de Suelos en las vías terrestres (volumen 1).* Mexico DF, Mexico : Limusa SA, 1976.
38. **Ruiz, Carlos. 2013.** *Instrumentos y Tecnicas de Investigación Educativa.* 3 a. Houston, Estados Unidos : BookBaby, 2013. pág. 376. ISBN: 978-148-354-752-7.

39. **Sabino, Carlos. 1992.** *El proceso de investigación.* 2a. Caracas, Venezuela : Panapo, 1992. pág. 216. ISBN: 958-300-154-6.
40. **Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. 2020.** SENAMHI. [En línea] 04 de Diciembre de 2020. <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=apurimac&p=estaciones>.
41. **Severino, Betsy E. 2015.** *Riesgos de taludes y terraplenes en obras lineales de la República Dominicana.* tesis de maestría : s.n., 2015.
42. **Suarez, Jaime. 2009.** *Deslizamiento: Análisis geotécnico.* 2009.
43. —. **2009.** *Deslizamientos: Tecnicas de remediacion.* 2009.
44. **Toro, Jawer. 2014.** *Evaluación de la inestabilidad de taludes en la carretera las Pirias- Cruce Lambayeque, San Ignacio.* Tesis de pregrado (Ingeniería Civil) : s.n., 2014.
45. **Torres, Lincoln. 2019.** *Estabilidad de Taludes para mejorar la transitabilidad y seguridad en los tramos críticos de la carretera Montesecco , Distrito Catache .* tesis de pregrado (Ingeniería Civil) : s.n., 2019.

ANEXOS

ANEXO – 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020

Autor: Br. Leonor Eugenia Medina Núñez

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
<p>Problema general</p> <p>¿Cuán estable son los taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba- San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar la estabilidad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Los taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite son estables, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020.</p>	<p>V1: Métodos de equilibrio límite</p>	<p>D1: Bishop Simplificado</p> <p>D2: Spencer</p> <p>D3: Morgenstern - Price</p>	<p>11: Cohesión 12: Ángulo de fricción 13: Peso específico</p> <p>11: Cohesión 12: Ángulo de fricción 13: Peso específico</p> <p>11: Cohesión 12: Ángulo de fricción 13: Peso específico</p>	<p>MÉTODO: Deductivo Gómez (2012) es un proceso racional que viene de lo general para llegar a lo específico</p> <p>TIPO: Aplicada Egg (2011) consiste en utilizar los conocimientos y aplicarlos para resolver problemas</p> <p>NIVEL: Descriptivo – Explicativo Hernández et al. (2014) definir las cualidades del objeto de investigación y como el análisis de dos o más variables se relaciona.</p> <p>DISEÑO: No experimental Behar (2008) es observar lo sucesos sin participar.</p> <p>POBLACIÓN: 06 taludes Lerma (2009) es un conjunto de elementos del mismo tipo</p> <p>MUESTRA: 03 taludes Ñaupas et al. (2018) la selección de un subconjunto.</p> <p>MUESTREO: No probabilístico Niño (2011) el investigador selecciona la muestra bajo un criterio establecido.</p> <p>TÉCNICA: Observación directa Arias (2012) la acción de visualizar cualquier manifestación</p> <p>INSTRUMENTO: Fichas de recopilación de datos. Cabezas et al. (2018) es recoger información que posteriormente el investigador puede trasladar a una ficha</p>
<p>Problema específico</p> <p>¿Cuál es la geometría de la sección de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba- San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Cuantificar la geometría de la sección de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>La geometría de la sección de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite es adecuado, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020</p>	<p>V2: Estabilización de taludes de gran altura</p>	<p>D1: Geometría de la sección</p> <p>D2: Tipo de falla</p> <p>D3: Factor de seguridad</p>	<p>11: Altura 12: Pendiente 13: Ángulo de talud</p> <p>11: Falla rotacional 12: Falla traslacional 13: Falla compuesta</p> <p>11: Estático 12: Pseudo - estático</p>	
<p>¿Cuál es el tipo de falla de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba- San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020?</p>	<p>Determinar el tipo de falla de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba- San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020.</p>	<p>El tipo de falla de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite es rotacional, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020</p>				
<p>¿Cuánto es el factor de seguridad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020?</p>	<p>Calcular el factor de seguridad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020.</p>	<p>El factor de seguridad de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite son estables, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020.</p>				

ANEXO – 2
INSTRUMENTOS DE VALIDACIÓN

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						
PROYECTO:	Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020					
AUTOR:	Br. Leonor Eugenia Medina Núñez					
I.-	INFORMACIÓN GENERAL:					
	UBICACIÓN:					
	DISTRITO:	Tintay	ALTITUD:	2769 m.s.n.m.		
	PROVINCIA:	Aymaraes	LATITUD:	13° 57' 34"		
	REGIÓN:	Apurímac	LONGITUD:	73° 11' 2"		
II.-	BISHOP SIMPLIFICADO					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
III.-	SPENCER					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
IV.-	MORGENSTERN - PRICE					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
V.-	GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Altura	m	Pendiente	%	Ángulo del talud	°
VI.-	TIPO DE FALLA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Falla rotacional	Adimensional	Falla traslacional	Adimensional	Falla compuesta	Adimensional
VII.-	FACTOR DE SEGURIDAD					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Estático	Adimensional	Pseudo estático	Adimensional		
APELLIDOS Y NOMBRES	Silva Noriega, Fanny		Saavedra Ore, Danilo		Huamani Gamarra, Kenny	
PROFESION:	Ingeniero Civil		Ingeniero Civil		Ingeniero Civil	
REGISTRO CIP N.º	205042		208622		130033	
PUNTAJE INDIVIDUAL	1.00		1.00		0.86	
PUNTAJE GENERAL	0.95					

Rangos y magnitud de validez

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

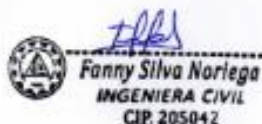
Herrera (1998)

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						
PROYECTO:	Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020					
AUTOR:	Br. Leonor Eugenia Medina Núñez					EXPERTO
	A					
I.-	INFORMACIÓN GENERAL:					
	UBICACIÓN:					
	DISTRITO:	Tintay	ALTITUD:	2769 m.s.n.m.		
	PROVINCIA:	Aymaraes	LATITUD:	13° 57' 34"		
	REGIÓN:	Apurímac	LONGITUD:	73° 11' 2"		
II.-	BISHOP SIMPLIFICADO					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
III.-	SPENCER					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
IV.-	MORGENSTERN - PRICE					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
V.-	GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Altura	m	Pendiente	%	Ángulo del talud	°
VI.-	TIPO DE FALLA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Falla rotacional	Adimensional	Falla traslacional	Adimensional	Falla compuesta	Adimensional
VII.-	FACTOR DE SEGURIDAD					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Estático	Adimensional	Pseudo estático	Adimensional		
APELLIDOS Y NOMBRES	Silva Noriega Fanny					7
PROFESION:	Ingeniero Civil					7
REGISTRO CIP N.º	205042					
EMAIL	fannsa@gmail.com					1
TELEFONO	983712120					

Rangos y magnitud de validez

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Herrera (1998)



FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						
PROYECTO:	Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020					
AUTOR:	Br. Leonor Eugenia Medina Núñez					EXPERTO
						B
I.-	INFORMACIÓN GENERAL:					
	UBICACIÓN:					
	DISTRITO:	Tintay	ALTITUD:	2769 m.s.n.m.		
	PROVINCIA:	Aymaraes	LATITUD:	13° 57' 34"		
	REGIÓN:	Apurímac	LONGITUD:	73° 11' 2"		
II.-	BISHOP SIMPLIFICADO					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
III.-	SPENCER					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
IV.-	MORGENSTERN - PRICE					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
V.-	GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Altura	m	Pendiente	%	Ángulo del talud	°
VI.-	TIPO DE FALLA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Falla rotacional	Adimensional	Falla traslacional	Adimensional	Falla compuesta	Adimensional
VII.-	FACTOR DE SEGURIDAD					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Estático	Adimensional	Pseudo estático	Adimensional		
APELLIDOS Y NOMBRES	Saavedra Ore Danilo					7
PROFESION:	Ingeniero Civil					7
REGISTRO CIP N.º	208622					
EMAIL	dso.ms.19@gmail.com					1
TELEFONO	988989852					

Rangos y magnitud de validez

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Herrera (1998)



FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						
PROYECTO:		Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020				
AUTOR:		Br. Leonor Eugenia Medina Núñez				EXPERTO
						C
I.-	INFORMACIÓN GENERAL:					
	UBICACIÓN:					
	DISTRITO:	Tintay	ALTITUD:	2769 m.s.n.m.		
	PROVINCIA:	Aymaraes	LATITUD:	13° 57' 34"		
	REGIÓN:	Apurímac	LONGITUD:	73° 11' 2"		
II.-	BISHOP SIMPLIFICADO					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
III.-	SPENCER					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
IV.-	MORGENSTERN - PRICE					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
V.-	GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Altura	m	Pendiente	%	Ángulo del talud	°
VI.-	TIPO DE FALLA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Falla rotacional	Adimensional	Falla traslacional	Adimensional	Falla compuesta	Adimensional
VII.-	FACTOR DE SEGURIDAD					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Estático	Adimensional	Pseudo estático	Adimensional		
APELLIDOS Y NOMBRES		HUAMANI GAMARRA KENNY				6
PROFESION:		ING. CIVIL				7
REGISTRO CIP N.º		130033				
EMAIL		hkconstructora@hotmail.com				0.86
TELEFONO		983668383				

Rangos y magnitud de validez

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Herrera (1998)



 Ing. Kenny Huamani Gamarra

 INGENIERO CIVIL

 CIP. 130033

ANEXO – 3
CERTIFICADO DE LOS ENSAYOS

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Force of Laboratory

F-20504-006 R1

Page / Pág 1 de 6

Equipo <i>Instrument</i>	EQUIPO DE CORTE DIRECTO CON ANILLO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados corresponden al ítem relacionado en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. These results only relate to the item mentioned on page number one. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may result from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	NO INDICA	
Modelo <i>Model</i>	NO INDICA	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	A1397	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	HK '1-1	
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	Del 10 % al 100 %	
Solicitante <i>Customer</i>	HKCONSTRUCTORES EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
Dirección <i>Address</i>	JR. LAS AZUCENAS NRO. S/N ASC. SANTA ROSA - APURIMAC - ABANCAY	
Ciudad <i>City</i>	APURIMAC - ABANCAY	
Fecha de Recepción <i>Date of Receipt</i>	2020 - 02 - 20	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2020 - 02 - 20	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2020 - 08 - 12	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	06	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda. no se puede reproducir el Informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas Autorizadas

Authorized signatures

Tecg. Sergio Iván Martínez.
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andres Vela Avellaneda.
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-06-F-01 Rev. 10.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

CORTE DIRECTO DE SUELOS

ASTM D3080-11

SOLICITANTE:	Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ		
PROYECTO:	"ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAES - APURIMAC"		
UBICACION:	C-1, TAQUEBAMBA - SAN MATEO, KM. 26+100 a KM. 26+140	REGISTRO:	1
FECHA:	18-dic-20	MUESTRA:	ALTERADA
IDENTIFICACION:	M-1		

CARACTERISTICAD DE LOS ESPECIMENES DE ENSAYO			
DESCRIPCION	1.5 Kgf	3.1 Kgf	4.6 Kgf
Area (cm ²):	29.2	29.2	29.2
Altura inicial (cm):	2.0	2.0	2.0
Altura Final (cm):	1.97	1.96	1.95
Volumen Inicial (cm ³):	58.449468	58.449468	58.449468
Peso Humedo Inicial (g):	81.76	81.76	81.76
Humedad Inicial (%):	17.63	17.63	17.63
Humedad Final (%):	20.15	20.15	20.15
Densidad humedad Inicial (g/cm ³):	1.399	1.399	1.399
Densidad seca Inicial (g/cm ³):	1.189	1.189	1.189

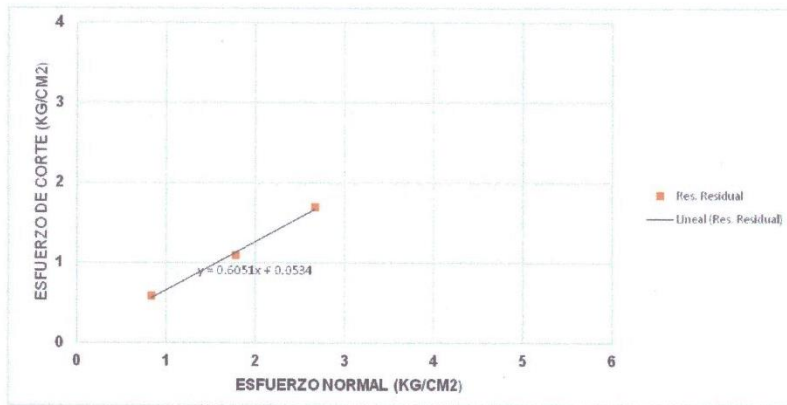
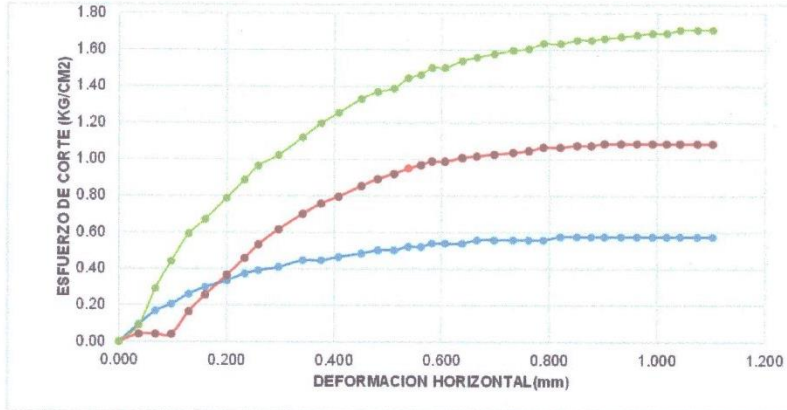
v.c(mm/min)	0.06			1.5			3.1			4.6		
	Desplaz. Horizontal (mm)	Lectura dial fuerza (0.01mm)	Fuerza (kN)	Esfuerzo de Corte (KG/CM2)	Lectura dial fuerza (0.01mm)	Fuerza (N)	Esfuerzo de Corte (KG/CM2)	Lectura dial fuerza (0.01mm)	Fuerza (N)	Esfuerzo de Corte (KG/CM2)		
0	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00		
0.2	0.03690	4	0.03	0.09	0	0.01	0.04	5	0.03	0.09		
0.6	0.06780	8.00	0.05	0.17	0.00	0.01	0.04	15.00	0.09	0.29		
1	0.09720	10.00	0.06	0.21	0.00	0.01	0.04	22.50	0.13	0.44		
1.4	0.12940	13.00	0.08	0.26	7.00	0.05	0.17	30.00	0.17	0.59		
1.8	0.15990	15.00	0.09	0.30	12.00	0.07	0.26	34.00	0.20	0.67		
2.2	0.19990	17.00	0.10	0.34	18.00	0.11	0.37	40.00	0.23	0.79		
2.6	0.23350	19.00	0.11	0.37	23.00	0.13	0.46	45.00	0.26	0.89		
3	0.25870	20.00	0.11	0.39	27.00	0.16	0.53	49.00	0.28	0.96		
3.4	0.29640	21.00	0.12	0.41	31.50	0.18	0.62	52.00	0.30	1.02		
3.8	0.34140	23.00	0.13	0.45	36.00	0.20	0.70	57.00	0.33	1.12		
4.2	0.37550	23.00	0.13	0.45	39.00	0.22	0.76	61.00	0.35	1.20		
4.6	0.40770	24.00	0.14	0.47	41.00	0.23	0.80	64.00	0.37	1.25		
5	0.45060	25.00	0.14	0.48	44.00	0.25	0.85	68.00	0.39	1.33		
5.4	0.48110	26.00	0.15	0.50	46.00	0.26	0.89	70.00	0.40	1.37		
5.8	0.51130	26.00	0.15	0.50	47.50	0.27	0.92	71.00	0.41	1.39		
6.2	0.53790	27.00	0.15	0.52	49.00	0.28	0.95	74.00	0.42	1.44		
6.6	0.56150	27.00	0.15	0.52	50.00	0.28	0.97	75.00	0.43	1.46		
7	0.58180	28.00	0.16	0.54	51.00	0.29	0.99	77.00	0.44	1.50		
7.4	0.60570	28.00	0.16	0.54	51.00	0.29	0.99	77.00	0.44	1.50		
7.8	0.63760	28.00	0.16	0.54	52.00	0.29	1.01	79.00	0.45	1.54		
8.2	0.66510	29.00	0.16	0.56	52.50	0.30	1.02	80.00	0.46	1.56		
8.6	0.69780	29.00	0.16	0.56	53.00	0.30	1.03	81.00	0.46	1.58		
9	0.73260	29.00	0.16	0.56	53.50	0.30	1.04	82.00	0.47	1.60		
9.4	0.76150	29.00	0.16	0.56	54.00	0.31	1.05	82.50	0.47	1.61		
9.8	0.78910	29.00	0.16	0.56	55.00	0.31	1.07	84.00	0.48	1.63		
10.2	0.82040	30.00	0.17	0.58	55.00	0.31	1.07	84.00	0.48	1.63		
10.6	0.85110	30.00	0.17	0.58	55.50	0.31	1.08	85.00	0.48	1.65		
11	0.87750	30.00	0.17	0.58	55.50	0.31	1.08	85.00	0.48	1.65		
11.4	0.90220	30.00	0.17	0.58	56.00	0.32	1.09	85.50	0.49	1.66		
11.8	0.93310	30.00	0.17	0.58	56.00	0.32	1.09	86.00	0.49	1.67		
12.2	0.96250	30.00	0.17	0.58	56.00	0.32	1.09	86.50	0.49	1.68		
12.6	0.99140	30.00	0.17	0.58	56.00	0.32	1.09	87.00	0.49	1.69		
13	1.01800	30.00	0.17	0.58	56.00	0.32	1.09	87.00	0.49	1.69		
13.4	1.04270	30.00	0.17	0.58	56.00	0.32	1.09	88.00	0.50	1.71		
13.8	1.07440	30.00	0.17	0.58	56.00	0.32	1.09	88.00	0.50	1.71		
14.2	1.10290	30.00	0.17	0.58	56.00	0.32	1.09	88.00	0.50	1.71		

observaciones:
Muestra tomada e identificada por el tamiz N°4

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
C.P. 130033

CORTE DIRECTO DE SUELOS
ASTM D3080-11

SOLICITANTE:	Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ		
PROYECTO:	"ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAEAS - APURIMAC"		
UBICACIÓN:	C-1, TAQUEBAMBA - SAN MATEO, KM. 26+100 a KM. 26+140	REGISTRO:	1
FECHA:	18-dic-20	MUESTRA:	ALTERADA
IDENTIFICACION:	M-1		



RESULTADO DEL ENSAYO		
COHESION (KG/CM2):	0.0534	ANGULO DE FRICCION (Phi):
		31.18

OBS:

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

CONTENIDO DE HUMEDAD - N.T.P 339.127;1998

Proyecto:

"ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAES - APURIMAC"

SOLICITANTE : Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ
 N° MUESTRA : C-1
 FECHA : 18/12/2020

UBICACION : C-1, TAQUEBAMBA - SAN MATEO, KM. 26+100 a KM. 26+140
 PROFUNDIDAD : 2.0 m
 Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

ENSAYO	1	2	3	4
Cápsula N°	C4	C5	C6	C7
Peso suelo húmedo + cápsula	104.58	122.00	103.70	95.40
Peso suelo seco + cápsula	92.00	107.00	91.70	84.80
Peso del agua	12.58	15.00	12.00	10.60
Peso de la cápsula	21.90	21.90	23.50	23.70
Peso neto del suelo seco	70.10	85.10	68.20	61.10
% de Humedad	17.95	17.63	17.60	17.35

w (%) = 17.63

OBSERVACIONES: El contenido de humedad se determino de una muestra alterada.



 Ing. Kenny Huamani Gamarra
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 130033

**DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMETRICO
NORMA ASTM D – 4892**

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAEAS - APURIMAC"

SOLICITANTE : Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ

UBICACION : C-1, TAQUEBAMBA - SAN MATEO, KM. 26+100 a KM. 26+140

N° MUESTRA : C - 01

FECHA : 18/12/2020

Tec. Responsable : Kenny Huamani Gamarra
Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

PESO VOLUMETRICO DE MASA (γ_m)

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DEL SUELO + PARAFINA (gr)	220.10	192.00	182.00
PESO DEL SUELO (gr)	202.60	157.30	141.00
PESO ESPECIFICO DE PARAFINA (g/cm ³)	0.87	0.87	0.87
PESO DE LA PARAFINA (gr)	17.50	34.70	41.00
VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA (cm ³)	164.500	152.900	148.500
VOLUMEN DE LA PARAFINA (cm ³)	20.11	39.89	47.13
VOLUMEN DEL SUELO (cm ³)	144.39	113.01	101.37
PESO ESPECIFICO DE MASA PARCIAL (g/cm ³)	1.40 gr/cm ³	1.39 gr/cm ³	1.39 gr/cm ³
PESO ESPECIFICO DE MASA (g/cm ³)	1.40 gr/cm ³		

$$\Delta V = V_{\text{suelo} + \text{parafina}}$$

$$V_{\text{suelo}} = V_{\text{suelo} + \text{parafina}} - V_{\text{parafina}}$$

$$V_{\text{parafina}} = W_{\text{parafina}} / \gamma_{\text{parafina}}$$

donde : $W_{\text{parafina}} = W_{\text{suelo} + \text{parafina}} - W_{\text{suelo}}$

$$P.V. = \frac{W_{\text{SUELO}}}{\Delta V - V_{\text{PARAFINA}}}$$

Densidad Natural	yn	1.395 gr/cm ³
Humedad Natural	w %	12.360%
Densidad Seca	yd	1.242 gr/cm ³



Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS(S.U.C.S)
ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(Método MTC E - 107 - 99)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAES - APURIMAC"

SOLICITANTE : Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ

UBICACION : KM. 26+100 a KM. 26+140

TRAMO : TAQUEBAMBA - SAN MATEO

N° MUESTRA : C- 01

Tec. Responsable : Kenny Huamani Gamarra

FECHA : 21/12/2020

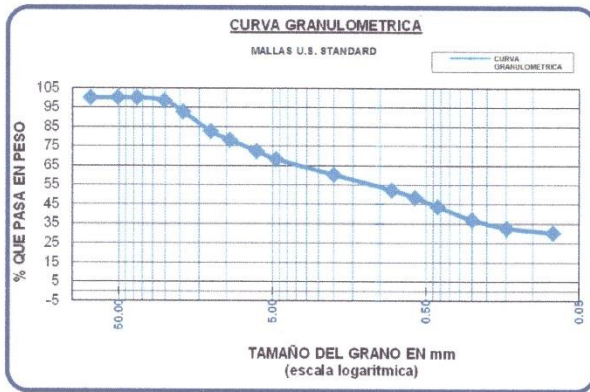
Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	24.40	1.36	1.36	98.64
3/4"	19.050	106.10	5.89	7.25	92.75
1/2"	12.700	180.50	10.03	17.28	82.72
3/8"	9.525	80.70	4.48	21.76	78.24
1/4"	6.350	105.40	5.86	27.62	72.38
No4	4.760	72.60	4.03	31.65	68.35
No10	2.000	145.90	8.11	39.76	60.24
No20	0.840	140.90	7.83	47.58	52.42
No30	0.590	71.50	3.97	51.56	48.44
No40	0.420	84.10	4.67	56.23	43.77
No60	0.250	121.10	6.73	62.96	37.04
No100	0.149	78.00	4.33	67.29	32.71
No200	0.074	44.70	2.48	69.77	30.23
BASE		1.900	0.11	69.88	30.12
W-Wo		542.200	30.12	100.00	0.00

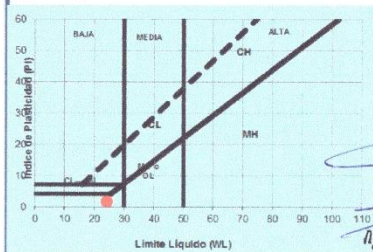
TAMAÑO MAXIMO:	
P.I.=	1800.00
% Grava=	31.65
% Arena=	38.12
% Finos=	30.23
LIMITES DE CONSISTENCIA:	
L.L.=	24.32
L.P.=	22.77
I.P.=	1.55
CARACT. GRANULOMETRICAS	
D10=	Cu= NP
D30= 0.07	Cc= NP
D60= 1.96	
Valor del Indice de Grupo (IG)	
(0)	
CLASIFICACION:	
AASHTO: A-2-4 (0)	

Pasa tamiz N°4 (4.76mm):	68.35 %
Pasa tamiz N°200 (0.074mm):	30.23 %

CLASIFICACION (S.U.C.S)
SM



Abaco de Casagrande



Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

Arenas limosas mezcla de arena-limo	SM	(S.U.C.S)
Grava y arena limoarcilla	A-2-4 (0)	AASHTO

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E 111 - 2000) Limite Plastico
(MTC E 111 - 2000) Limite Liquido

PROYECTO: "ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAES - APURIMAC"

SOLICITANTE : Br. LEONOR E, MEDINÁ NUÑEZ

UBICACION : KM. 26+100 a KM. 26+140

N° MUESTRA : C-01

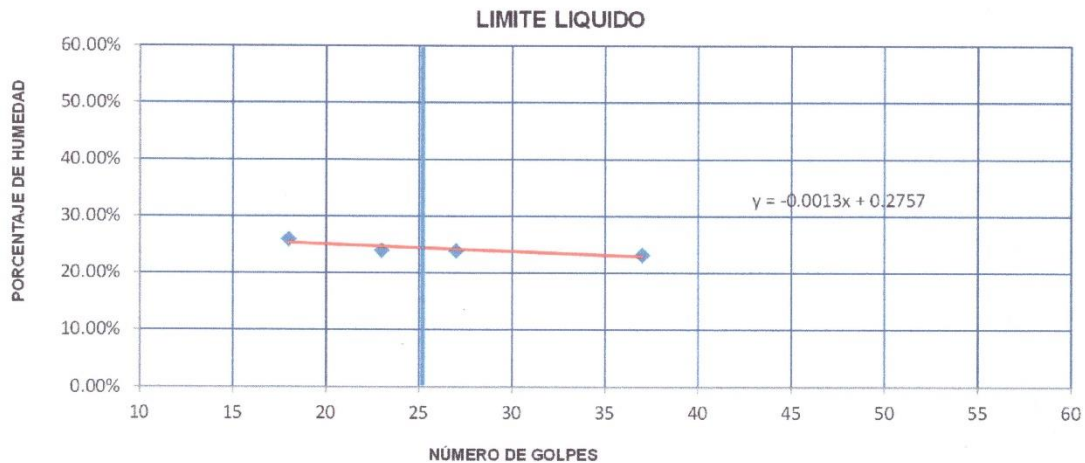
TRAMO : TAQUEBAMBA - SAN MATEO

Tec. Responsable : KENNY Huamani Gamarra

FECHA : 21/12/2020

Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

Nro. DE CAPSULA	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	B05	B07	B04	B12	C8	C11
PESO TARA + SUELO HUMEDO (A)	43.30	45.80	35.10	38.40	30.10	31.30
PESO TARA + SUELO SECO (B)	38.40	40.10	31.10	33.70	28.60	29.80
PESO DE LA TARA (C)	17.30	16.30	14.40	15.60	22.30	22.90
PESO DEL AGUA (A-B)	4.90	5.70	4.00	4.70	1.50	1.50
PESO SUELO SECO (B-C)	21.10	23.80	16.70	18.10	6.30	6.90
HUMEDAD $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	23.22%	23.95%	23.95%	25.97%	23.81%	21.74%
HUMEDAD PROMEDIO	24.27%				22.77%	
Nro. DE GOLPES	37	27	23	18	I	II



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
LL. : 24.32%	LP. : 22.77%	IP. : 1.55%
OBSERVACIONES:		

Kenny Huamani Gamarra
Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

CORTE DIRECTO DE SUELOS
ASTM D3080-11

SOLICITANTE:	Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ	REGISTRO:	2
PROYECTO:	"ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAES - APURIMAC"		
UBICACION:	C-2. TAQUEBAMBA - SAN MATEO, KM. 26+500 A KM. 26+640	MUESTRA:	ALTERADA
FECHA:	18-dic-20		
IDENTIFICACION:	M-2		

CARACTERISTICAS DE LOS ESPECIMENES DE ENSAYO			
DESCRIPCION	1.5 Kgf	3.1 Kgf	4.6 Kgf
Area (cm2):	29.2	29.2	29.2
Altura Inicial (cm):	2.0	2.0	2.0
Altura Final (cm):	1.97	1.96	1.95
Volumen Inicial (cm3):	58.449468	58.449468	58.449468
Peso Humedo Inicial (g):	89.80	89.80	89.80
Humedad Inicial (%):	12.36	12.36	12.36
Humedad Final (%):	18.50	18.50	18.50
Densidad humedad inicial (g/cm3):	1.536	1.536	1.536
Densidad seca inicial (g/cm3):	1.367	1.367	1.367

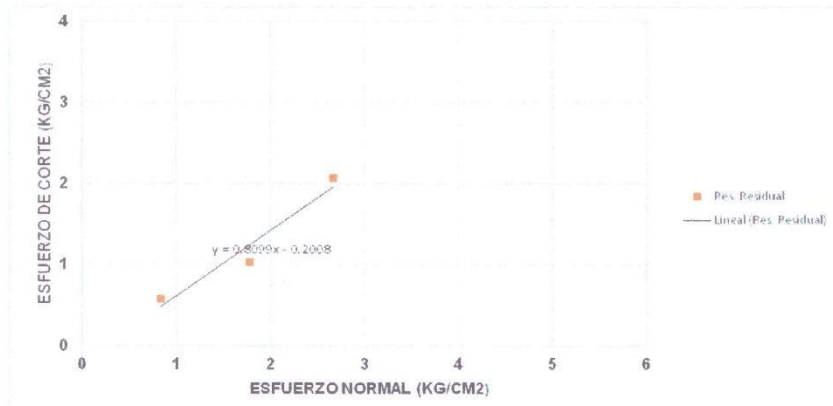
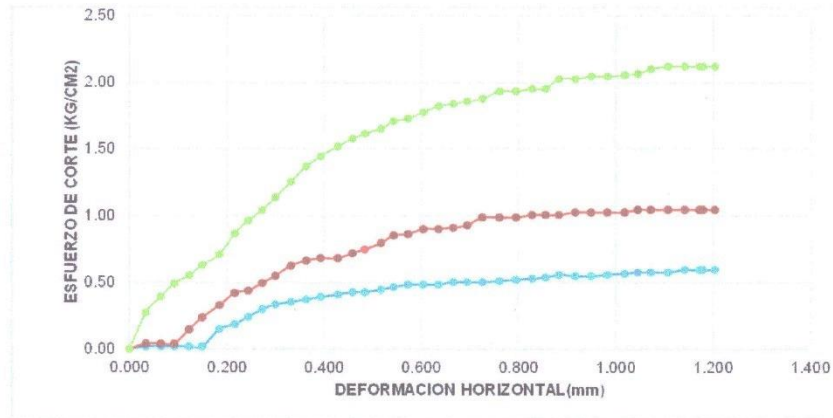
v.c(mm/min)	0.05			1.5			3.1			4.6		
	Desplaz. Horizontal (mm)	Lectura dial fuerza (0.01mm)	Fuerza (KN)	Esfuerzo de Corte (KG/CM2)	Lectura dial fuerza (0.01mm)	Fuerza (N)	Esfuerzo de Corte (KG/CM2)	Lectura dial fuerza (0.01mm)	Fuerza (N)	Esfuerzo de Corte (KG/CM2)		
0	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00		
0.2	0.03400	0	0.01	0.02	0	0.01	0.04	8	0.08	0.27		
0.6	0.06430	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.04	14.00	0.11	0.39		
1	0.09240	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.04	20.00	0.14	0.49		
1.4	0.12230	0.00	0.01	0.02	8.00	0.04	0.15	25.00	0.16	0.55		
1.8	0.14940	0.00	0.01	0.02	11.00	0.07	0.24	28.00	0.18	0.63		
2.2	0.18480	7.00	0.04	0.15	16.00	0.10	0.33	32.00	0.21	0.71		
2.6	0.21590	9.00	0.05	0.19	21.00	0.12	0.42	36.00	0.25	0.87		
3	0.24390	12.00	0.07	0.24	22.00	0.13	0.44	44.00	0.28	0.96		
3.4	0.27290	15.00	0.09	0.30	25.00	0.14	0.50	49.00	0.30	1.04		
3.8	0.30010	17.00	0.10	0.34	28.00	0.16	0.55	53.00	0.33	1.14		
4.2	0.33190	18.00	0.10	0.35	32.00	0.18	0.63	58.00	0.37	1.25		
4.6	0.36310	19.00	0.11	0.37	34.00	0.19	0.66	64.00	0.40	1.37		
5	0.39280	20.00	0.11	0.39	35.00	0.20	0.68	70.00	0.42	1.44		
5.4	0.42850	21.00	0.12	0.41	35.00	0.20	0.68	74.00	0.44	1.52		
5.8	0.45870	22.00	0.13	0.43	37.00	0.21	0.72	78.00	0.46	1.58		
6.2	0.48350	22.00	0.13	0.43	38.50	0.22	0.75	81.00	0.47	1.62		
6.6	0.51740	23.00	0.13	0.45	41.00	0.23	0.80	83.00	0.48	1.65		
7	0.54400	24.00	0.14	0.47	44.00	0.25	0.85	85.00	0.50	1.71		
7.4	0.57320	25.00	0.14	0.48	44.50	0.25	0.86	88.00	0.51	1.73		
7.8	0.60480	25.00	0.14	0.48	46.50	0.26	0.90	89.00	0.52	1.78		
8.2	0.63560	25.00	0.14	0.48	46.50	0.26	0.90	91.50	0.53	1.82		
8.6	0.66570	26.00	0.15	0.50	47.00	0.27	0.91	94.00	0.54	1.84		
9	0.69460	26.00	0.15	0.50	48.00	0.27	0.93	95.00	0.54	1.86		
9.4	0.72560	26.00	0.15	0.50	51.00	0.29	0.99	96.00	0.55	1.88		
9.8	0.76060	26.50	0.15	0.51	51.00	0.29	0.99	97.00	0.57	1.93		
10.2	0.79510	27.00	0.15	0.52	51.00	0.29	0.99	100.00	0.57	1.93		
10.6	0.82830	27.50	0.16	0.53	52.00	0.29	1.01	100.00	0.57	1.95		
11	0.85900	28.00	0.16	0.54	52.00	0.29	1.01	101.00	0.57	1.95		
11.4	0.88280	29.00	0.16	0.56	52.00	0.29	1.01	101.00	0.59	2.03		
11.8	0.91700	28.50	0.16	0.55	53.00	0.30	1.03	105.00	0.59	2.03		
12.2	0.94940	28.50	0.16	0.55	53.00	0.30	1.03	105.00	0.60	2.05		
12.6	0.98250	29.00	0.16	0.56	53.00	0.30	1.03	106.00	0.60	2.05		
13	1.01770	29.50	0.17	0.57	53.00	0.30	1.03	106.00	0.60	2.06		
13.4	1.04530	30.00	0.17	0.58	54.00	0.31	1.05	106.50	0.60	2.07		
13.8	1.07180	30.00	0.17	0.58	54.00	0.31	1.05	107.00	0.61	2.10		
14.2	1.10740	30.00	0.17	0.58	54.00	0.31	1.05	109.00	0.62	2.12		
14.6	1.14160	31.00	0.17	0.60	54.00	0.31	1.05	110.00	0.62	2.12		
15	1.17160	31.00	0.17	0.60	54.00	0.31	1.05	110.00	0.62	2.12		
15.4	1.17910	31.00	0.17	0.60	54.00	0.31	1.05	110.00	0.62	2.12		
15.8	1.20370	31.00	0.17	0.60	54.00	0.31	1.05	110.00	0.62	2.12		

observaciones:
Muestra tomada e identificada por el tamiz N°4

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130933

CORTE DIRECTO DE SUELOS
ASTM D3080-11

SOLICITANTE:	Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ	REGISTRO:	2
PROYECTO:	"ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAES - APURIMAC"		
UBICACIÓN:	C-2. TAQUEBAMBA - SAN MATEO, KM. 26+500 A KM. 26+640	MUESTRA:	ALTERADA
FECHA:	18-dic-20		
IDENTIFICACION:	M-2		



RESULTADO DEL ENSAYO		
COHESION (KG/CM2):	0	ANGULO DE FRICCION (Phi): 39.00

OBS:



Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

CONTENIDO DE HUMEDAD - N.T.P 339.127;1998

Proyecto:

"ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAES - APURIMAC"

SOLICITANTE : Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ
 N° MUESTRA : C-2
 FECHA : 18/12/2020

UBICACION : C-2, TAQUEBAMBA - SAN MATEO, KM. 26+500 A KM. 26+640
 PROFUNDIDAD : 2.0 m
 Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

ENSAYO	1	2	3	4
Cápsula N°	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + cápsula	109.86	147.00	106.80	112.60
Peso suelo seco + cápsula	101.00	134.10	97.50	102.70
Peso del agua	8.86	12.90	9.30	9.90
Peso de la cápsula	28.40	27.70	23.50	23.70
Peso neto del suelo seco	72.60	106.40	74.00	79.00
% de Humedad	12.20	12.12	12.57	12.53

w (%) = 12.36

OBSERVACIONES: El contenido de humedad se determino de una muestra alterada.



Ing. Kenny Huamani Gamarra
 INGENIERO CIVIL
 N.º 130033

**DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMETRICO
NORMA ASTM D – 4892**

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAEAS - APURIMAC"

SOLICITANTE : Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ

UBICACION : C-2, TAQUEBAMBA - SAN MATEO, KM. 26+500 A KM. 26+640

N° MUESTRA : C - 02

FECHA : 18/12/2020

Tec. Responsable : Kenny Huamani Gamarra
Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

PESO VOLUMETRICO DE MASA (γ_m)

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DEL SUELO + PARAFINA (gr)	221.10	188.00	180.00
PESO DEL SUELO (gr)	209.20	154.90	141.00
PESO ESPECIFICO DE PARAFINA (g/cm ³)	0.87	0.87	0.87
PESO DE LA PARAFINA (gr)	11.90	33.10	39.00
VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA (cm ³)	150.000	140.000	136.000
VOLUMEN DE LA PARAFINA (cm ³)	13.68	38.05	44.83
VOLUMEN DEL SUELO (cm ³)	136.32	101.95	91.17
PESO ESPECIFICO DE MASA PARCIAL (g/cm ³)	1.53 gr/cm ³	1.52 gr/cm ³	1.55 gr/cm ³
PESO ESPECIFICO DE MASA (g/cm ³)	1.53 gr/cm ³		

$$\Delta V = V_{\text{suelo + parafina}}$$

$$V_{\text{suelo}} = V_{\text{suelo + parafina}} - V_{\text{parafina}}$$

$$V_{\text{parafina}} = W_{\text{parafina}} / \gamma_{\text{parafina}}$$

donde : $W_{\text{parafina}} = W_{\text{suelo + parafina}} - W_{\text{suelo}}$

$$P.V. = \frac{W_{\text{SUELO}}}{\Delta V - V_{\text{PARAFINA}}}$$

Densidad Natural	γ_n	1.533 gr/cm ³
Humedad Natural	w %	17.630%
Densidad Seca	γ_d	1.304 gr/cm ³



Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
C.O. 130033

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS(S.U.C.S)
ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(Método MTC E - 107 - 99)

PROYECTO "ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAES - APURIMAC"

SOLICITANTE : Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ
TRAMO : TAQUEBAMBA - SAN MATEO
N° MUESTRA : C-02
FECHA : 21/12/2020

UBICACION : KM. 26+500 A KM. 26+640
Tec. Responsable : Kenny Huamani Gamarra
Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	98.20	4.91	4.91	95.09
1"	25.400	41.10	2.06	6.97	93.04
3/4"	19.050	129.00	6.45	13.42	86.59
1/2"	12.700	210.70	10.54	23.95	76.05
3/8"	9.525	174.00	8.70	32.65	67.35
1/4"	6.350	241.80	12.09	44.74	55.26
No4	4.760	175.90	8.80	53.54	46.47
No10	2.000	311.80	15.59	69.13	30.88
No20	0.840	164.70	8.24	77.36	22.64
No30	0.590	45.10	2.26	79.62	20.39
No40	0.420	62.40	3.12	82.74	17.27
No60	0.250	27.00	1.35	84.09	15.92
No100	0.149	42.30	2.12	86.20	13.80
No200	0.074	34.60	1.73	87.93	12.07
BASE		3.200	0.16	88.09	11.91
W-Wo		238.200	11.91	100.00	0.00

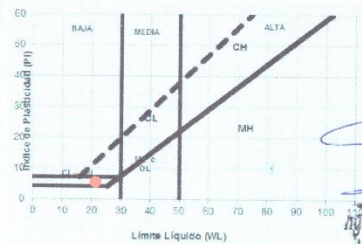
TAMAÑO MAXIMO: P.I.= 2000.00 % Grava= 53.54 % Arena= 34.40 % Finos= 12.07
LIMITES DE CONSISTENCIA: L.L.= 21.53 L.P.= 16.30 I.P.= 5.23
CARACT. GRANULOMETRICAS D10= _____ Cu= NP D30= 1.88 Cc= NP D60= 7.59
Valor del Índice de Grupo (IG) (0)
CLASIFICACION: AASHTO: A-1-a (0)

Pasa tamiz N°4 (4.76mm):	46.47 %
Pasa tamiz N°200 (0.074mm):	12.07 %

CLASIFICACION (S.U.C.S) GC-GM



Abaco de Casagrande



Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

Gravas arcillosas y limosas, mezcla grava.	GC-GM	(S.U.C.S)
Cantos, grava y arena.	A-1-a (0)	AASHTO

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E 111 - 2000) Limite Plastico
(MTC E 111 - 2000) Limite Liquido

PROYECTO: "ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - ABANCAY - APURIMAC"

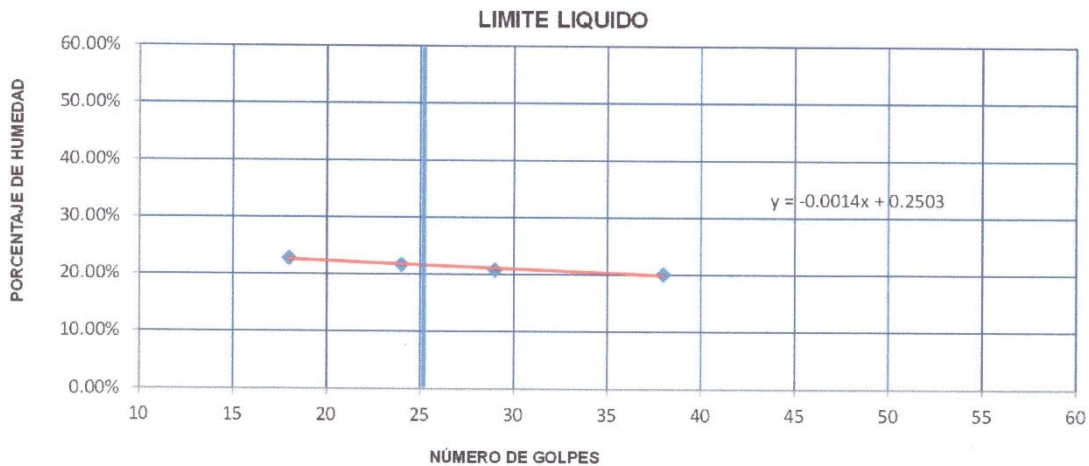
SOLICITANTE : Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ UBICACION : KM. 26+500 A KM. 26+640

N° MUESTRA : C - 02

TRAMO : TAQUEBAMBA - SAN MATEO Tec. Responsable : KENNY Huamani Gamarra

FECHA : 21/12/2020 Ingº. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

Nro. DE CAPSULA	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	B11	B09	B10	B2	B01	B08
PESO TARA + SUELO HUMEDO (A)	50.50	49.60	47.10	39.40	22.50	27.90
PESO TARA + SUELO SECO (B)	44.90	44.40	41.40	35.60	21.40	26.70
PESO DE LA TARA (C)	17.00	19.40	15.20	18.90	14.50	19.50
PESO DEL AGUA (A-B)	5.60	5.20	5.70	3.80	1.10	1.20
PESO SUELO SECO (B-C)	27.90	25.00	26.20	16.70	6.90	7.20
HUMEDAD $W=(A-B)/(B-C)*100$	20.07%	20.80%	21.76%	22.75%	15.94%	16.67%
HUMEDAD PROMEDIO	21.35%				16.30%	
Nro. DE GOLPES	38	29	24	18	I	II



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
LL. : 21.53%	LP. : 16.30%	IP. : 5.23%
OBSERVACIONES:		


Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

CORTE DIRECTO DE SUELOS
ASTM D3080-11

SOLICITANTE:	Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ		
PROYECTO:	"ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAES - APURIMAC"		
UBICACIÓN:	C-3. TAQUEBAMBA - SAN MATEO, KM. 27+560 A KM. 27+680	REGISTRO:	3
FECHA:	19-dic-20	MUESTRA:	ALTERADA
IDENTIFICACION:	M-3		

CARACTERISTICAS DE LOS ESPECIMENES DE ENSAYO			
DESCRIPCION	1.5 Kgf	3.1 Kgf	4.6 Kgf
Area (cm ²):	29.2	29.2	29.2
Altura Inicial (cm):	2.0	2.0	2.0
Altura Final (cm):	1.97	1.96	1.95
Volumen Inicial (cm ³):	58.449468	58.449468	58.449468
Peso Humedo inicial (g):	85.00	85.00	85.00
Humedad Inicial (%):	14.81	14.81	14.81
Humedad Final (%):	19.22	19.22	19.22
Densidad humedad inicial (g/cm ³):	1.454	1.454	1.454
Densidad seca inicial (g/cm ³):	1.267	1.267	1.267

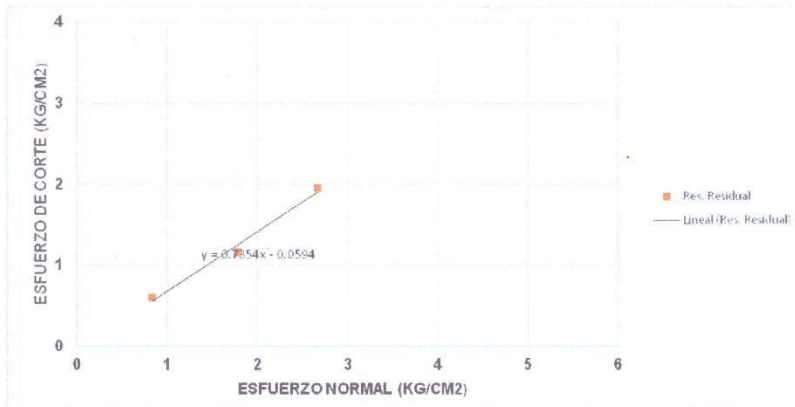
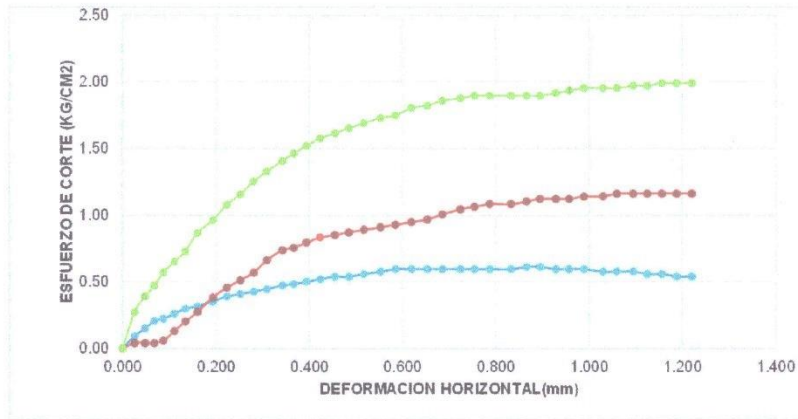
v.c(mm/min)	0.05	CARGA NORMAL (KG) 1.5			CARGA NORMAL (KG) 3.1			CARGA NORMAL (KG) 4.6		
		Desplaz. Horizontal (mm)	Lectura dial fuerza (0.01mm)	Fuerza (KN)	Esfuerzo de Corte (KG/CM2)	Lectura dial fuerza (0.01mm)	Fuerza (N)	Esfuerzo de Corte (KG/CM2)	Lectura dial fuerza (0.01mm)	Fuerza (N)
0	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.2	0.02580	4	0.03	0.09	0	0.01	0.04	6	0.08	0.27
0.6	0.04830	7.00	0.04	0.15	0.00	0.01	0.04	14.00	0.11	0.39
1	0.06830	10.00	0.06	0.21	0.00	0.01	0.04	20.00	0.14	0.47
1.4	0.08750	11.00	0.07	0.22	1.00	0.02	0.06	24.00	0.17	0.57
1.8	0.11090	13.00	0.08	0.26	5.00	0.04	0.13	29.00	0.19	0.65
2.2	0.13400	15.00	0.09	0.30	9.00	0.06	0.20	33.00	0.21	0.73
2.6	0.16000	16.00	0.09	0.32	13.00	0.08	0.27	37.00	0.25	0.87
3	0.19290	18.00	0.10	0.35	19.00	0.11	0.38	44.00	0.28	0.96
3.4	0.22320	20.00	0.11	0.39	23.00	0.13	0.46	49.00	0.32	1.08
3.8	0.25210	21.00	0.12	0.41	26.00	0.15	0.51	55.00	0.34	1.16
4.2	0.28070	22.00	0.13	0.43	29.00	0.17	0.57	59.00	0.37	1.25
4.6	0.30930	23.00	0.13	0.45	34.00	0.19	0.66	64.00	0.39	1.33
5	0.34270	24.50	0.14	0.48	38.00	0.22	0.74	68.00	0.41	1.41
5.4	0.36690	25.00	0.14	0.48	39.00	0.22	0.76	72.00	0.43	1.46
5.8	0.39410	26.00	0.15	0.50	41.00	0.23	0.80	75.00	0.44	1.52
6.2	0.42370	27.00	0.15	0.52	43.00	0.24	0.83	78.00	0.46	1.58
6.6	0.45520	28.00	0.16	0.54	44.00	0.25	0.85	81.00	0.47	1.62
7	0.48470	28.00	0.16	0.54	45.00	0.26	0.87	83.00	0.48	1.65
7.4	0.51750	29.00	0.16	0.56	46.00	0.26	0.89	85.00	0.49	1.69
7.8	0.55320	30.00	0.17	0.58	47.00	0.27	0.91	87.00	0.51	1.73
8.2	0.58510	31.00	0.17	0.60	48.00	0.27	0.93	89.00	0.51	1.75
8.6	0.61950	31.00	0.17	0.60	49.00	0.28	0.95	90.00	0.53	1.80
9	0.65360	31.00	0.17	0.60	50.00	0.28	0.97	93.00	0.53	1.82
9.4	0.68590	31.00	0.17	0.60	52.00	0.29	1.01	94.00	0.54	1.86
9.8	0.72450	31.00	0.17	0.60	54.00	0.31	1.05	96.00	0.55	1.88
10.2	0.75450	31.00	0.17	0.60	55.00	0.31	1.07	97.00	0.55	1.90
10.6	0.78770	31.00	0.17	0.60	56.00	0.32	1.09	98.00	0.55	1.90
11	0.83290	31.00	0.17	0.60	56.00	0.32	1.09	98.00	0.55	1.90
11.4	0.86610	32.00	0.18	0.61	57.00	0.32	1.10	98.00	0.55	1.90
11.6	0.89490	32.00	0.18	0.61	58.00	0.33	1.12	98.00	0.55	1.90
12.2	0.92890	31.00	0.17	0.60	58.00	0.33	1.12	98.00	0.56	1.92
12.6	0.95700	31.00	0.17	0.60	58.00	0.33	1.12	99.00	0.57	1.93
13	0.98920	31.00	0.17	0.60	58.90	0.33	1.14	100.00	0.57	1.95
13.4	1.02990	30.00	0.17	0.58	59.00	0.33	1.14	101.00	0.57	1.95
13.8	1.05990	30.00	0.17	0.58	60.00	0.34	1.16	101.00	0.57	1.95
14.2	1.09480	30.00	0.17	0.58	60.00	0.34	1.16	101.00	0.58	1.97
14.6	1.12510	29.00	0.16	0.56	60.00	0.34	1.16	102.00	0.58	1.97
15	1.15630	29.00	0.16	0.56	60.00	0.34	1.16	102.00	0.58	1.99
15.4	1.18720	28.00	0.16	0.54	60.00	0.34	1.16	103.00	0.58	1.99
15.8	1.22000	28.00	0.16	0.54	60.00	0.34	1.16	103.00	0.58	1.99

observaciones:
Muestra tomada e identificada por el tamiz N°4

Ing. Kenny Huamasi Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

CORTE DIRECTO DE SUELOS
ASTM D3080-11

SOLICITANTE:	Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ		
PROYECTO:	"ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAES - APURIMAC"		
UBICACIÓN:	C-3. TAQUEBAMBA - SAN MATEO, KM. 27+560 A KM. 27+680	REGISTRO:	3
FECHA:	19-dic-20	MUESTRA:	ALTERADA
IDENTIFICACION:	M-3		



RESULTADO DEL ENSAYO		
COHESION (KG/CM2):	0	ANGULO DE FRICCION (Phi): 36.33

OBS:

Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
Nº. 130033

CONTENIDO DE HUMEDAD - N.T.P 339.127;1998

Proyecto: "ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAES - APURIMAC"

SOLICITANTE : Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ
N° MUESTRA : C-3
FECHA : 19/12/2020

UBICACION : C-3, TAQUEBAMBA - SAN MATEO, KM. 27+560 A KM. 27+680
PROFUNDIDAD : 2.0 m
Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

ENSAYO	1	2	3	4
Cápsula N°	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + cápsula	118.25	132.00	113.40	121.00
Peso suelo seco + cápsula	106.10	118.20	101.60	109.30
Peso del agua	12.15	13.80	11.80	11.70
Peso de la cápsula	23.50	25.60	23.70	28.40
Peso neto del suelo seco	82.60	92.60	77.90	80.90
% de Humedad	14.71	14.90	15.15	14.46

w (%) = 14.81

OBSERVACIONES: El contenido de humedad se determino de una muestra alterada.



Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

**DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMETRICO
NORMA ASTM D – 4892**

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAES - APURIMAC"

SOLICITANTE : Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ	UBICACION : C-3, TAQUEBAMBA - SAN MATEO, KM. 27+560 A KM. 27+680
N° MUESTRA : C - 03	Tec. Responsable : Kenny Huamani Gamarra
FECHA : 18/12/2020	Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

PESO VOLUMETRICO DE MASA (γ_m)

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DEL SUELO + PARAFINA (gr)	549.10	187.00	180.00
PESO DEL SUELO (gr)	525.30	158.90	141.00
PESO ESPECIFICO DE PARAFINA (g/cm ³)	0.87	0.87	0.87
PESO DE LA PARAFINA (gr)	23.80	28.10	39.00
VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA (cm ³)	385.000	144.600	140.000
VOLUMEN DE LA PARAFINA (cm ³)	27.36	32.30	44.83
VOLUMEN DEL SUELO (cm ³)	357.64	112.30	95.17
PESO ESPECIFICO DE MASA PARCIAL (g/cm ³)	1.47 gr/cm ³	1.41 gr/cm ³	1.48 gr/cm ³
PESO ESPECIFICO DE MASA (g/cm ³)	1.46 gr/cm ³		

$$\Delta V = V_{\text{suelo} + \text{parafina}}$$

$$V_{\text{suelo}} = V_{\text{suelo} + \text{parafina}} - V_{\text{parafina}}$$

$$V_{\text{parafina}} = W_{\text{parafina}} / \gamma_{\text{parafina}}$$

donde : $W_{\text{parafina}} = W_{\text{suelo} + \text{parafina}} - W_{\text{suelo}}$

$$P.V. = \frac{W_{\text{SUELO}}}{\Delta V - V_{\text{PARAFINA}}}$$

Densidad Natural	γ_n	1.455 gr/cm ³
Humedad Natural	w %	14.810%
Densidad Seca	γ_d	1.267 gr/cm ³


Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
C. 130033

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS(S.U.C.S)
ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(Metodo MTC E - 107 - 99)

PROYECTO "ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - AYMARAE - APURIMAC"

SOLICITANTE : Br. LEONOR E, MEDINA NUÑEZ

UBICACION : KM. 27+560 A KM. 27+680

TRAMO : TAQUEBAMBA - SAN MATEO

N° MUESTRA : C - 03

Tec. Responsable : Kenny Huamani Gamarra

FECHA : 22/12/2020

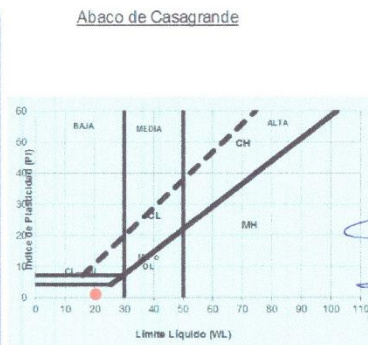
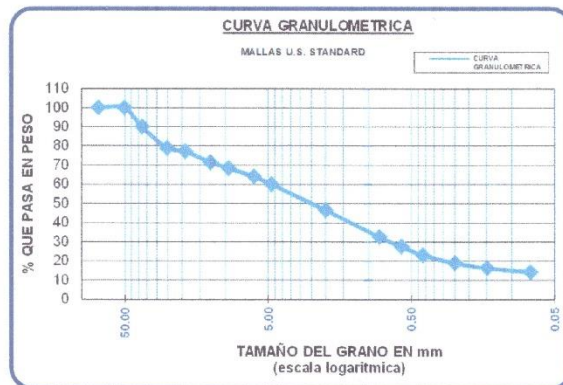
Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	197.00	9.85	9.85	90.15
1"	25.400	222.00	11.10	20.95	79.05
3/4"	19.050	35.30	1.77	22.72	77.29
1/2"	12.700	114.80	5.74	28.46	71.55
3/8"	9.525	60.50	3.03	31.48	68.52
1/4"	6.350	89.20	4.46	35.94	64.06
No4	4.760	80.90	4.05	39.99	60.02
No10	2.000	269.00	13.45	53.44	46.57
No20	0.840	280.20	14.01	67.45	32.56
No30	0.590	100.40	5.02	72.47	27.54
No40	0.420	87.40	4.37	76.84	23.17
No60	0.250	83.70	4.19	81.02	18.98
No100	0.149	52.10	2.61	83.63	16.38
No200	0.074	43.30	2.17	85.79	14.21
BASE		6.200	0.31	86.10	13.90
W-Wo		278.000	13.90	100.00	0.00

TAMAÑO MAXIMO:	
P.I.=	2000.00
% Grava=	39.99
% Arena=	45.81
% Finos=	14.21
LIMITES DE CONSISTENCIA:	
L.L.=	20.33
L.P.=	19.40
I.P.=	0.93
CARACT. GRANULOMETRICAS	
D10=	Cu= NP
D30= 0.71	Cc= NP
D60= 4.76	
Valor del Índice de Grupo (IG) (0)	
CLASIFICACION:	
AASHTO: A-1-a (0)	

Pasa tamiz N°4 (4.76mm):	60.02 %
Pasa tamiz N°200 (0.074mm):	14.21 %

CLASIFICACION (S.U.C.S)
SM



Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

Arenas limosas mezcla de arena-limo	SM	(S.U.C.S)
Cantos, grava y arena.	A-1-a (0)	AASHTO

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E 111 - 2000) Limite Plastico
(MTC E 111 - 2000) Limite Liquido

PROYECTO: "ESTABILIZACION DE TALUDES DE GRAN ALTURA ANALIZADAS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA TAQUEBAMBA - SAN MATEO - ABANCAY - APURIMAC"

SOLICITANTE : Br. LEONOR, MEDINA NUÑEZ

UBICACION : KM. 27+560 A KM. 27+680

N° MUESTRA : C- 03

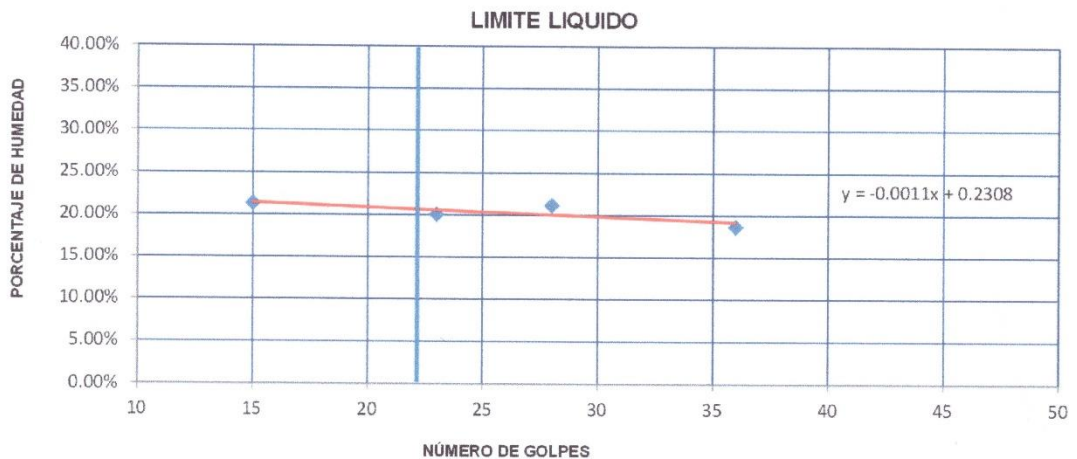
TRAMO : TAQUEBAMBA - SAN MATEO

Tec. Responsable : KENNY Huamani Gamarra

FECHA : 22/12/2020

Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

Nro. DE CAPSULA	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	C5	C10	C4	C12	C7	C3	
PESO TARA + SUELO HUMEDO (A)	56.00	58.20	47.60	72.10	29.20	29.90	
PESO TARA + SUELO SECO (B)	50.60	52.00	43.30	63.20	28.00	28.70	
PESO DE LA TARA (C)	21.70	22.70	21.90	21.50	22.10	22.20	
PESO DEL AGUA (A-B)	5.40	6.20	4.30	8.90	1.20	1.20	
PESO SUELO SECO (B-C)	28.90	29.30	21.40	41.70	5.90	6.50	
HUMEDAD $W=(A-B)/(B-C)*100$	18.69%	21.16%	20.09%	21.34%	20.34%	18.46%	
HUMEDAD PROMEDIO	20.32%					19.40%	
Nro. DE GOLPES	36	28	23	15	I	II	



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
LL. : 20.33%	LP. : 19.40%	IP. : 0.93%
OBSERVACIONES:		

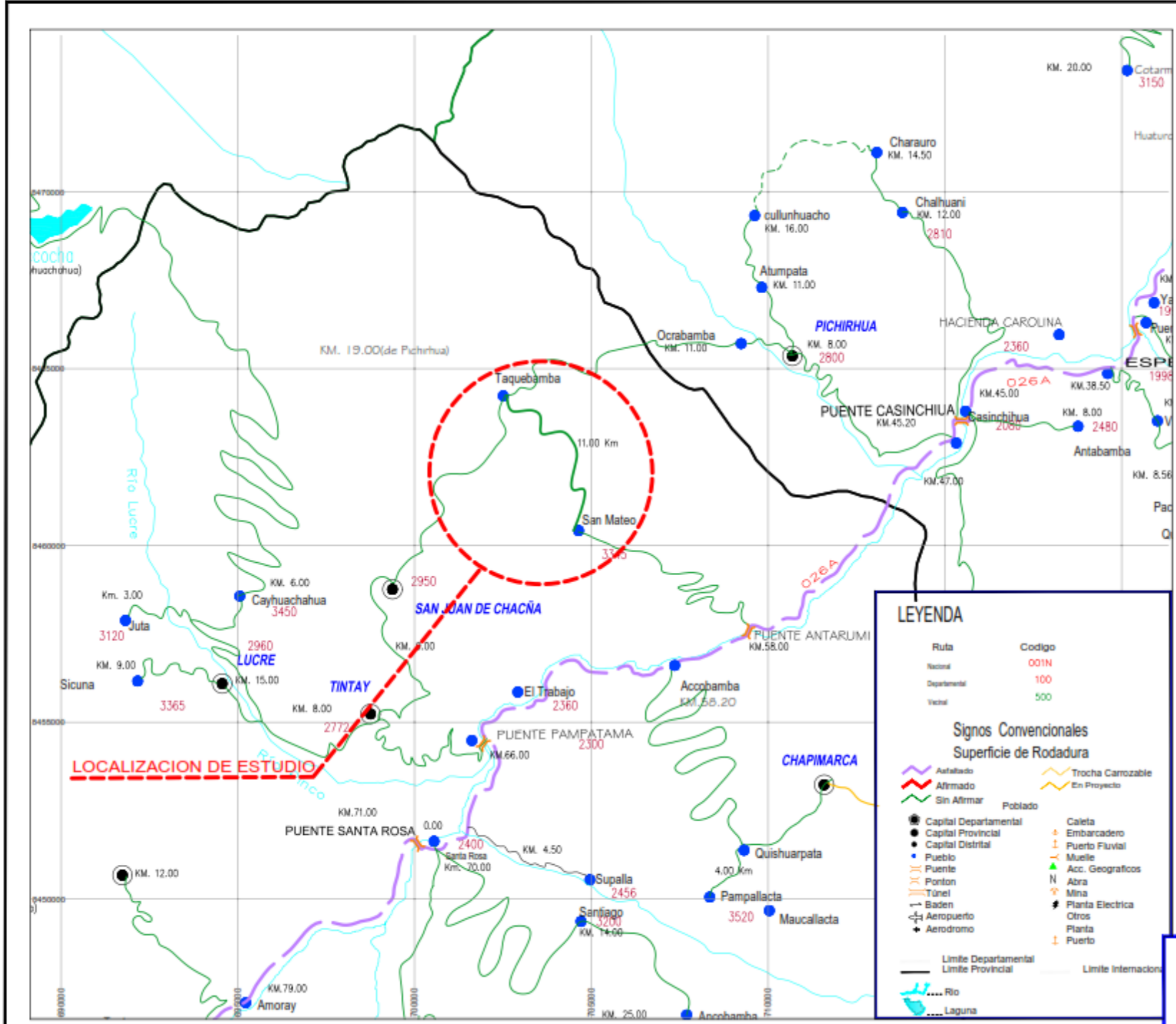

 Ing. Kenny Huamani Gamarra
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 130033

ANEXO – 4
PLANOS

UBICACION POLITICA DEL PROYECTO



ZONA DEL PROYECTO



LEYENDA

Ruta	Codigo
Nacional	001N
Departamental	100
Vial	500

Signos Convencionales

Superficie de Rodadura

- Asfaltado
- Alfombrado
- Sin Alfombrado
- Trocha Carrozable
- En Proyecto

Poblado

- Capital Departamental
- Capital Provincial
- Capital Distrital
- Pueblo
- Puente
- Ponton
- Túnel
- Baden
- Aeropuerto
- Aerodromo
- Coleta Embarcadero
- Puerto Fluvial
- Muelle
- Acc. Geograficos
- Abra
- Mina
- Planta Electrica
- Otros
- Planta
- Puerto

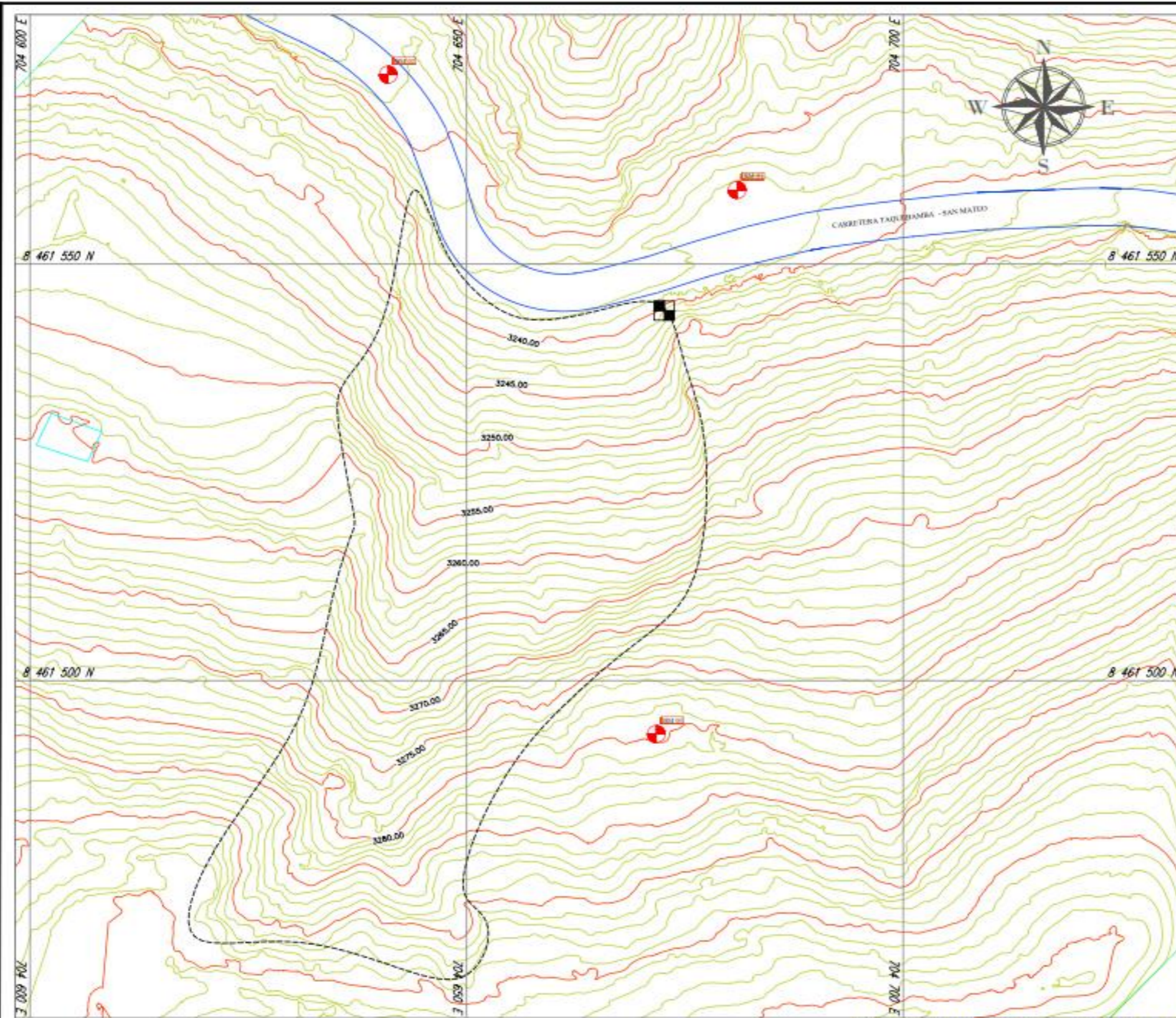
— Limite Departamental
 - - - Limite Provincial
 - - - - Limite Internac.

..... Rio
 Laguna

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO
esc 1/75000



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
UBICACION Y LOCALIZACION		
ALUMNO:	Br. Medina Núñez, Leonor Eugenia	LABORA:
TESIS:	Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Ayacucho, Apurímac 2020	LABORA:
LÍNEA DE INVESTIGACION:	Diseño de infraestructura vial	ESCALA:
		Indicada
		FECHA:
		Diciembre, 2020



PLANO TOPOGRAFICO - CALICATAS
esc 1/500

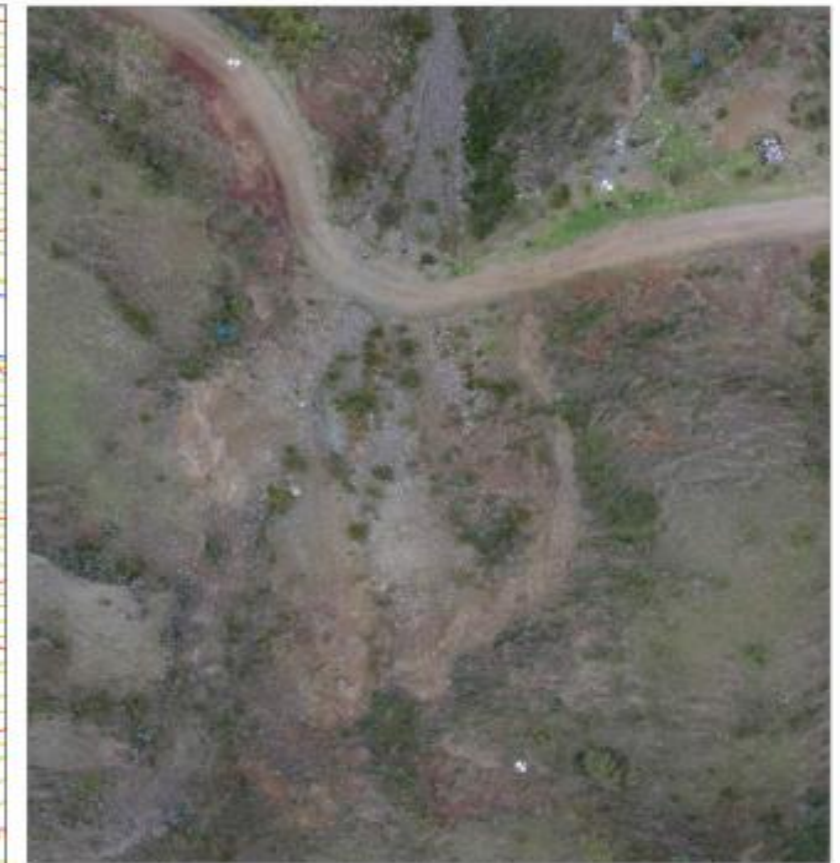


IMAGEN ORTOFOTO - DRON
esc 1/750

CUADRO DE BMs			
BM	ESTE	NORTE	COTA
BM 01	704680.960	8461558.899	3238.24
BM 02	704641.019	8461572.758	3233.86
BM 03	704671.715	8461493.574	3279.79
CUADRO DE CALICATAS			
C-01	704677.000	8461547.000	3241.00

LEYENDA	
	Puntos de control BMs.
	Calicatas Profundidad 2 mts.
	Contorno del talud.



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PLANO TOPOGRAFICO - CALICATAS

ALUMNO: Br. Medina Núñez, Leonor Eugenia

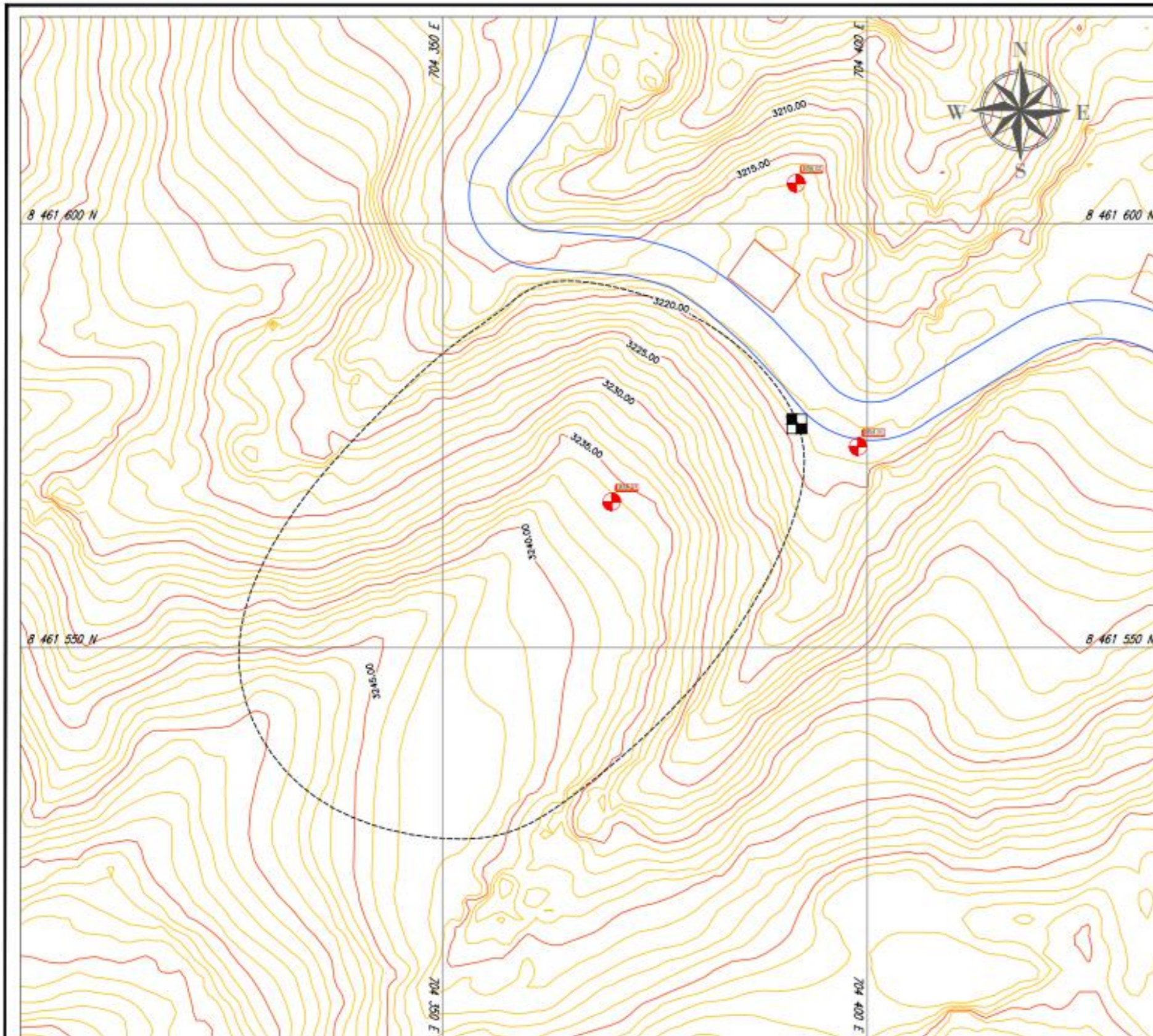
TÍTULO: Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño de infraestructura vial

ESCALA: Indicada

FECHA: Diciembre, 2020

LÁMINA: TC-01



PLANO TOPOGRAFICO - CALICATAS
esc 1/500



IMAGEN ORTOFOTO - DRON
esc 1/750

CUADRO DE BMs			
BM	ESTE	NORTE	COTA
BM 01	704398.933	8461573.673	3216.88
BM 02	704391.628	8461604.731	3218.75
BM 03	704369.879	8461567.176	3236.52
CUADRO DE CALICATAS			
C-02	704391.000	8461576.000	3219.00

LEYENDA	
	Puntos de control BMs.
	Calicatas Profundidad 2 mts.
	Contorno del talud.



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PLANO TOPOGRAFICO - CALICATAS

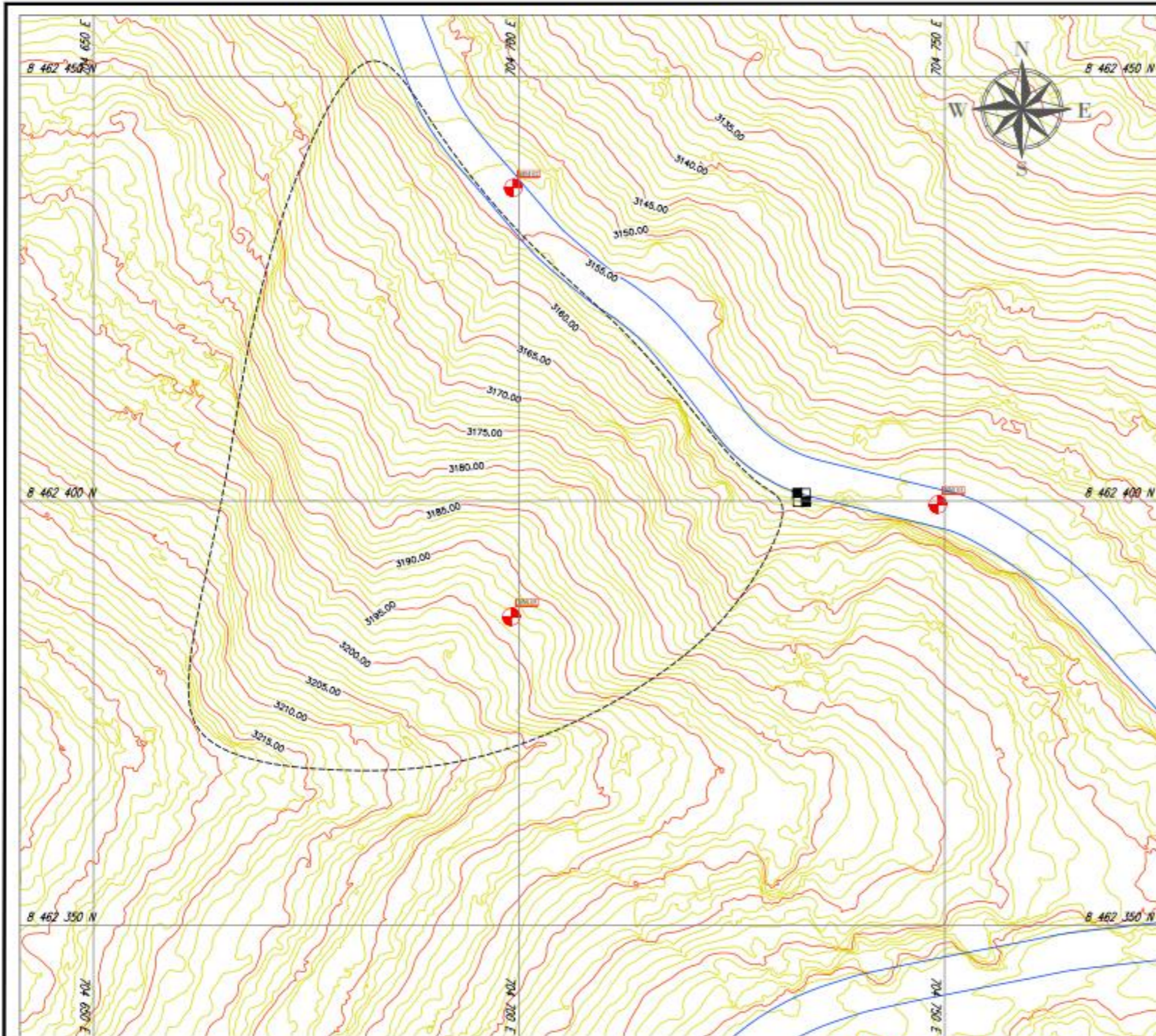
ALUMNA: Br. Medina Núñez, Leonor Eugenia

TESIS: Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Ayacucho, Apurímac 2020

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño de infraestructura vial

ESCALA: Indicada
FECHA: Diciembre, 2020

LÁMINA: TC-02



PLANO TOPOGRAFICO - CALICATAS
esc 1/500



IMAGEN ORTOFOTO - DRON
esc 1/750

CUADRO DE BMs			
BM	ESTE	NORTE	COTA
BM 01	704749.203	8462399.587	3152.86
BM 02	704699.326	8462436.897	3154.68
BM 03	704699.094	8462386.355	3193.24
CUADRO DE CALICATAS			
C-03	704733.000	8462400.000	3153.00

LEYENDA	
	Puntos de control BMs.
	Calicatas Profundidad 2 mts.
	Cantomo del talud.



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PLANO:	TOPOGRÁFICO - CALICATAS		LAMINA:	TC-03	
ALUMNO:	Br. Medina Núñez, Leonor Eugenia				
TESIS:	Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020				
LINEA DE INVESTIGACIÓN:	Diseño de infraestructura vial	ESCALA:	Indicada	FECHA:	Diciembre, 2020

ANEXO – 5
PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 1. Obtención de muestra de calicata tramo km 26+100 a km 26+140



Figura 2. Medición de escarpes tramo km 26+500 a km 26+640



Figura 3. Levantamiento topográfico con Dron



Figura 4. Cuarteo de la muestra C-01



Figura 5. Ensayo de corte directo C-03



Figura 6. Granulometría C-02

Solicito: Autorización para realizar el Levantamiento Topográfico y excavación de calcatas.

Señor presidente de la Comunidad Campesina de Taquebamba

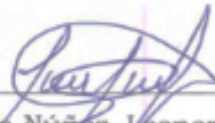
Yo, MEDINA NÚÑEZ Leonor Eugenia, Bachiller en Ingeniería Civil, identificado con D.N.I. N° 47043117, con domicilio en la Av. Santa Isabel S/N Abancay Apurímac, ante Ud con el debido respeto me presento y expongo.

Que, en mi condición de estudiante de la Universidad Cesar Vallejo, solicito a usted la autorización para realizar el levantamiento topográfico, así mismo la excavación de calcatas en la carretera Taquebamba - San Mateo con fines de realizar la Tesis que tiene por título "Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba -San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020"

POR LO TANTO:

Ruego a usted Señor presidente de la Comunidad Campesina, acceda a mi petición, por ser de justicia que anhelo alcanzar.

Abancay, 04 de diciembre del 2020



Medina Núñez, Leonor Eugenia
D.N.I. N°47043117

Adjunto:

San José
310249CS
Precedente