



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Geológica

“ANÁLISIS DE LOS FACTORES
DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE
TALUD DEL KILÓMETRO 14 (100 AL 220),
CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO GEÓLOGO

Autor:

Alix Jenry Rodriguez Huaman

Asesor:

Mg. Ing. Miguel Ricardo Portilla Castañeda

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por ser inspirador y a verme guiado durante mi formación académica profesional. A mis padres Hilda y Juan quienes fueron el soporte y motivación para seguir adelante.

A mis hermanos y familiares por su apoyo incondicional, por sus consejos y palabras de aliento estando allí aún en las circunstancias más difíciles.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos por apoyarme, y extender la mano en los momentos que más los necesitaba.

Alix Jenry Rodríguez Huamán

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por haberme guiado a largo de mi vida, a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional en cada decisión y proyecto.

Mi gratitud también, a mi Alma Mater, Universidad Privada del Norte, a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica, así mismo mi agradecimiento sincero a mi asesor quien con su apoyo y enseñanza he podido realizar la presente tesis.

Alix Jenry Rodríguez Huamán

Tabla de contenidos

	Pág.
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema.....	13
1.3. Objetivos	13
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	13
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	13
1.4. Hipótesis.....	14
1.4.1. <i>Hipótesis general</i>	14
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	15
2.1. Tipo de investigación	15
2.1.1. <i>Tipo de investigación</i>	15
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	15
2.3.1 <i>Población</i>	15
2.3.2 <i>Muestra</i>	15
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	15
2.3.3 <i>Técnicas</i>	15
2.3.4 <i>Instrumentos</i>	15
2.4. Procedimiento	16
2.4.1 <i>Etapa preliminar de campo</i>	16
2.4.2 <i>Aspectos generales</i>	18
2.4.3 <i>Etapa de campo</i>	20
2.4.4 <i>Etapa post campo</i>	35
CAPÍTULO III. RESULTADOS	37
3.1 Características generales del talud.....	37
3.1.1 <i>Deslizamiento Tual</i>	37
3.2 Exploración Geotécnica.....	37
3.2.1 <i>Calicata C-1</i>	38

3.2.2	<i>Calicata C-2</i>	50
3.2.3	<i>Calicata C-3</i>	60
3.2.4	<i>Resultados del ensayo de corte directo</i>	65
3.2.5	<i>Datos comparativos de los ensayos realizados</i>	69
3.3	<i>Cálculo de volumen desplazado</i>	70
3.4	Condiciones Pseudoestáticas	72
3.5	Análisis de estabilidad del talud	74
3.5.1	<i>Factor de seguridad</i>	74
3.5.2	<i>Condiciones estáticas</i>	76
3.5.3	<i>Condiciones Pseudoestáticas</i>	78
3.6	Medidas de estabilidad en con cambio de geometría	80
3.6.1	<i>Condiciones estáticas</i>	80
3.6.2	<i>Condiciones pseudo estáticas</i>	82
3.7	Propuesta de medidas de estabilidad y mitigación	84
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		87
4.1	Discusión	87
4.2	Conclusiones	89
REFERENCIAS		91
ANEXOS		93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Artículos utilizados	16
Tabla 2. Coordenadas de ubicación de la zona de estudio.....	18
Tabla 3. Ubicación Política.....	19
Tabla 4. Tipo de accesibilidad.....	19
Tabla 5: Reconocimiento geológico.....	21
Tabla 6. Coordenadas UTM de las calicatas.....	22
Tabla 7. Levantamiento topográfico de la zona de estudio.....	23
Tabla 8. Características de las unidades geomorfológicas.....	30
Tabla 9. Normas utilizadas A.S.T.M.....	38
Tabla 10. Ubicación de la calicata C-1.....	39
Tabla 11. Contenido de humedad de la calicata C-1, E-1, M-1.....	40
Tabla 12. Resultados del laboratorio fracción gruesa C-1, E-1, M-1.....	41
Tabla 13. Resultados del laboratorio fracción fina C-1, M-1.....	41
Tabla 14. Límites de Atterberg C1, M-1. E-1.....	43
Tabla 15. Contenido de humedad C1, E2, M-2.....	45
Tabla 16. Análisis granulométrico C-1, E-2, M-2.....	45
Tabla 17. Análisis granulométrico fracción fina C-1, E-2, M-2.....	46
Tabla 18. Ubicación de la calicata C-2.....	50
Tabla 19. Contenido de humedad C-2, E-1, M-2.....	52
Tabla 20. Análisis Granulométrico C-2, E-1, M-1.....	52
Tabla 21. Análisis de la fracción fina.....	53
Tabla 22. Límites de Atterberg de la calicata C-2, E-1, M-1.....	55
Tabla 23. Contenido de humedad C-2, M2.....	56
Tabla 24. Análisis granulométrico C-2, E-2, M-2.....	56
Tabla 25. Análisis de la fracción fina de la calicata C-2, M-2.....	56
Tabla 26. Ubicación de la calicata C-3.....	60
Tabla 27. Contenido de humedad de la calicata C-3.....	61
Tabla 28. Análisis fracción gruesa de la calicata C-3 E-1, M-1.....	62
Tabla 29. Fracción fina de la calicata C-3, E-1, M-1.....	62
Tabla 30. Grafica de clasificación del suelo de la calicata C-3.....	64
Tabla 31. Resuena de los resultados de mecánica de suelos.....	69
Tabla 32. Cálculo del volumen desplazado.....	71
Tabla 33 Coordenadas para encontrar el coeficiente de sismicidad.....	74
Tabla 34. Puntos referenciales para el canal de coronación y perimetral.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de criterio de selección.....	17
Figura 2: Plano de ubicación del proyecto.....	18
Figura 3. Vista general de la accesibilidad.....	20
Figura 4. Apertura de las 03 calicatas.....	22
Figura 5. Relación de temperatura y lluvia durante el periodo 2019.....	24
Figura 6. Vegetación de la zona de estudio.....	25
Figura 7. Nivel freático alto.....	26
Figura 8. Vista general de la geomorfología de la zona de estudio.....	27
Figura 9. Superficie de erosión sobre 3100 - 3950 m.s.n.m.....	28
Figura 10. Valle típico en forma de V.....	28
Figura 11. Presencia de terrazas en la zona de estudio.....	29
Figura 12. Vista general de las unidades geomorfológicas de la zona de estudio.....	31
Figura 13. Vista de la secuencia volcánica Tual- Puruay 2.....	34
Figura 14. Vista general del depósito coluvial.....	35
Figura 15. Deslizamiento de tipo rotacional.....	37
Figura 16. Ensayos del material extraído de la calicata C-1.....	39
Figura 17. Distribución de la curva granulométrica de la C-1, E-1, M-1.....	42
Figura 18. Límites de Atterberg C1, E-1, M-1.....	43
Figura 19. Clasificación de la muestra C-1, E-1, M-1.....	44
Figura 20. Distribución granulométrica C-1, E-2, M-2.....	47
Figura 21. Límites de Atterberg C-1, E-2, M-2.....	48
Figura 22. Clasificación de la muestra de C-1, E-2, M-2.....	49
Figura 23. Perfil de la calicata C-1.....	50
Figura 24. Ensayos de la calicata C-2.....	51
Figura 25. Curva de distribución granulométrica C-2, M-1.....	54
Figura 26. Clasificación de suelos de la calicata C-2, E-1, M-2.....	55
Figura 27. Curva de distribución granulométrica C-2, M-2.....	57
Figura 28. Límites de Atterberg de C-2, E-2, M-2.....	58
Figura 29. Tabla de clasificación C-2, E-2, M-2.....	59
Figura 30. Perfil de la calicata C-2.....	60
Figura 31. Ensayos de la calicata C-3.....	61
Figura 32. Curva de distribución granulométrica C-3, M-1.....	63
Figura 33. Límites de Atterberg de la calicata C-3.....	64
Figura 34. Perfil de la calicata C-3.....	65
Figura 35. Ensayo de corte directo de la calicata C-1.....	66
Figura 36. Ensayo de corte directo de la calicata C-2.....	67
Figura 37. Ensayo de la calicata C-3.....	68
Figura 38. Datos de los ensayos del laboratorio.....	69
Figura 39. Cálculo del deslizamiento de talud del deslizamiento.....	70
Figura 40. Cálculo del volumen y área del deslizamiento.....	71
Figura 41. Gráfica de las zonas sísmicas del Perú.....	73
Figura 42. Zonas sísmicas del Perú.....	73

Figura 43. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Spencer, en la que se aprecia que el talud estable con un Factor de seguridad de 0.934 en condiciones estáticas el cual nos indica que ante cualquier factor desencadenante la zona es inestable.	76
Figura 44. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Morgenster - Price, en la que se aprecia que el talud estable con un Factor de seguridad de 0.930 en condiciones estáticas el cual nos indica que ante cualquier factor desencadenante la zona analizada.....	77
Figura 45. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Spencer, en la que se aprecia que el talud estable con un Factor de seguridad de 0.488 para condiciones pseudo estáticas con coeficiente de sismicidad horizontal de 0.2589.....	78
Figura 46. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Morgenster – Price, en la que se aprecia que el talud es inestable con un Factor de seguridad de 0.485 para condiciones pseudo estáticas con coeficiente de sismicidad horizontal de 0.2589.....	79
Figura 47. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Spencer, en la que se aprecia que el talud estable con un Factor de seguridad de 1.610 en condiciones estáticas.	80
Figura 48. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Morgenster - Price, en la que se aprecia que el talud es estable con un Factor de seguridad de 1.614 en condiciones pseudo estáticas.....	81
Figura 49. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Spencer, en la que se aprecia que el talud estable con un Factor de seguridad de 1.110 para condiciones pseudo estáticas con coeficiente de sismicidad horizontal de 0.2704 y un coeficiente vertical de 0.....	82
Figura 50. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Morgenster - Price, en la que se aprecia que el talud estable con un Factor de seguridad de 1.112 para condiciones pseudo estáticas con coeficiente de sismicidad horizontal de 0.2589 y un coeficiente vertical de 0.....	83
Figura 51. Medidas de control y mitigación.	85
Figura 52. Propuesta de estabilidad y mitigación.....	86

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es realizar el análisis de los factores determinantes en el deslizamiento de talud del kilómetro 14 (100 al 220), Centro poblado Tual, Cajamarca-2020. Se aplicó el método descriptivo, explicativo de nivel no experimental, para el análisis del talud con evidencia de deslizamiento. Se extrajeron 03 muestras de 15 kg de para el análisis de mecánica de suelos, como técnica se usó la observación directa, utilizando como instrumentos fichas de observación, libreta de campo, entre otros. La elaboración del proyecto se organizó en tres etapas: Etapa preliminar de gabinete, etapa de campo, etapa de post campo. Los resultados evidencian de que el talud del deslizamiento se compone de materiales pocos cohesionados, con un alto contenido de humedad, y $FS < 1$, indicando que el talud se encuentra inestable. Por lo tanto, se concluyó que la geología, geomorfología, pendiente, tipo de suelo y las precipitaciones, han sido los factores determinantes que han permitido el desencadenamiento del movimiento de masas en el área de estudio. Finalmente se estableció un diseño de medidas de estabilidad y mitigación. recomendando mantener un control y monitoreo constante del deslizamiento.

Palabras clave: Factores determinantes, estabilidad de talud, factor de seguridad, estabilidad de taludes.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Los movimientos en masa son procesos de transporte descendente de suelo, roca o material orgánico bajo los efectos de la gravedad en forma lenta o súbita. Constituyen uno de los mayores riesgos geológicos provocando innumerables pérdidas de vidas humanas y cuantiosas pérdidas económicas por miles y millones de soles que puede afectar a poblaciones enteras (Corina Pineda, Elizalde, & Vil, 2011). Sin embargo, un gran porcentaje de las pérdidas por deslizamientos son evitables si el problema se identifica con anterioridad y se implementa las medidas de prevención o control (Suarez Días, 2009). Existen diferentes tipos de deslizamientos que incluyen desde caídas de rocas hasta flujos de lodo, estos a su vez se pueden clasificar en diferentes tipos en función del tipo de ambiente el que se mueven y el tipo de material en cuestión (Bobrowsky & Highland, 2008). Hay dos causas principales de los deslizamientos que pueden ser: las naturales y las causadas por la actividad humana. A veces, los deslizamientos son causados o agravados por una combinación de ambos factores. (Carbajal Postillon, 2012).

Saavedra Arroyo, (2018) Estudio de análisis de deslizamientos de laderas en roca en el Cajón del Maipo a través de modelamiento 3d, Chile, 2018. Utilizando el software Riscan Pro, Concluyo que el deslizamiento de roca de Cerro Catedral pudo haber sido gatillado por uno o más eventos sísmicos, donde, la exposición a condiciones atmosféricas como lluvias, hielo y deshielo puede haber sido condicionante, además de degradar las propiedades mecánicas de la roca.

García, (2016). Factores geológicos-geotécnicos que controlan los deslizamientos inducidos por terremotos en zonas de alta y media actividad sísmica: caso de El

Salvador. Con la finalidad de estudiar la relación y grado de influencia de los factores que controlan los movimientos de ladera, Llegando a determinar que tres análisis realizados apuntan a la litología como principal factor condicionante de la ocurrencia, distribución y concentración de las inestabilidades cosísmicas.

Sambrano Goicochea, (2017). Evaluación del peligro de deslizamiento de suelos de la residencial magisterial de la ciudad de Chachapoyas. Considerando como factores potenciales a la geomorfología, geología, topografía, precipitaciones, cobertura vegetal y el uso actual del suelo. Para cada factor evaluado se consideró cinco niveles de peligro que son: Muy bajo (MB), Bajo (B), Moderado (M), Alto (A) y Muy Alto (MA). Llegando a la conclusión de que el factor principal que afecta al peligro de deslizamiento es la geomorfología, así mismo, las precipitaciones es el factor que actúa como desencadenante de los deslizamientos.

Arteaga Fernández, (2017), Analizó el comportamiento geológico - geotécnico en los taludes de la carretera Choropampa – Magdalena. En esta investigación se analizó el comportamiento geológico - geotécnico en los taludes de la carretera, y cómo influye en su inestabilidad; para ello, se identificaron características litológicas, físicas, geomecánicas de los materiales que conforman los taludes, y factores condicionantes, localizando con ello las zonas críticas de inestabilidad que son susceptibles a deslizamientos. Obteniendo como resultado la zonificación de la carretera en tramos con inestabilidad absoluta, inestabilidad relativa, estabilidad relativa, estabilidad temporal y estabilidad permanente.

Es así que, los deslizamientos de masas provocan cada año muchas pérdidas de vidas humanas generando un impacto negativo en la economía en el país y en el mundo. La incorporación de medidas de mitigación permite encaminar una serie de estrategias, preventivas y correctivas. Entre dichas medidas se encuentran los estudios de análisis

de los factores determinantes de un deslizamiento para encaminarnos en las políticas de la gestión del riesgo de desastres que son una pieza fundamental para el ordenamiento territorial que incluya la mitigación de peligros naturales.

De acuerdo al contexto anterior y que la demanda por la utilización de suelos ya sea para la agricultura, ganadería o para la construcción de nuevas viviendas, que va en un crecimiento acelerado sin los estudios necesarios de un ordenamiento territorial que conlleven a ubicarse en zonas vulnerables a peligros por movimientos en masa, nada más en el la sierra del Perú, hay más de 600 distritos que presentan riesgos de deslizamientos en el primer trimestre. (COEN, 2020) Está una gran parte de la población asciende a 1.7 millones de personas, (CENEPRED, 2020). Las consecuencias de estos fenómenos empujan a miles y millones de personas a la pobreza en nuestro cada año.

En este trabajo de investigación busca dentro de sus alcances mostrar un análisis de los factores determinantes que intervienen en un deslizamiento de talud y contribuir con un documento técnico base, para que nuestras autoridades locales tomen acciones correctivas ante fenómenos de esta naturaleza en materia de gestión de riesgos y ordenamiento territorial.

Por otra parte, Torres Tafur, (2019) realizó la evaluación del riesgo geotécnico de deslizamiento en los taludes del terreno del colegio “San Carlos” – Bambamarca, tesis donde determinó el nivel de riesgo geotécnico de deslizamiento en los taludes del terreno, basándose en el método Granulometría por lavado.

A fin de contribuir con nuevos conocimientos medibles y comprobables se ha planteado como objetivo general: Realizar el análisis de los factores determinantes en el deslizamiento de talud del Kilómetro 14 (100 al 220), Centro Poblado Tual,

Cajamarca - 2020. Mediante un análisis geotécnico del suelo, cartografiado, elaboración de planos y laminas, mediante los softwares ArcGIS y AutoCAD CIVIL 3D. Describir las características físicas y mecánicas del suelo, calcular el factor de seguridad, así mismo establecer medidas de estabilidad en el deslizamiento de talud. Recomendando la construcción de obras de prevención y mitigación así como el monitoreo constante del deslizamiento de talud.

En tal sentido, se justifica el enfoque se le da al presente estudio de investigación, como la obtención de un diseño de estabilidad y mitigación derivados del análisis de los factores determinantes del deslizamiento a través de métodos geoprocesamiento ya que para prevenir futuros desastres por inestabilidad de laderas es importante conocer las causas que los detonan. Siendo un limitante la realización de ensayos geofísicos por su elevado costo.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye los factores determinantes (las precipitaciones, las propiedades físicas y mecánicas del suelo) en el deslizamiento de talud del kilómetro 14 (100 al 220), Centro Poblado Tual, Cajamarca 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar el análisis de los factores determinantes en el deslizamiento de talud del kilómetro 14 (100 al 220), Centro poblado Tual, Cajamarca- 2020.

1.3.2. Objetivos específicos

- ❖ Describir las características físicas y mecánicas del suelo en el deslizamiento del talud del kilómetro 14 (100 al 220), Centro Poblado Tual, Cajamarca- 2020.

- ❖ Calcular el factor de seguridad en el deslizamiento de talud.
- ❖ Establecer medidas de estabilidad en el deslizamiento de talud.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Los factores determinantes como las precipitaciones y las propiedades físicas y mecánicas del suelo son los encargados de producir la inestabilidad de talud del kilómetro 14 (100 al 220), Centro Poblado Tual, Cajamarca- 2020.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

En base a la metodología de Hernández, la presente investigación es aplicada, de nivel descriptivo, explicativo; ya que se especificarán las características y rasgos más importantes de los diferentes fenómenos identificados en campo. Mediante el diseño no experimental y transversal en el tiempo, de enfoque cualitativo. (Hernández, 2014).

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.3.1 Población

Talud con evidencia de deslizamiento del kilómetro 14 (100 al 220) Centro Poblado Tual.

2.3.2 Muestra

Tres muestras de 15 kg. de material de suelo de cada calicata del deslizamiento de talud del kilómetro 14 (100 al 220), Centro Poblado Tual.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.3 Técnicas

La técnica que se usó para la recolección de datos en la presente investigación la observación directa, así como también el análisis documental.

2.3.4 Instrumentos

Como instrumento de recolección de datos principalmente se utilizó fichas de observación, cuaderno de campo, GPS, dron de topografía, cámara fotográfica con el fin de tener un registro sistemático y confiable.

2.4. Procedimiento

La elaboración de la presente investigación se realizó en tres etapas principales; tales como: Etapa preliminar de gabinete, etapa de campo, etapa de post campo.

2.4.1 Etapa preliminar de campo

En esta etapa se realizó la recopilación de información bibliográfica en diferentes buscadores académicos, considerando revistas, tesis asociadas con respecto a la palabra clave: análisis del factor determinante de un deslizamiento, susceptibilidad y movimientos de masa. Se seleccionaron 19 documentos de los buscadores académicos más importantes, de los que se muestra a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 1. *Artículos utilizados*

Fuente	Número de Artículos
Ebsco	3
Renati	4
Scielo	4
Google académico	8

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los criterios de elegibilidad, se aplicó el criterio por descarte en los que los artículos que no cumplían con el tiempo no mayor a cinco años y no estaba incluido la palabra clave no han sido considerados para el presente estudio.



Figura 1. *Flujograma de criterio de selección*

En esta etapa de pre campo se realizó la recopilación de información bibliográfica, cartográfica y documental existente acerca del tema de investigación.

2.4.2 Aspectos generales

Ubicación

Geográficamente el área de estudio se encuentra ubicado a 14 Km de la ciudad de Cajamarca en la cordillera occidental de los andes en el norte del Perú, al noroeste de la ciudad de Cajamarca entre las coordenadas UTM (WGS 84- Zona 18S).

Tabla 2. *Coordenadas de ubicación de la zona de estudio.*

Vértice	Este	Norte
1	770000	9218000
2	773000	9218000
3	773000	9216000
4	770000	9216000

Fuente: *Propia*

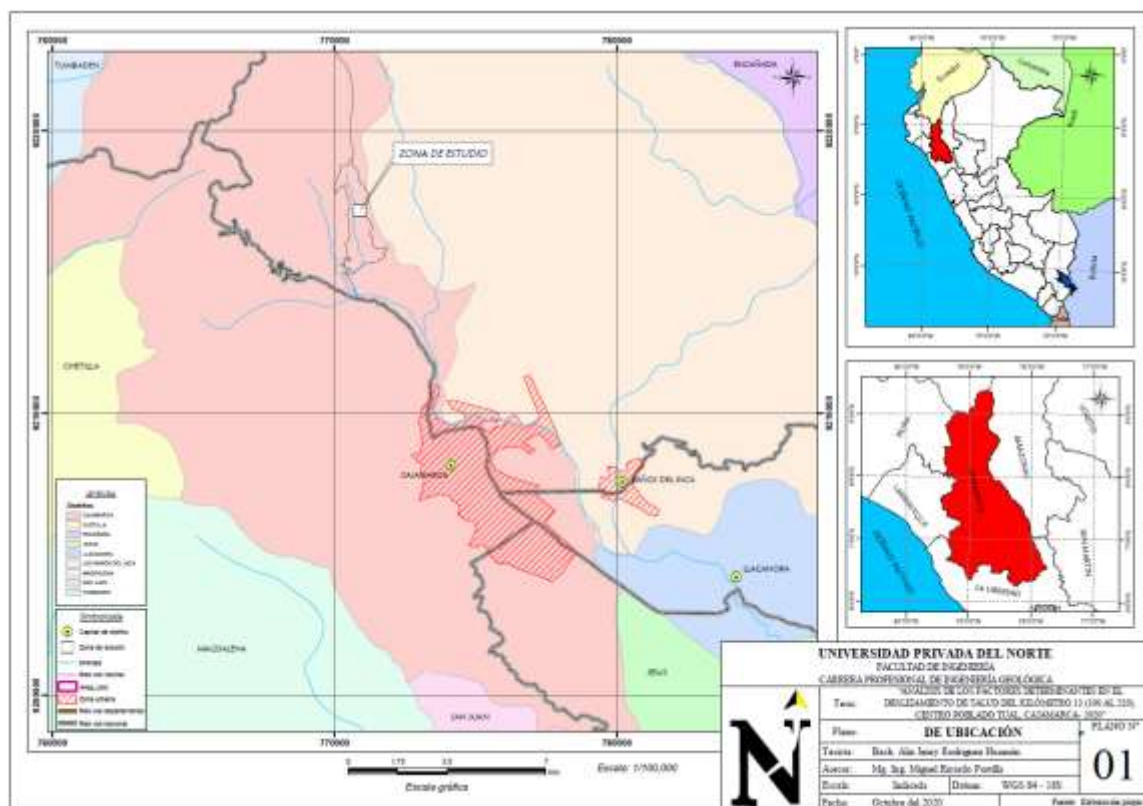


Figura 2: Plano de ubicación del proyecto.

Ubicación Política

Tabla 3. *Ubicación Política.*

Categoría	Lugar
Centro Poblado	Tual
Distrito	Cajamarca
Provincia	Cajamarca
Departamento	Cajamarca

Fuente: Propia

Accesibilidad

El acceso se realiza desde la ciudad de Cajamarca, siguiendo la carretera asfaltada hasta el Cruce a Tual en el Centro Poblado Huambocancha Alta, a partir de allí se sigue aproximadamente 7 km por la ruta que va hacia el Centro Poblado Tual; y finalmente llegar al área de estudio.

Tabla 4. *Tipo de accesibilidad.*

De	A	Distancia (Km)	Tiempo (h)	Tipo de vía	Medio de transporte
Cajamarca	Huambocancha (Cruce a Tual)	7	0.20	Asfaltada	Cualquier tipo de vehículo
Huambocancha (Cruce a Tual)	Tual (Km 14) (Área de estudio)	7	0.25	Trocha	Vehículos menores

Fuente: Propia



Figura 3. Vista general de la accesibilidad
Fuente: *propia*.


2.4.3 Etapa de campo

Para esta etapa se procedió con la visita a la zona de interés previamente elegida, con la finalidad de realizar el levantamiento topográfico, recolección de información geológica, así mismo la apertura 3 calicatas con la finalidad de realizar una exploración geotécnica y extraer muestras del sub suelo, estas a su vez fueron ubicadas en lugares estratégicos donde se identificó las zonas más críticas. para su posterior análisis que permitirá definir la clasificación del tipo de suelo.

Reconocimiento geológico del área de estudio

Para poder tener un conocimiento amplio de la geología de la zona de interés, se realizó un cartografiado geológico, identificando las características principales del suelo.

Tabla 5: *Reconocimiento geológico.*

Ítem	Descripción	Imagen
Reconocimiento geológico	La imagen fue captada al momento de la recolección de las principales características geológicas de la zona de interés.	

Fuente: Elaboración propia

Apertura de Calicatas

Con la finalidad de determinar el tipo de suelo y conocer el perfil estratigráfico, en el área en estudio, se procedió a realizar tres (03) excavaciones a cielo abierto o calicatas, localizadas convenientemente, acorde al área del proyecto usando el método probabilístico.

Paralelamente al muestreo, se realizó el registro de las Calicatas, bajo la Norma A.S.T.M. D 2488 (Procedimiento Visual-Manual, Descripción e Identificación de Suelos), anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como: espesor, humedad, compacidad, dilatancia, plasticidad, tenacidad, etc.

Tabla 6. *Coordenadas UTM de las calicatas.*

Calicata N°	Coordenadas	
	Este	Norte
C-1	770967	9217253
C-2	770818	9217181
C-3	770773	9217161

Fuente: Elaboración Propia



Figura 4. Apertura de las 03 calicatas.


Fuente: propia

Las Figura 4, muestra lo siguiente: a) Calicata C-1, está se aperturo sobre de la corona del deslizamiento. b) Calicata C-2, Está se realizó en el cuerpo del deslizamiento. c) Calicata C-3, está se ejecutó en el pie del deslizamiento. De estas calicatas se extrajeron material inalterado por cada estrato para su análisis respectivo en el laboratorio.

Topografía

El levantamiento topográfico se realizó mediante el método fotogramétrico por la rapidez y ventajas que tienen en la obtención de imágenes en los que se puede generar información métrica de precisión y exactitud.

Tabla 7. Levantamiento topográfico de la zona de estudio.

Ítem	Descripción	Imagen
Topografía	La topografía del área de interés se realizó con la ayuda de un Dron, obteniendo datos de precisión por la eficiencia que este quipo lo caracteriza.	

Fuente: propia

Clima

La zona presenta un clima frío y dos épocas bien marcadas: una época de lluvias de noviembre a abril y otra seca de mayo a octubre. La temperatura durante el día sobrepasa los 15.6 °C, y en las noches puede descender hasta los 0° C a partir de los 3 000 m.s.n.m., especialmente durante los meses de mayo a agosto.

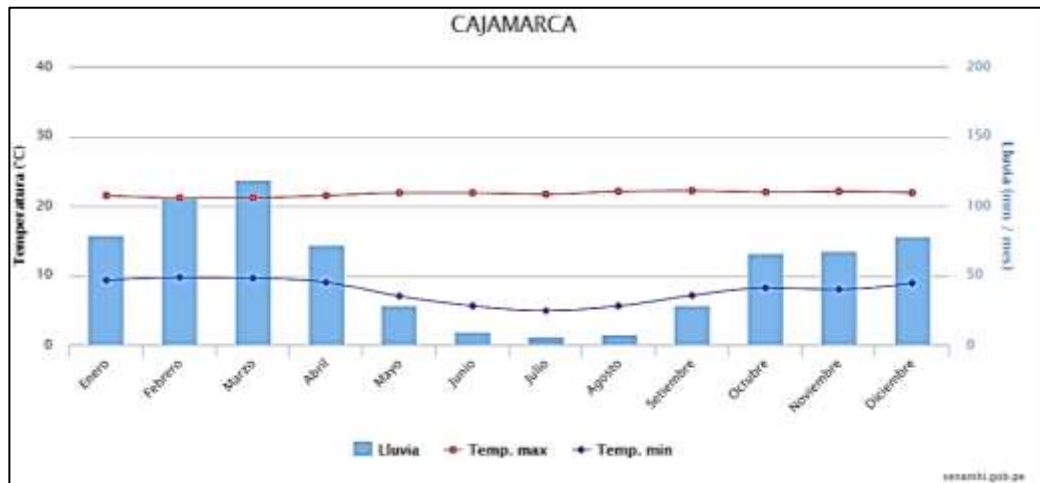


Figura 5. Relación de temperatura y lluvia durante el periodo 2019.

Fuente: Senamhi.gob.pe

Vegetación

La distribución de la vegetación en esta zona se encuentra determinada por la altura clima y geografía. Son estas las condiciones que permiten crecimiento de algunas especies, así como; Alisos, Pinos, Molle, Sauco, Quishuar, Eucaliptos, por otro lado, la zona de estudio se compone por algunas extensiones de pasto natural y otras plantas de tallo corto.



Figura 6. Vegetación de la zona de estudio

Fuente: Elaboración Propia

Hidrografía

La zona de estudio se ubica sobre la ladera de la quebrada Tual, es un afluente del Río Porcón, el mismo que aguas abajo se une con el Río Grande formando el Río Mashcon.

✓ **Quebradas.**

La quebrada Tual es un lecho de río joven en forma de V con fuertes procesos de erosión lateral y de fondo, formando zonas profundas y poco profundas, con presencia de niveles de agua tanto en tiempo de lluvias, así como en estiaje. La geometría del canal de la quebrada es poca sinuosa por su condición juvenil y debido a la variabilidad y temporalidad en la descarga pluvial, denotándose la profundización del cauce a lo largo de toda su longitudinal.

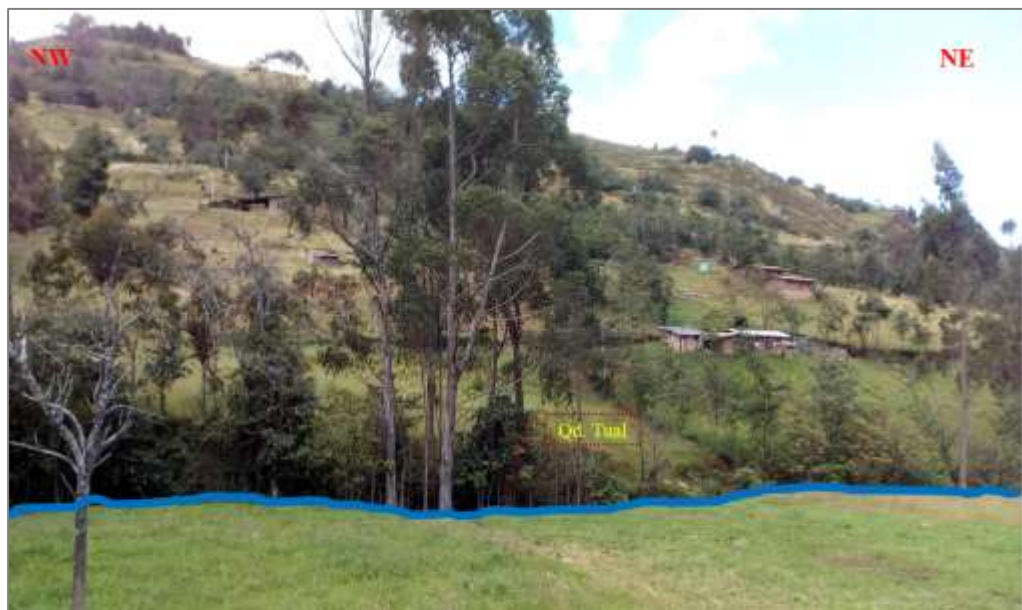


Figura 7: Quebrada Tual.

Fuente: Elaboración Propia

Drenaje natural

En el pie del deslizamiento se encuentra un drenaje natural proveniente del sub suelo que es causado por la elevación del nivel freático después del cese de las lluvias permitiendo la saturación del suelo. Siendo el tipo de suelo que influye en gran medida a la velocidad de drenaje del agua vertida. Es decir, un suelo poco permeable este va a ralentizar el drenaje. En cambio, un suelo muy permeable va a acelerar el proceso de drenaje.



Figura 7. Nivel freático alto.

Fuente: Propia

Geomorfología

La zona de estudio está constituida geomorfológicamente por un relieve montañoso fluvio erocional, con frentes escarpados y abruptos, resultantes de la depositación de flujos piroclásticos comúnmente llamados tovas volcánicas de edad de mioceno superior que presentan diversos grados de erosión. Además, el área de estudio está constituido por una significativa variedad de vegetación

natural entre árboles que van desde los más pequeños hasta los de gran altitud y una variedad de pastizales naturales. Por otro lado, la zona presenta pendientes que son mayores a 45° .



Figura 8. Vista general de la geomorfología de la zona de estudio.

Fuente: Elaboración Propia

Superficie de erosión

La altitud en donde se encuentra ubicado el área de estudio va desde 3100 m.s.n.m, hasta 3950 m.s.n.m. permite que se formen una sola superficie de erosión originada por procesos erosivos y controlados principalmente composición litológica característico de la zona.



Figura 9. Superficie de erosión sobre 3100 - 3950 m.s.n.m
Fuente: Elaboración Propia

Valle joven

La Quebrada Tual ha sido fuertemente erosionada por el flujo constante de agua, y el aumento de caudal en épocas de lluvia, siendo la erosión más pronunciada cuando el agua acarrea partículas sedimentarias arrancadas y transportadas por el agua corriente abajo, dando paso así a la formación de un valle típico en forma de V.

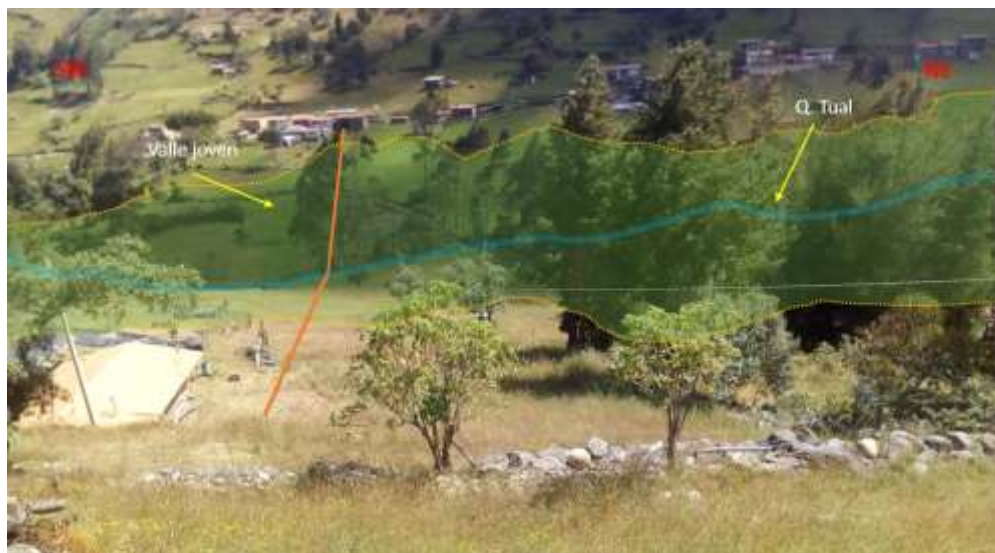


Figura 10. Valle típico en forma de V.
Fuente: Elaboración Propia.

Terrazas

Producto del movimiento de masas se ha formado una terraza que litológicamente se encuentran formadas por un depósito aluvial evidenciándose acumulaciones suelo orgánico, sedimentos finos, arenosos a areno-arcillosos, bloques de roca volcánica, gravas, así como también la presencia de depósitos coluviales – aluviales. los mismos que se encuentran expuestos a socavaciones y erosión.



Figura 11. Presencia de terrazas en la zona de estudio

Fuente: Elaboración Propia

Unidades geomorfológicas

Las principales unidades geomorfológicas que más se evidencia en la zona son: planicie, lomada, ladera. Estas unidades están formadas por un proceso geomórfico constructivo o destructivo (Acumulación o erosión).

Tabla 8. *Características de las unidades geomorfológicas.*

Unidades Geomorfológicas	
Pendiente	Descripción
0-8°	Planicie
8-25°	Lomada
25-50°	Ladera
>50°	Escarpas

Fuente: Propia

Planicie

Las planicies están determinadas como superficies homogéneas, con pequeñas ondulaciones y suave pendiente que varía entre los 0° a 8° las mismas que se ubican en pequeñas áreas a lo largo del cauce de la quebrada Tual, siendo estas formadas a partir de depósitos aluviales y fluvio-aluviales. Estas áreas son destinadas a actividades agrícolas y ganaderas de los pobladores.

Lomada

En el área de estudio presenta una superficie heterogénea con geoformas de elevaciones de bajo ángulo y pendientes suaves que se encuentran comprendidas entre los 8° a 25°, aprovechadas en actividades agrícolas.

Ladera

La zona presenta inclinaciones que van desde los 35° para arriba, siendo estas aprovechadas en algunos casos para la agricultura y ganadería además de las siembras de pinos eucaliptos entre otras. Presentando cambios morfológicos debido a los agentes erosivos que vienen transformando a un relieve actual.



Figura 12. Vista general de las unidades geomorfológicas de la zona de estudio.

Geología regional

De acuerdo a la geología regional a escala 1/50 000 el área de estudio comprende una secuencia de formaciones volcánicas del neógeno, las mismas que cubren a las unidades sedimentarias del cretáceo que afloran al sur-este de la zona. Por otro lado, la zona de estudio no se evidencia la presencia de grandes fallas o plegamientos que si presentan las rocas cretácicas de otras zonas de los alrededores de Cajamarca. (Fuente: Ingemmet)

✓ Qh-fl: Depósito Fluvial

Estas están compuestas principalmente por gravas, arenas y limos en los cauces de ríos y/o quebradas. Sus espesores oscilan entre 2 a 3 m.

✓ Qh-al: Depósito Coluvial

Son depósitos producto de deslizamientos, derrumbes y movimientos complejos estos son arrastrados por la gravedad y distribuidas al pie del

talud, compuestos de fragmentos sueltos, de formas sub angulosos a angulosos, mal seleccionadas, inmersos en una matriz areno-limosa

✓ Alteración Hidrotermal

Involucra la circulación de volúmenes relativamente grandes de fluidos calientes atravesando las rocas, es la importancia del fluido hidrotermal para transferir constituyentes y calor.

✓ Nm-an/1: Andesita

Las andesitas porfiríticas tienen un color gris claro, en parte faneríticas y de aspecto masivo. Presentan como minerales esenciales plagioclasa y hornblenda especialmente aflorando en los alrededores y dentro del centro minero Yanacocha.

✓ Nm-ya/1: Secuencia volcánico Yanacocha 1

Está constituido por rocas piroclásticas y flujo de lavas de composición andesítica de coloración gris verdosas.

✓ Nm-tp/3: Secuencia volcánica Tual-Puruay 3

Depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas, gris blanquecinos y verdosos, fragmentos líticos dacíticos, monomícticos y porfiríticos. Tienen un espesor de 240 m. Edad: 15.41 ± 0.36 Ma.

✓ Nm-tp/2: Secuencia volcánica Tual-Puruay 2

Depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris blanquecinas a rosáceas, ricos en cristales, de composición riolítica; se intercalan flujos de bloques con cenizas gris verdosos y fragmentos líticos andesíticos.

✓ Nm -tp/1: Secuencia volcánica Tual-Puruay 1

Intercalaciones de secuencias volcanoclásticas gris violáceas, flujos de lava porfirítica y flujos de bloques y cenizas gris blanquecinos. Conforman un espesor de 145 m.

✓ Nm-sj/4: Secuencia volcánica San José 4

Depósito de flujos piroclásticos de bloques y cenizas, gris verdosos, de composición andesítica, con fragmentos líticos monomícticos, porfiríticos.

Su espesor aproximado es de 120 m. edad: 11.22 ± 0.08 Ma.

✓ Nm-sj/3: Secuencia volcánica San José 3

Depósito de flujos piroclásticos de bloques y cenizas, gris rosáceo, ricos en cristales de composición riolítica. tienen un espesor de 240 m. edad: 11.29 ± 0.15 Ma.

✓ Nm-sj/2: Secuencia volcánica San José

Depósito de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris blanquecinas, ricos en cristales, de composición riolítica. tienen un espesor aproximado de 350 m.

✓ Ki-fa: Formación Farrat

Areniscas cuarzosas gris blanquecinas de grano medio a grueso intercaladas con limo arcillitas pardo amarillentas. Su espesor promedio es 250m.

Geología Local

De acuerdo al cartografiado del Ingemmet, anteriormente todas las zonas estaban descritas como pertenecientes como pertenecientes al grupo Calipuy- Volcánico san pablo. De acuerdo al nuevo cartografiado realizado se tiene a una escala de 1: 50,000 donde se describe dos secuencias volcánicas, aunque similares, de distinto centro volcánico y distintas edades.

Secuencia Volcánica Tual- Puruay 2

Se encuentra conformado por depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris blanquecinas a rosáceas, ricos en cristales, de composición riolítica; que se intercalan con flujos de bloques y cenizas verdosas, con fragmentos líticos andesíticos. Su espesor en la zona promedio es de 250, y su edad estimada es de 19.5 ± 0.13 Ma.



Figura 13. Vista de la secuencia volcánica Tual- Puruay 2
Fuente: elaboración propia

Secuencia volcánica Yanacocha 1

Se encuentra en la parte alta de la zona, y lo conforman gruesas capas de lavas andesíticas gris verdosas porfiríticas, que posiblemente se originaron de la parte oeste del complejo volcánico Yanacocha.

Depósito coluvial

Este tipo de depósito del área de estudio está constituido por sedimentos de cobertura, generalmente no consolidados, distribuidos de forma irregular, estos son el resultado de diversos procesos erosivos los mismos que son arrastrados por la escorrentía en épocas de lluvia cuesta abajo a favor de la gravedad y distribuidas al pie del talud.



Figura 14. Vista general del depósito coluvial.

Fuente: Elaboración Propia

2.4.4 Etapa post campo

En esta última etapa se procedió al análisis y tratamiento de datos obtenidos en campo y contrastando con estudios preexistentes, haciendo uso de los softwares de Word, Excel, ArcGIS, Slide, Civil 3D. Para la construcción de los modelos

geológico en 2D (plano de ubicación, plano topográfico, plano geológico regional, plano geológico local, plano de elevaciones, plano de pendientes en una escala de 1/10 000 y láminas de diseño de estabilidad), para el procesamiento de datos se tuvo en cuenta los criterios de información, parámetros y propiedades geotécnicas.

El análisis de cada una de las tres muestras llevadas al laboratorio de suelos permitió identificar y clasificar el tipo de suelo, permitiendo calcular el factor de seguridad, Siendo de gran ayuda para la interpretación y toma de decisión para realizar el planteamiento de un diseño de estabilidad y mitigación.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Características generales del talud

3.1.1 Deslizamiento Tual

El deslizamiento de talud del C.P. Tual se originó el 31 de diciembre del 2019. geodinámicamente se encuentra activo, es de tipo rotacional, con un fallamiento de tipo planar, se caracterizan por que la superficie de falla tiene forma de curva o forma de cuchara, en este deslizamiento la masa deslizada se viene acumulando al pie del talud en forma de lóbulo.



Figura 15. Deslizamiento de tipo rotacional.

Fuente: Recuperado de <https://n9.cl/9v53>

3.2 Exploración Geotécnica

Para lograr determinar el tipo de material que constituye al área de estudio, se ha utilizado la técnica de muestreo probabilístico que permite conocer la probabilidad que cada unidad de estudio que tiene que ser incluido en la muestra a través de una selección al azar.

Para la exploración geotécnica se realizó 3 estaciones de control, en el que se excavo una calicata por cada estación, con la finalidad de obtener muestras de suelo inalteradas y o representativa del suelo de cada estrato, para sus posteriores análisis en el laboratorio GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Los ensayos se realizaron bajo las Normas A.S.T.M., A.A.S.H.T.O., para poder determinar las características del terreno en estudio se utilizó los siguientes estándares para el presente estudio.

Tabla 9. Normas utilizadas A.S.T.M.

Estándares	Normas
Análisis granulométrico por tamizado	: ASTM D 422
Límite líquido	: ASTM D 4318
Límite plástico	: ASTM D 4318
Ensayo de Contenido de Humedad	: ASTM D 2216
Ensayo de Corte Directo	: ASTM D 3080

Fuente: Propia, *Estándares utilizados en la presente investigación*

Cabe mencionar de acuerdo a las normas antes mencionadas se extrajeron muestras inalteradas de suelo de cada uno de los estratos existentes de cada una de las calicatas.

3.2.1 Calicata C-1

Luego de haber aperturado la calicata C-1, se extrajeron material de cada uno de los estratos encontrados y trasladados hasta el laboratorio para proceder a realizar los análisis respectivos de cada una muestra extraídas de la zona de estudio.

Tabla 10. Ubicación de la calicata C-1

Calicata	Coordenadas UTM	
C-1	Este	770967
	Norte	9217253

Fuente: propia



Figura 16. Ensayos del material extraído de la calicata C-1.

Fuente: propia.

Los ensayos realizados de acuerdo a lo que se detalla en la figura 17, de la calicata C-1 son: a) Ensayo de contenido de humedad, b) granulometría, c) límites de Atterberg, d) Ensayo de corte directo.

Calicata C-1, E-1, M-1

Contenido de humedad C-1, M-1

El presente ensayo se realizó teniendo en cuenta las normas (A.S.T.M. D 2216 / A.A.S.H.T.O. T 265). Con una temperatura entre los 105-110 C.

Tabla 11. *Contenido de humedad de la calicata C-1, E-1, M-1.*

Contenido de humedad			
Temperatura de secado	110°C		
Contenido de humedad total parcial (%)	35.66%	35.05%	34.73%
Contenido de humedad promedio (%)	35.15%		

Fuente: Guersan Ingenieros S.R.L

Análisis granulométrico C-1, M-1

Este análisis se realizó mediante el tamizado de la muestra seca. Lo que permite conocer el tamaño de las diferentes partículas que componen al material analizado. Este ensayo se realizó de acuerdo a la norma. (A.S.T.M. D 422 / A.A.S.H.T.O. T 88)

Análisis de la fracción gruesa

Tabla 12. Resultados del laboratorio fracción gruesa C-1, E-1, M-1.

Análisis de la fracción gruesa					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	W G =	0.00			

Fuente: Guersan Ingenieros S.R.L.

De acuerdo al gráfico anterior con respecto a la fracción gruesa, esta no cuenta con un porcentaje de grava mayor o igual al tamiz n°4.

Análisis fracción fina

Tabla 13. Resultados del laboratorio fracción fina C-1, M-1

Análisis fracción fina					
Corrección de muestra cuarteada:					0.2000
Peso Seco Fracción Fina:					500.00
N 10	2.00	0.39	0.08	0.08	99.92
N 20	0.85	2.44	0.49	0.57	99.43
N 30	0.60	1.78	0.36	0.92	99.08
N 40	0.43	2.71	0.54	1.46	98.54
N 60	0.25	6.75	1.35	2.81	97.19
N 100	0.15	7.76	1.55	4.37	95.63
N 200	0.08	8.44	1.69	6.05	93.95
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					

Fuente: Guersan Ingenieros S.R.L.

✚ Distribución granulométrica C-1, M-1

La representación gráfica de los resultados obtenidos en un laboratorio que se muestra a continuación está relacionada con el porcentaje que pasa y el porcentaje de material que quedan retenidos en cada tamiz donde estos están determinados su diámetro en milímetros.

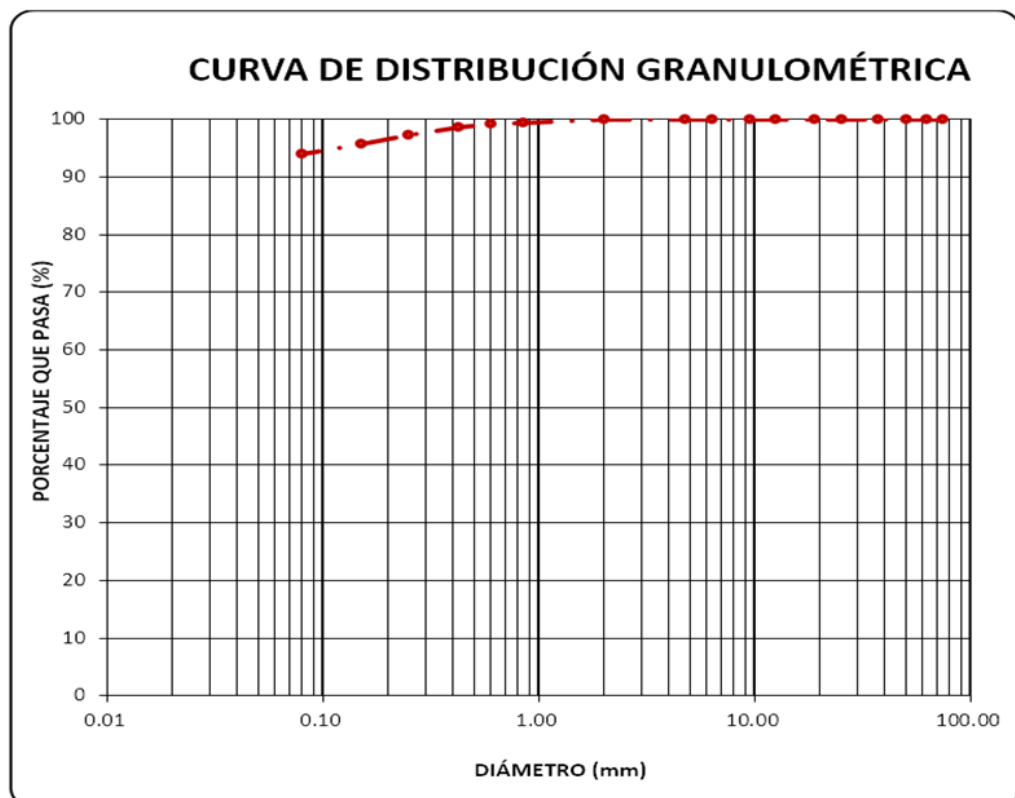


Figura 17. Distribución de la curva granulométrica de la C-1, E-1, M-1

Fuente: Guersan Ingenieros S.R.L.

✚ Límites de Atterberg C-1, M-1

Este ensayo, se realizó teniendo en cuenta la norma (A.S.T.M. D 4318 / A.A.S.H.T.O. T 89) que describe el procedimiento para determinar el Límite Líquido de los suelos. Este es el contenido de agua que tiene el material y se determina cuando el suelo pasa del estado plástico al estado líquido.

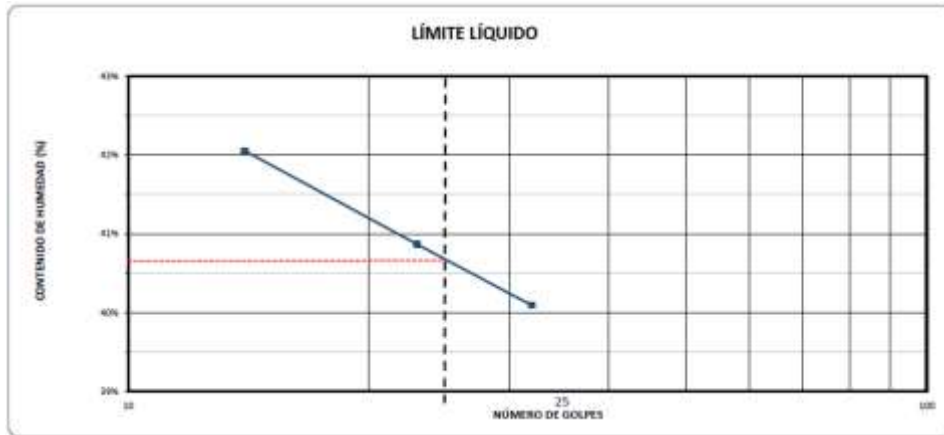


Figura 18. Límites de Atterberg C1, E-1, M-1.

Fuente: Guersan Ingenieros S.R.L

En la anterior figura se presenta el contenido de humedad versus el número de golpes para poder determinar el límite líquido de la muestra analizada. Para poder determinar el índice de plasticidad.

Tabla 14. Límites de Atterberg C1, M-1. E-1.

Límites de Atterberg	
Límite líquido	41.00%
Límite plástico	24.00%
Índice de plasticidad	17.00%

Fuente: Guersan Ingenieros S.R.L

Clasificación de la muestra S.U.C.S.

Para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo de la calicata C-1, Estrato E-1, M-1. Se utilizó la clasificación S.U.C.S. ya que este es un sistema de clasificación de uso común en nuestro país.

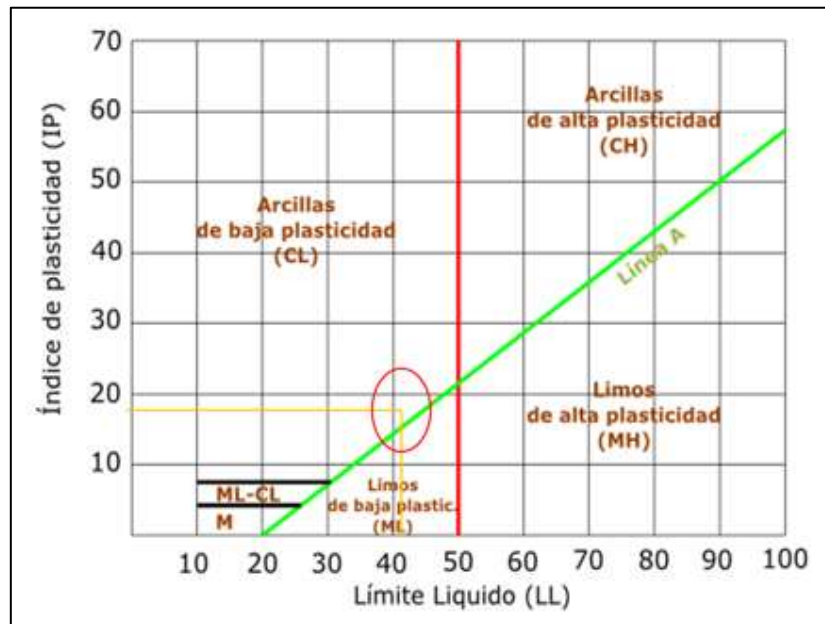


Figura 19. Clasificación de la muestra C-1, E-1, M-1.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la interpolación del Índice de plasticidad con el límite líquido basados en la clasificación método S.U.C.S. la muestra M-1, del estrato E-1, corresponde a una arcilla de baja plasticidad, color marrón claro, mezclado con 6.05 % de partículas menores que 0.075mm., exento de grava.

Calicata C-1, E-2, M-2

Estudio de la calicata C-1, Estrato E-2, Muestra M-2

✚ Contenido de humedad

El contenido de humedad del E-2, de la muestra M-2, se realizó teniendo en cuenta las normas consignadas en la presente investigación.

Tabla 15. *Contenido de humedad C1, E2, M-2*

Contenido de humedad	
Temperatura de secado	110°C
Contenido de humedad total parcial (%)	46.78% 46.01% 46.05%
Contenido de humedad promedio (%)	46.28%

Fuente: Guersan Ingenieros.

Análisis granulométrico C-1, M-2

Fracción gruesa

Tabla 16. *Análisis granulométrico C-1, E-2, M-2*

Análisis fracción gruesa					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	W G =	0.00			

Fuente: Laboratorio Guersan Ingenieros.

Las tablas anteriores nos muestran el número de tamices utilizados en la fracción gruesa y en la fracción fina con su respectiva abertura y la cantidad de material retenido en cada tamiz, siendo en la fracción fina donde si ubo una retención de

material mientras que parte de la fracción gruesa no se retuvo en ningún tamiz, es decir que no cuenta con un porcentaje de grava.

Fracción Fina

Tabla 17. *Análisis granulométrico fracción fina C-1, E-2, M-2*

Análisis fracción fina					
Corrección de muestra cuarteada:					0.2000
Peso seco fracción fina:					500.00
N 10	2.00	0.24	0.05	0.05	99.95
N 20	0.85	1.20	0.24	0.29	99.71
N 30	0.60	0.90	0.18	0.47	99.53
N 40	0.43	1.51	0.30	0.77	99.23
N 60	0.25	4.46	0.89	1.66	98.34
N 100	0.15	4.42	0.88	2.55	97.45
N 200	0.08	5.19	1.04	3.58	96.42
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					

Fuente: Laboratorio Guersan Ingenieros S.R.L

La tabla anterior muestra el porcentaje retenido en cada tamiz de la fracción fina donde aquí si hay retención de material en cada uno de los tamices de la fracción fina.

Distribución granulométrica

Los datos de la distribución granulométrica de la M-2, del estrato E-2, de la calicata C-1, se muestran a continuación en la siguiente tabla.

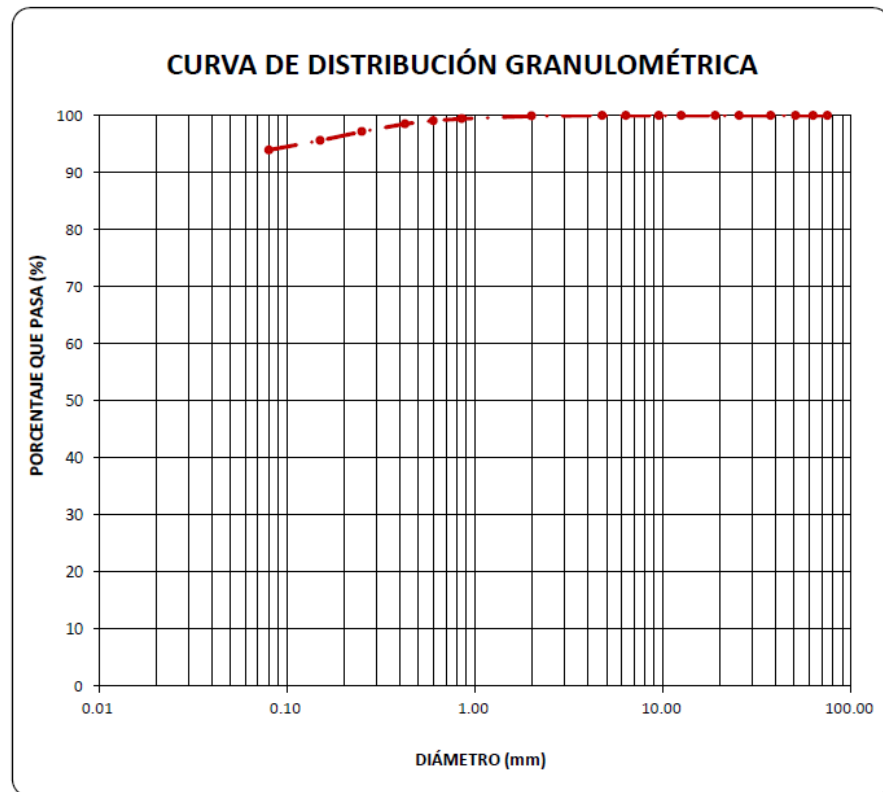


Figura 20. Distribución granulométrica C-1, E-2, M-2

Fuente: Guersan Ingenieros S.R.L.

En la anterior figura se observa una representación con el porcentaje que pasa por cada tamiz versus el diámetro en mm.

Límites de Atterberg C-1, M-2

Para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo de la calicata C-1, Estrato E-2, M-2. Se utilizó la clasificación S.U.C.S. C-1, E-2, M-2, norma A.S.T.M. D 4318 / A.A.S.H.T.O. T 89.

Facultad de Ingeniería	Ing. de Minas
------------------------	---------------

Facultad de Ingeniería	Ing. de Minas
Facultad de Ingeniería	Ing. de Minas

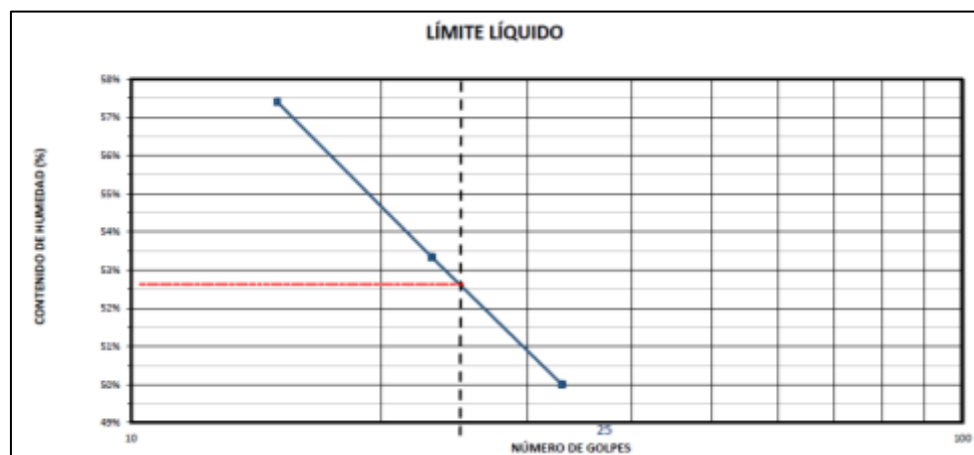


Figura 21. Límites de Atterberg C-1, E-2, M-2

Fuente: Guersan Ingenieros.

En la anterior figura se presenta la relación entre el contenido de humedad versus el número de golpes para poder determinar el límite líquido de la muestra analizada. Y así determinar el índice de plasticidad

Clasificación S.U.C.S.

La muestra en estudio ha sido clasificada mediante el método S.U.C.S. y corresponde a una arcilla de alta plasticidad, de color amarillento.

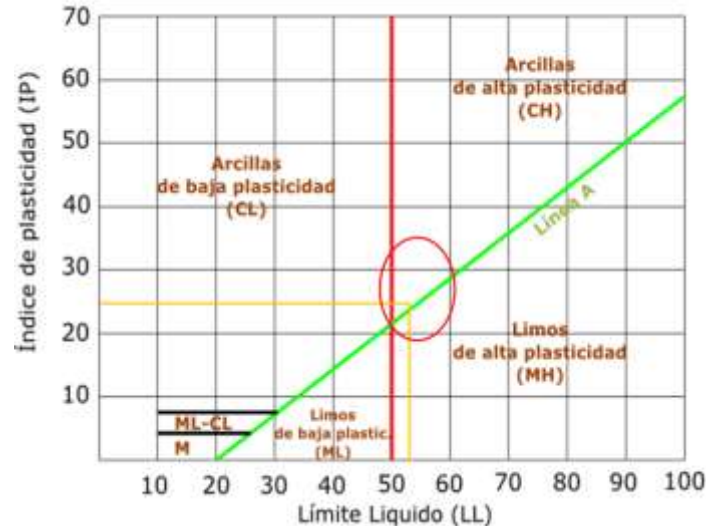


Figura 22. Clasificación de la muestra de C-1, E-2, M-2

Fuente: Propia, *El círculo rojo indica la clasificación del suelo.*

✚ Perfil de calicata C-1

Presenta un primer estrato hasta 0.60 m. de profundidad, constituido por suelo orgánico color negro, se encuentra con alto contenido de humedad y bajo grado de compacidad. De 0.60 a 1.90 m. de profundidad, existe un segundo estrato constituido por arcilla de baja plasticidad, color marrón claro, mezclada con 6.05 % de arena gruesa a fina y 93.95% de partículas menores que 0.075mm., exento de grava. De 1.90 a 3.00 m. de profundidad, existe un tercer estrato constituido por arcilla de alta plasticidad, color amarillento, mezclada con 3.58 % de arena gruesa a fina y 96.42% de partículas menores que 0.075mm., exento de grava. La ubicación de la extracción de la muestra se detalla en siguiente tabla.

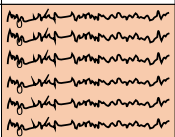
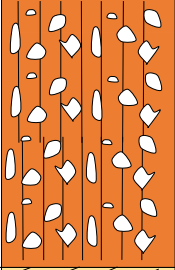
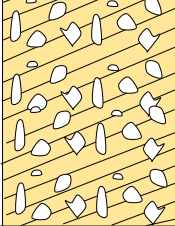
Profundidad (m)	Muestra	DESCRIPCIÓN	Clasificación		Contenido de humedad (%)	Límites de Consistencia	
			Símbolo	Símbolo Gráfico		LL (%)	IP (%)
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60	S/M	SUELO ORGÁNICO COLOR NEGRO, SE ENCUENTRA CON ALTO CONTENIDO DE HUMEDAD Y BAJO GRADO DE COMPACIDAD.	-		-	-	-
0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60 1.70 1.80 1.90	M - 1	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN CLARO, MEZCLADA CON 6.05 % DE ARENA GRUESA A FINA Y 93.95% DE PARTÍCULAS MENORES QUE 0.075mm, EXENTO DE GRAVA.	CL		35.00%	41.00%	17.00%
2.00 2.10 2.20 2.30 2.40 2.50 2.60 2.70 2.80 2.90 3.00	M - 2	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR AMARILLENTO, DE TAMAÑO MÁXIMO DE 3 PLG, MEZCLADA CON 3.58 % DE ARENA GRUESA A FINA Y 96.42% DE PARTÍCULAS MENORES QUE 0.075mm. EXENTO DE GRAVA	CH		46.28%	53.00%	24.00%

Figura 23. Perfil de la calicata C-1

Fuente: Guersan Ingenieros.

3.2.2 Calicata C-2

Luego de haber aperturado la calicata C-2, se extrajeron material de cada uno de los estratos encontrados y trasladados hasta el laboratorio para proceder a realizar los análisis respectivos de cada una muestra extraídas de la zona de estudio.

Tabla 18. Ubicación de la calicata C-2

Calicata	Coordenadas UTM	
C-2, M-1, E-1	Este	770818
	Norte	9217181

Fuente: Propia.



Figura 24. Ensayos de la calicata C-2.

Fuente: Propia.

Los ensayos realizados de acuerdo a lo que se detalla en la figura 25, de la calicata C-2 son: a) Ensayo de contenido de humedad, b) granulometría, c) límites de Atterberg, d) Ensayo de corte directo.

✚ Contenido de humedad C-2, M-1

El ensayo de esta calicata se realizó teniendo en cuenta las normas (A.S.T.M. D 2216 / A.A.S.H.T.O. T 265). Este viene a ser la relación que existe entre el peso de agua contenida en la muestra en estado natural.

Tabla 19. *Contenido de humedad C-2, E-1, M-2*

Contenido de humedad			
Temperatura de secado		110°C	
Contenido de humedad total parcial (%)	30.35%	30.50%	30.04%
Contenido de humedad promedio (%)		30.30%	

Fuente: Guersan Ingenieros.

Análisis granulométrico C-2, M-1

Los datos de la granulométricos se han dividido en dos fracciones

Fracción gruesa

Tabla 20. *Análisis Granulométrico C-2, E-1, M-1*

Análisis fracción gruesa					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	3.83	0.54	0.54	99.46
⅜"	9.52	4.12	0.58	1.12	98.88
¼"	6.35	10.96	1.55	2.67	97.33
N°4	4.75	12.84	1.81	4.48	95.52
TOTAL	W G =	31.75			

Fuente: laboratorio Guersan Ingenieros.

Fracción fina

Tabla 21. *Análisis de la fracción fina*

Análisis fracción fina					
Corrección de muestra cuarteada:					0.1910
Peso seco fracción fina:					500.00
N 10	2.00	7.53	1.44	5.92	94.08
N 20	0.85	6.77	1.29	7.22	92.78
N 30	0.60	2.44	0.47	7.68	92.32
N 40	0.43	2.93	0.56	8.24	91.76
N 60	0.25	4.97	0.95	9.19	90.81
N 100	0.15	4.71	0.90	10.09	89.91
N 200	0.08	5.14	0.98	11.07	88.93
Cazoleta	--	--	--	--	--
Total					

Fuente: Guersan Ingenieros

Distribución granulométrica

Los datos de la distribución granulométrica de la M-1, del estrato E-1, de la calicata C-2, se muestran a continuación en la siguiente tabla.

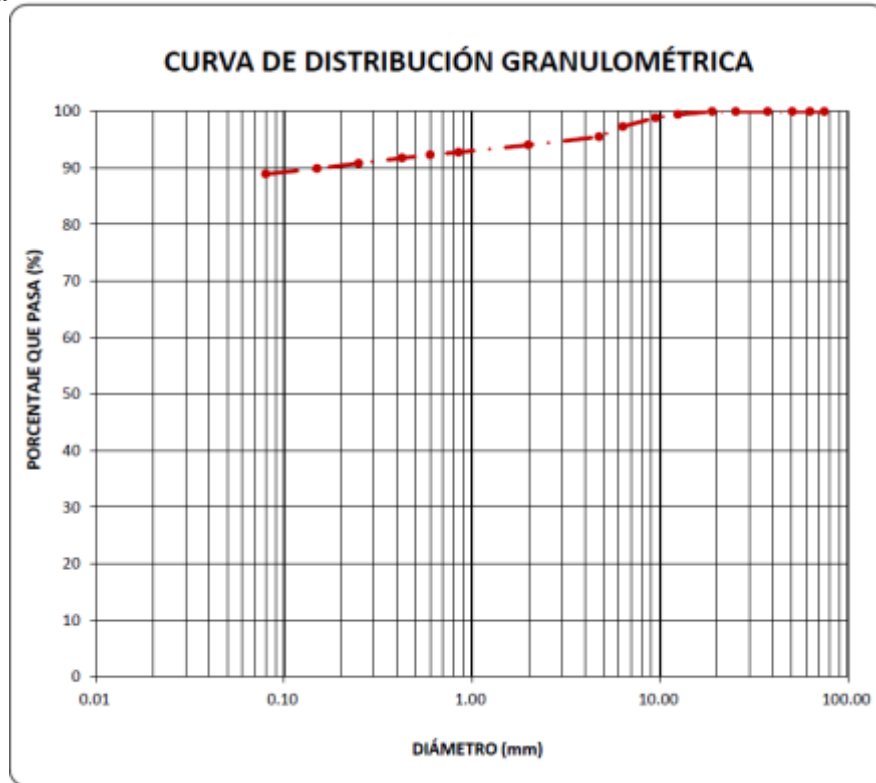


Figura 25. Curva de distribución granulométrica C-2, M-1

Límites de Atterberg C-2, M-1

Para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo de la calicata C-1, Estrato E-2, M-2. Se utilizó la clasificación S.U.C.S. C-2, E-1, M-1, norma A.S.T.M. D 4318 / A.A.S.H.T.O. T 89.

Facultad de Ingeniería	Ing. de Minas
Facultad de Ingeniería	Ing. de Minas
Facultad de Ingeniería	Ing. de Minas

Tabla 22. Límites de Atterberg de la calicata C-2, E-1, M-1

Límites De Consistencia A.S.T.M. D 4318 / A.A.S.H.T.O. T 89	
Límite Líquido	43.00%
Límite Plástico	32.00%
Índice Plástico	11.00%

Fuente: Guersan ingenieros.

Clasificación S.U.C.S.:

La muestra en estudio ha sido clasificada utilizando el método S.U.C.S. y corresponde a un limo de baja plasticidad, color marrón claro, de tamaño máximo de 3/4, mezclado con 6.59% de arena gruesa a fina y 88.93% de partículas menores que 0.075mm.

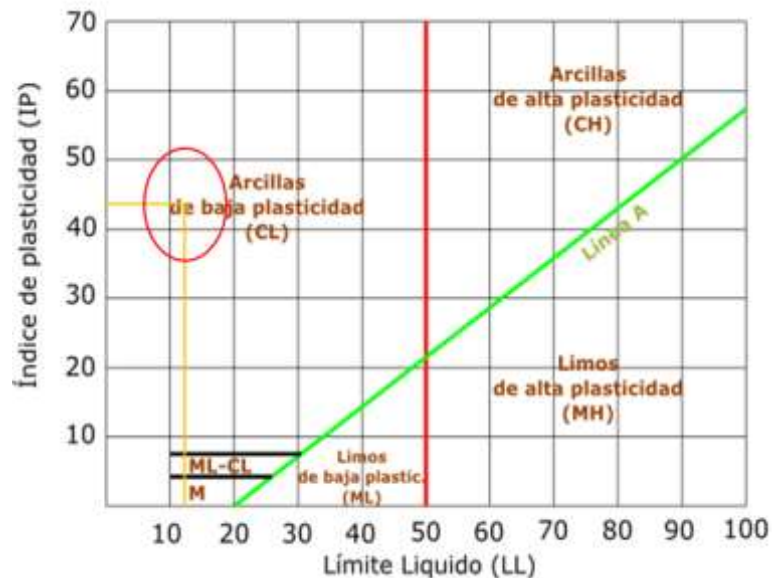


Figura 26. Clasificación de suelos de la calicata C-2, E-1, M-2

Fuente: Propia

Calicata C-2, E-2, M-2

El siguiente análisis corresponde a la Calicata C-2, Estrato E-2, Muestra M-2.

✚ Contenido de humedad

Tabla 23. *Contenido de humedad C-2, M2*

Contenido de humedad			
Temperatura de secado	110°C		
Contenido de humedad total parcial (%)	35.24%	35.44%	35.03%
Contenido de humedad promedio (%)	35.24%		

Fuente: Guersan Ingenieros.

✚ Análisis granulométrico

Fracción gruesa

Tabla 24. *Análisis granulométrico C-2, E-2, M-2*

Análisis fracción gruesa					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	WG =	0.00			

Fuente: Guersan Ingenieros.

Fracción fina

Tabla 25. *Análisis de la fracción fina de la calicata C-2, M-2.*

Análisis fracción fina	
------------------------	--

Corrección de muestra cuarteada:					0.2000
Peso seco fracción fina:					500.00
N 10	2.00	0.14	0.03	0.03	99.97
N 20	0.85	1.67	0.33	0.36	99.64
N 30	0.60	2.42	0.48	0.85	99.15
N 40	0.43	3.79	0.76	1.60	98.40
N 60	0.25	7.11	1.42	3.03	96.97
N 100	0.15	8.12	1.62	4.65	95.35
N 200	0.08	14.27	2.85	7.50	92.50
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					

Fuente: Guersan Ingenieros.

Distribución granulométrica

Los datos de la distribución granulométrica de la M-2, del estrato E-2, de la calicata C-2, se muestran a continuación en la siguiente tabla.

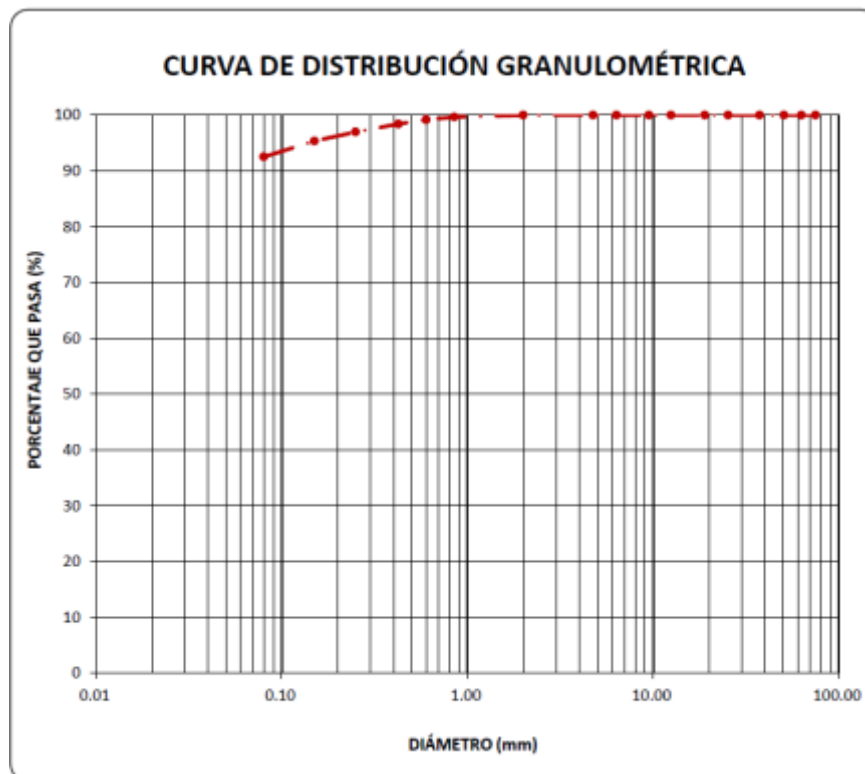


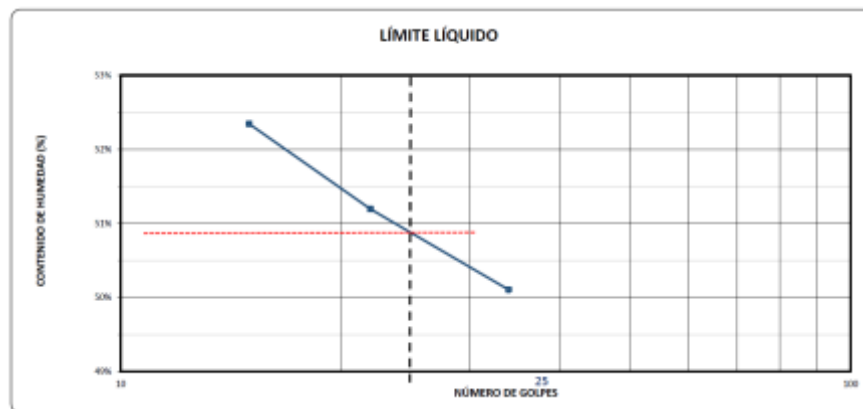
Figura 27. Curva de distribución granulométrica C-2, M-2.

Límites de Atterberg C-2, M-2

Para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo de la calicata C-1, Estrato E-2, M-2. Se utilizó la clasificación S.U.C.S. C-2, E-2, M-2, norma A.S.T.M. D 4318 / A.A.S.H.T.O. T 89.

Facultad de Ingeniería	Ing. de Minas
Facultad de Ingeniería	Ing. de Minas
Facultad de Ingeniería	Ing. de Minas

Figura 28. Límites de Atterberg de C-2, E-2, M-2



Fuente: Guersan Ingenieros.

 **Clasificación S.U.C.S.:**

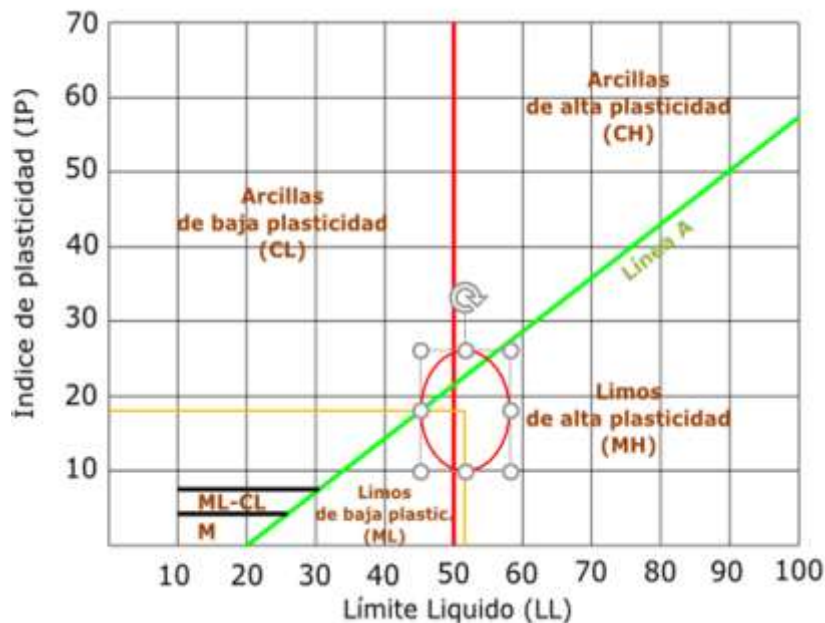


Figura 29. Tabla de clasificación C-2, E-2, M-2

Fuente: Propia.

la muestra C-2, E-2, M-2 corresponde a un limo de baja plasticidad, color gris claro de tamaño máximo de 3PLG, mezclado con 7.5% de arena gruesa a fina y 92.5% de partículas menores que 0.075mm.

✚ Perfil de calicata C-2

Presenta un primer estrato hasta 0.80 m. de profundidad, constituido por suelo orgánico color negro, se encuentra con alto contenido de humedad y bajo grado de compacidad. De 0.80 a 2.10 m. de profundidad, existe un segundo estrato constituido por limo de baja plasticidad, color marrón claro, de tamaño máximo de 3/4, mezclada con 6.59 % de arena gruesa a fina y 88.93% de partículas menores que 0.075mm. De 2.10 a 3.00 m. de profundidad, existe un tercer estrato constituido por limo de baja plasticidad, color gris claro, mezclada con 7.5 % de arena gruesa a fina y 92.5% de partículas menores que 0.075mm, exento de grava.

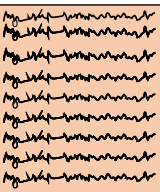
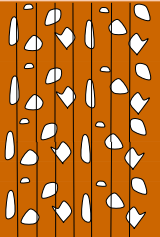
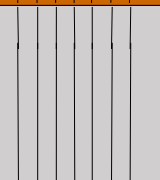
Profundidad (m)	Muestra	DESCRIPCIÓN	Clasificación		Contenido de humedad (%)	Límites de Consistencia	
			Símbolo	Símbolo Gráfico		LL (%)	IP (%)
0.8	S/M	SUELO ORGÁNICO COLOR NEGRO, SE ENCUENTRA CON ALTO CONTENIDO DE HUMEDAD Y BAJO GRADO DE COMPACTIDAD.	-		-	-	-
2.1	M - 1	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN CLARO, DE TAMAÑO MÁXIMO DE 3/4, MEZCLADA CON 6.59 % DE ARENA GRUESA A FINA Y 88.93% DE PARTÍCULAS MENORES QUE 0.075mm.	MH		30.30%	43%	11%
3.00	M - 2	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR GRIZ CLARO, DE TAMAÑO MÁXIMO DE 3 PLG. MEZCLADA CON 7.5 % DE ARENA GRUESA A FINA Y 92.5% DE PARTÍCULAS MENORES QUE 0.075mm.	ML		35.24%	51%	17%

Figura 30. Perfil de la calicata C-2.

Fuente: Propia.

3.2.3 Calicata C-3

Luego de haber aperturado la calicata C-3, se extrajeron material del único estrato encontrado en esta calicata para su posterior trasladado hasta el laboratorio donde se procedió a realizar los análisis respectivos de la muestra extraída.

Tabla 26. Ubicación de la calicata C-3

Calicata	Coordenadas UTM	
C-3, E-1, M-1	Este	770773
	Norte	9217161

Nota: Se utilizó coordenadas UTM WGS 84



Figura 31. Ensayos de la calicata C-3

Los ensayos realizados de la calicata C-3, que se detalla en la figura 31, son: a) Ensayo de contenido de humedad, b) Aquí se realizó ensayo de granulometría, c) límites de Atterberg, d) Ensayo de corte directo.

✚ Contenido de humedad

Tabla 27. Contenido de humedad de la calicata C-3.

Contenido de humedad			
Temperatura de secado		110°C	
Contenido de humedad total parcial (%)	27.26%	27.10%	27.17%
Contenido de humedad promedio (%)		27.18%	

Fuente: Guersan Ingenieros.

Análisis granulométrico

Fracción gruesa

Tabla 28. *Análisis fracción gruesa de la calicata C-3 E-1, M-1.*

Análisis fracción gruesa					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	W G =	0.00			

Fuente: Guersan Ingenieros.

Fracción fina

Tabla 29. *Fracción fina de la calicata C-3, E-1, M-1*

Análisis fracción fina					
Corrección de muestra cuarteada:					0.2000
Peso seco fracción fina:					500.00
N 10	2.00	0.22	0.04	0.04	99.96
N 20	0.85	2.36	0.47	0.52	99.48
N 30	0.60	2.30	0.46	0.98	99.02
N 40	0.43	3.20	0.64	1.62	98.38
N 60	0.25	6.31	1.26	2.88	97.12
N 100	0.15	7.77	1.55	4.43	95.57
N 200	0.08	11.02	2.20	6.64	93.36
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					

Fuente:

Guersan Ingenieros.

Distribución granulométrica

Los datos de la distribución granulométrica de la M-1, del estrato E-1, de la calicata C-3, se muestran a continuación en la siguiente tabla.

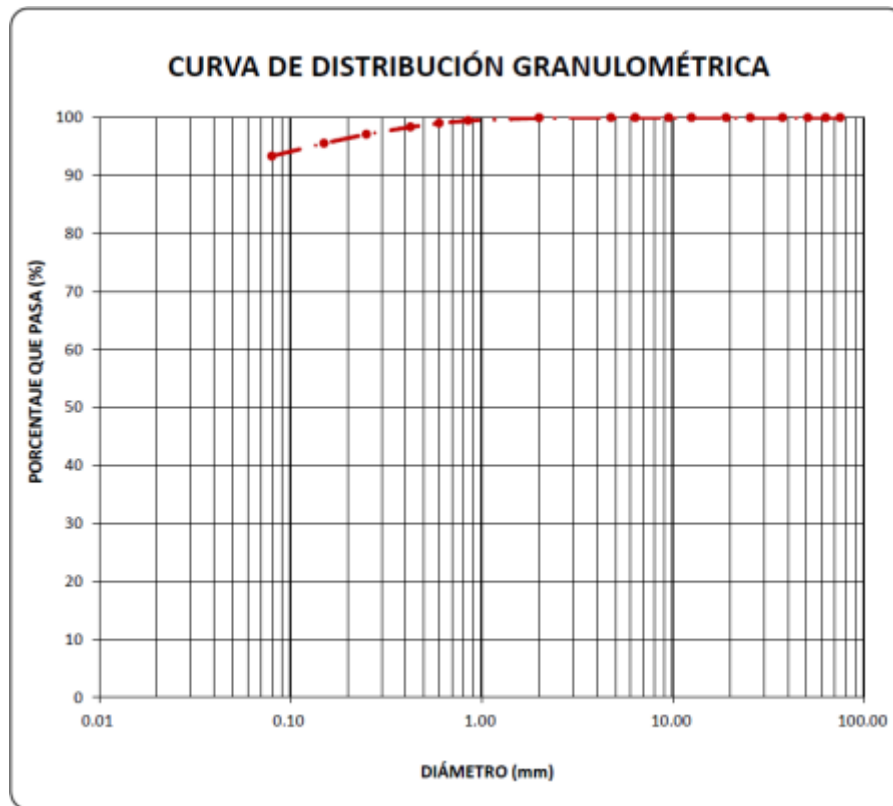


Figura 32. Curva de distribución granulométrica C-3, M-1.

Fuente: *Guersan Ingenieros.*

Límites de Atterberg C-3

Para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo de la calicata C-3, Estrato E-1, M-1. Se utilizó la clasificación S.U.C.S. C-2, E-2, M-2, norma A.S.T.M. D 4318 / A.A.S.H.T.O. T 89.

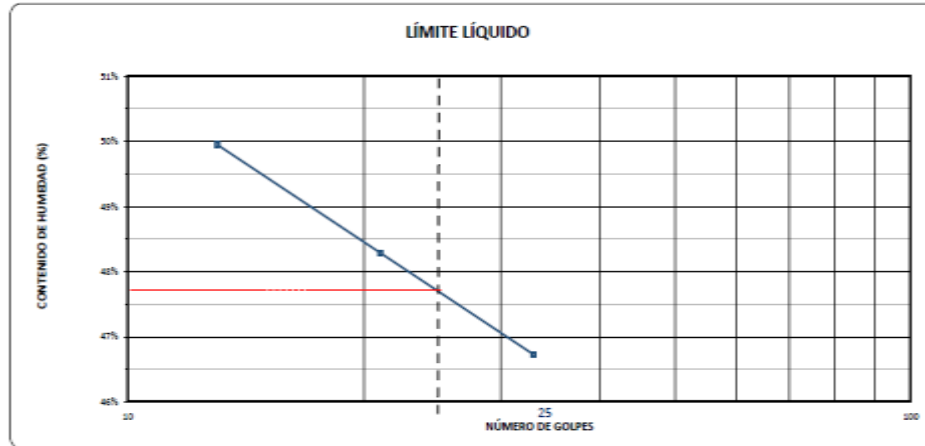
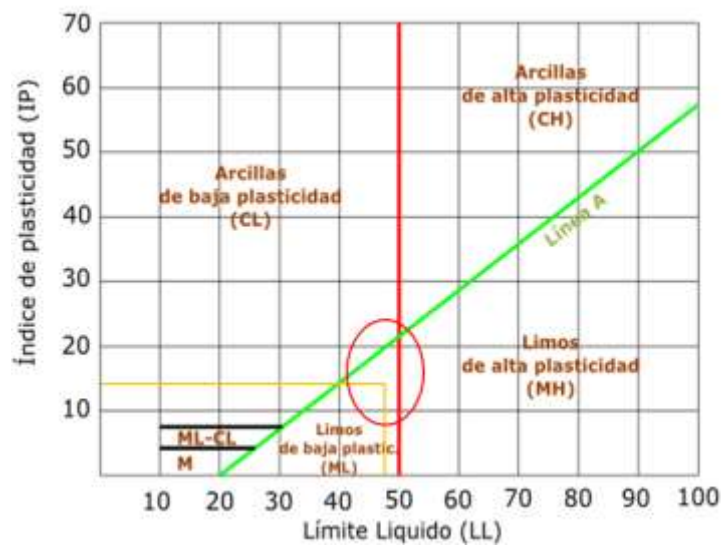


Figura 33. Límites de Atterberg de la calicata C-3.

Fuente: Guersan Ingenieros.

✚ Clasificación S.U.C.S.:

Tabla 30. Grafica de clasificación del suelo de la calicata C-3



Fuente: Propia, la clasificación es ML.

✚ Perfil estratigráfico

Presenta un primer estrato hasta 0.80 m. de profundidad, constituido por suelo orgánico color negro, se encuentra con alto contenido de humedad y bajo grado de compacidad. De 0.80 a 3.00 m. de profundidad, existe un segundo estrato

constituido por limo de baja plasticidad, color gris claro, mezclada con 6.64 % de arena gruesa a fina y 93.36% de partículas menores que 0.075mm, exento de grava.

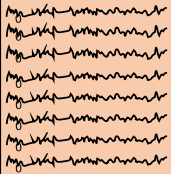
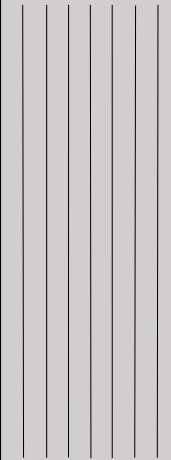
Profundidad (m)	Muestra	DESCRIPCIÓN	Clasificación		Contenido de humedad (%)	Límites de Consistencia	
			Símbolo	Símbolo Gráfico		LL (%)	IP (%)
0.8	S/M	SUELO ORGÁNICO COLOR NEGRO, SE ENCUENTRA CON ALTO CONTENIDO DE HUMEDAD Y BAJO GRADO DE COMPACIDAD.	-		-	-	-
3.00	M - 1	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD, GRIS CLARO, DE TAMAÑO MÁXIMO DE 2 PLG. MEZCLADA CON 6.64 % DE ARENA GRUESA A FINA Y 93.36% DE PARTÍCULAS MENORES QUE 0.075mm.	ML		27.2%	48.00	0.13

Figura 34. Perfil de la calicata C-3.

Fuente: Guersan ingenieros

3.2.4 Resultados del ensayo de corte directo.

Para este ensayo se utilizó una muestra inalterada del último estrato de cada calicata de acuerdo a la norma A.S.T.M. D 3080, que son la base para la obtención de los datos de peso específico y ángulo de fricción.

Resultados del ensayo de corte directo de la calicata C-1

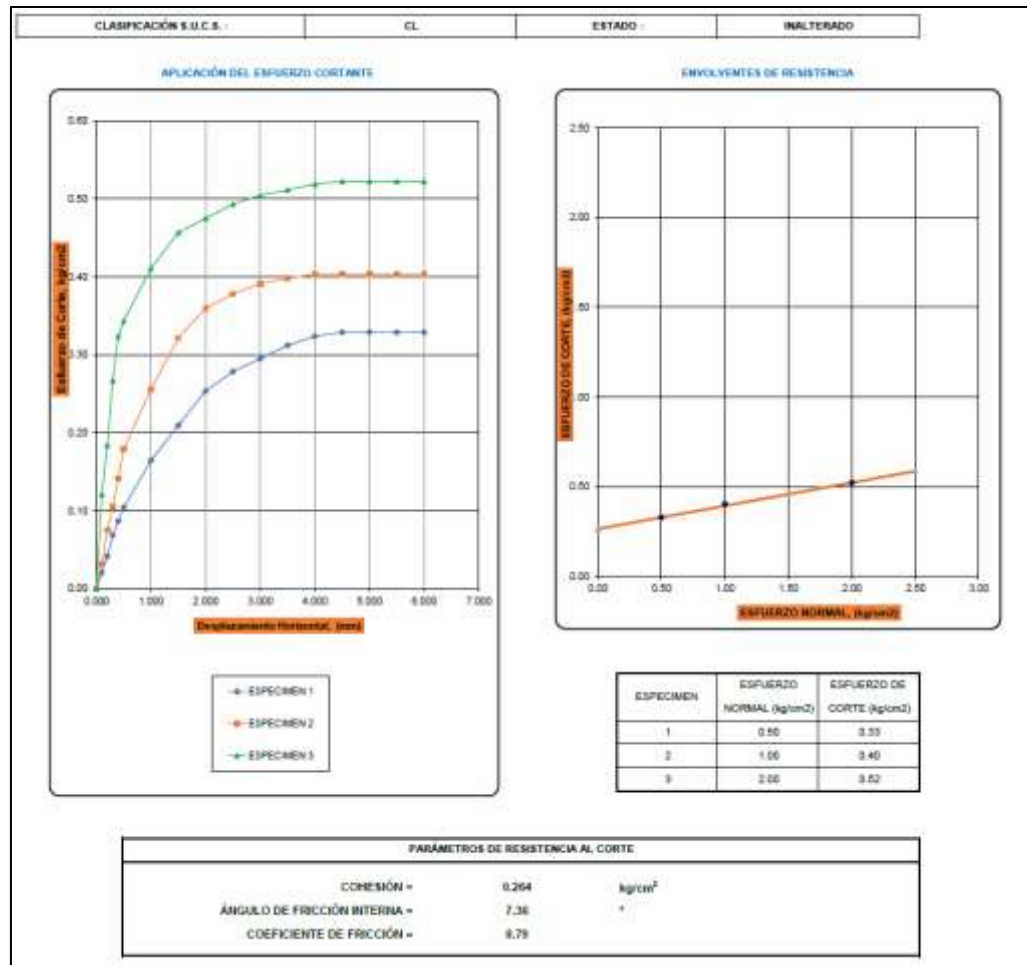


Figura 35. Ensayo de corte directo de la calicata C-1

Fuente: Laboratorio- Guersan ingenieros

Resultados del ensayo de corte directo de la calicata C- 2

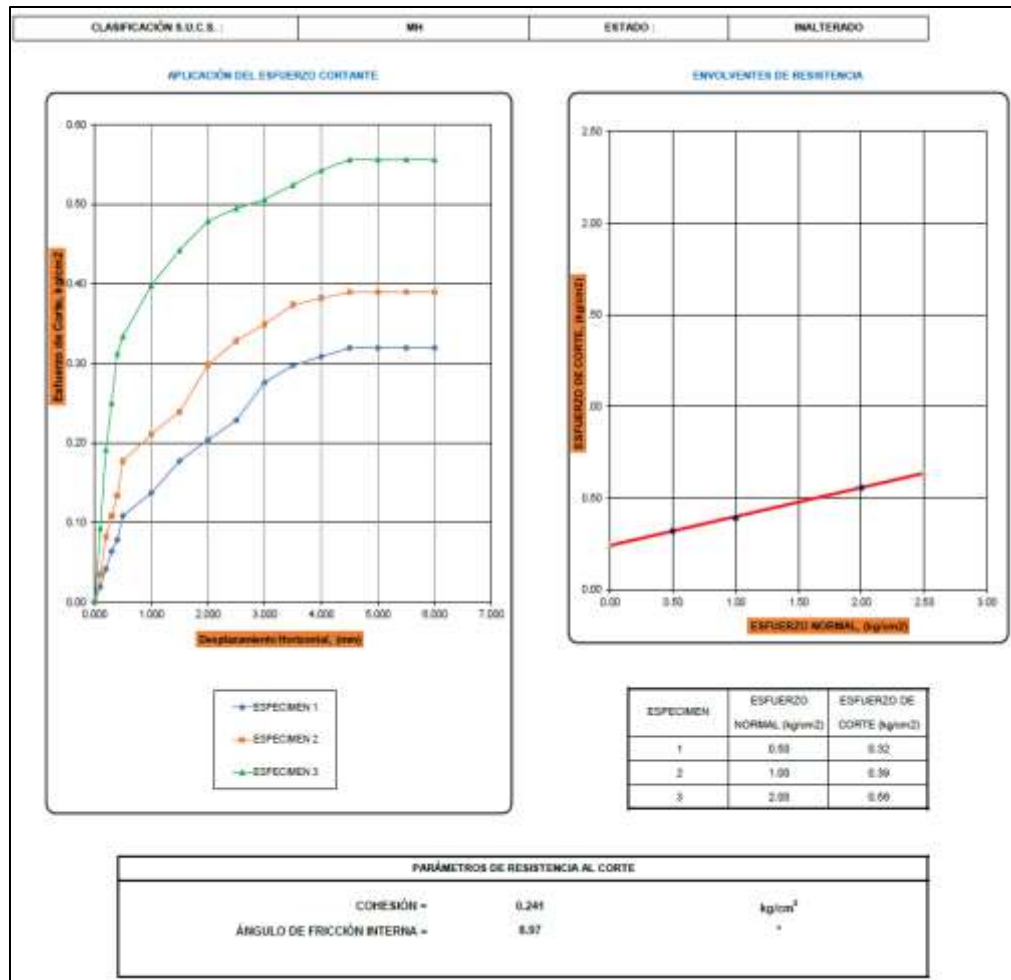


Figura 36. Ensayo de corte directo de la calicata C-2.

Fuente: Laboratorio- Guersan ingenieros

Resultados del ensayo de corte directo de la calicata C-3

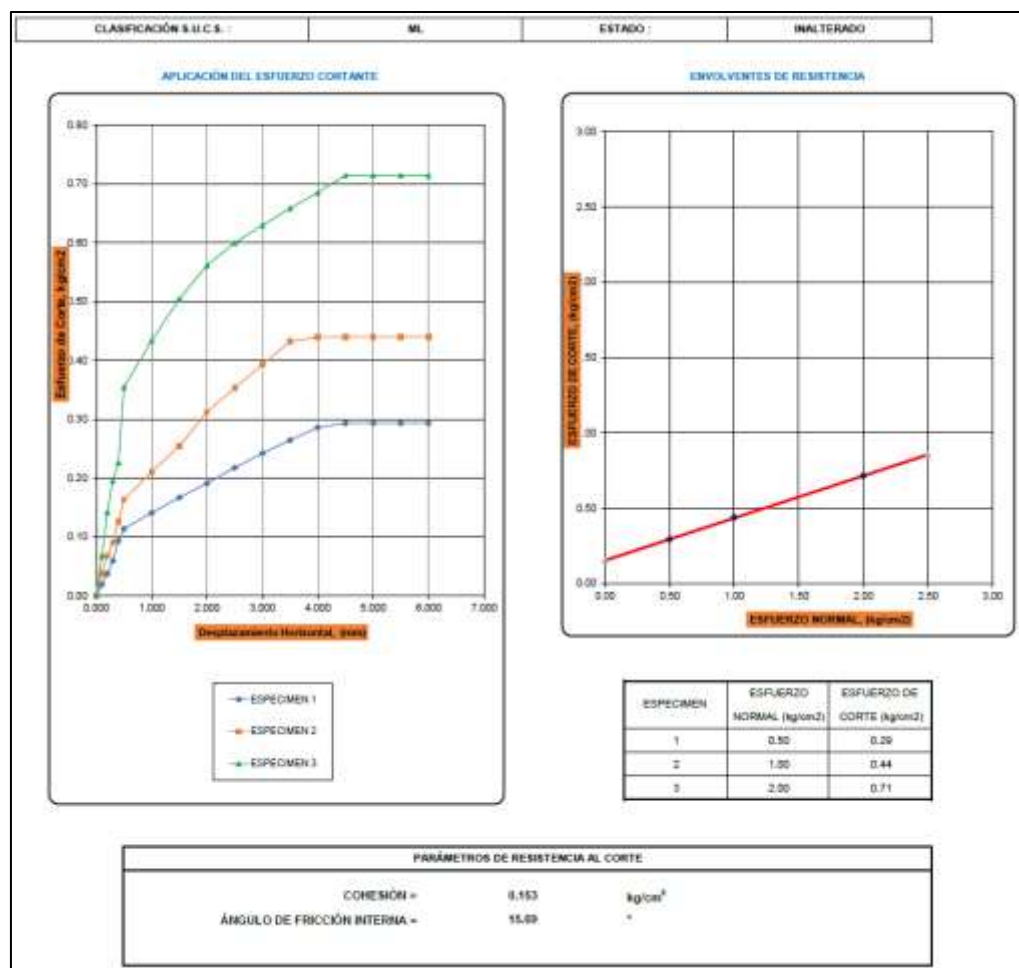


Figura 37. Ensayo de la calicata C-3.

Fuente: Laboratorio- Guersan ingenieros

3.2.5 Datos comparativos de los ensayos realizados

Los datos que a continuación se presentan corresponde a cada uno de los resultados de los ensayos realizados de las tres calicatas del área de estudio

Tabla 31. Resúmen de los resultados de mecánica de suelos.

Muestra	Humedad	Granulometría	Límite líquido	Índice plástico
C-1, M-1	35.15%	93.95%	41.00%	17.00%
C-1, M-2	46.28%	96.42%	53.00%	24.00%
C-2, M-1	30.30%	88.93%	43.00%	11.00%
C-2, M-2	35.24%	92.50%	51.00%	17.00%
C-3, M-1	27.18%	93.36%	48.00%	13.00%

Fuente: Guersan ingenieros

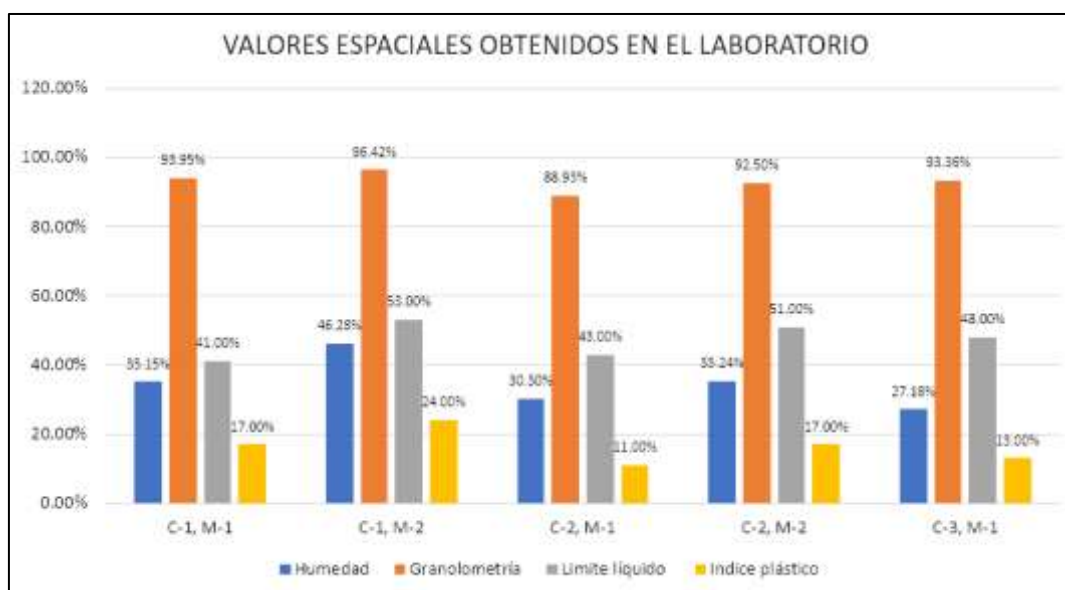


Figura 38 Datos de los ensayos del laboratorio.

A partir de los gráficos 1 y 2 podemos darnos cuenta de que el suelo con un alto contenido de humedad en la calicata C-1. M-2, Así mismo esta contiene el mayor porcentaje de finos retenidos en la malla n° 200, Por otro lado, en la calicata C-2 M-2 contiene el mayor porcentaje de límite líquido. Así como también un

mayor porcentaje de límite plástico con respecto a las otras muestras de las demás calicatas.

3.3 Cálculo de volumen desplazado

Dicho cálculo se realizó con los datos obtenidos de la topografía realizada en la zona de estudio.

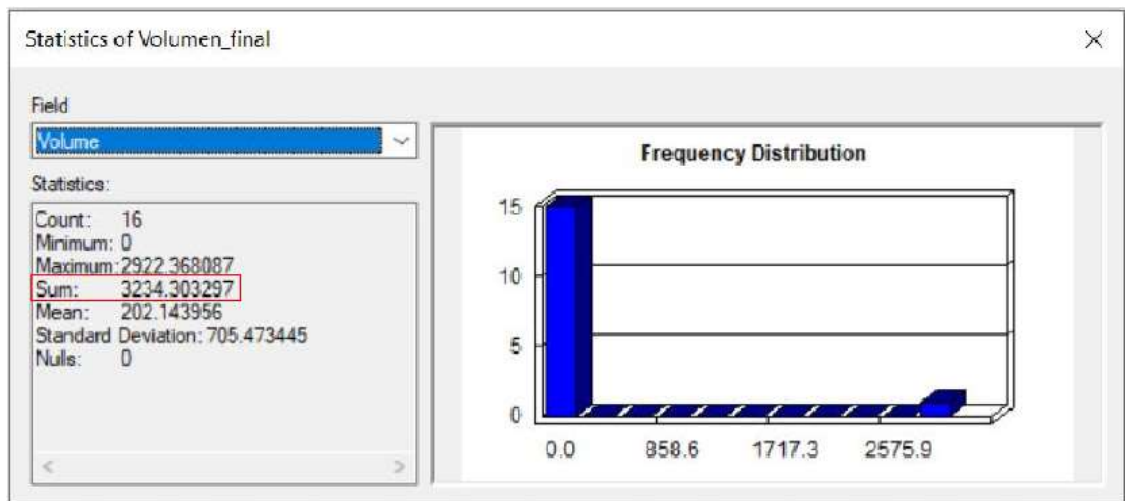


Figura 39. Cálculo del deslizamiento de talud del deslizamiento.

Fuente: propia

De acuerdo a la figura 43 se tiene que el volumen del material desplazado equivale a 3234.30 TM, así mismo el área del deslizamiento equivale a 7415.99 m². estos datos se calcularon mediante el software ArcGIS.

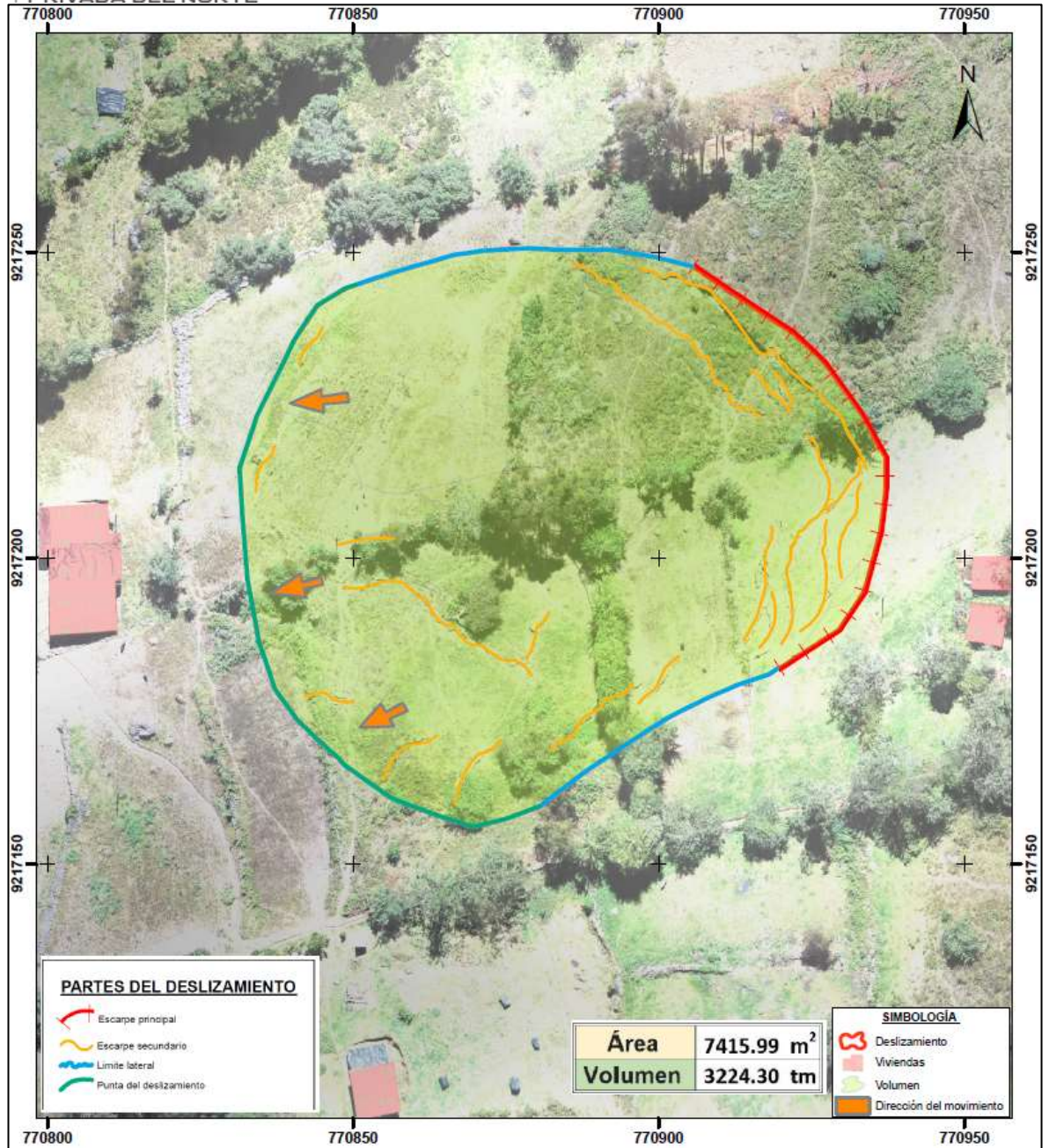


Figura 40. Cálculo del volumen y área del deslizamiento.

Fuente: propia

Tabla 32. Cálculo del volumen desplazado.

Volumen desplazado	
Área	7415.99 m ²
Volumen	3224.30 Tm

Fuente: propia

3.4 Condiciones Pseudoestáticas

3.4.1 Sismicidad

Los sismos son fenómenos naturales causadas por la liberación de energía acumuladas durante mucho tiempo, activadas por los movimientos de las fallas geológicas en la corteza terrestre. Habitualmente al haber un desplazamiento de las fallas producen ondas de diferentes tipos y de gran poder destructivo, que viajan a través de las rocas los mismos que pueden activar los movimientos de masa o deslizamientos de tierra. En el caso de un sismo, existe el triple efecto de aumento del esfuerzo cortante, disminución de la resistencia por aumento de la presión de poros y deformación, asociados con la onda sísmica; pudiéndose llegar a la falla al cortante y hasta la licuación en el caso de los suelos granulares saturados. (Suárez Díaz, 2009)

3.4.2 Zonas sísmicas del Perú

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información geotectónica. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016).

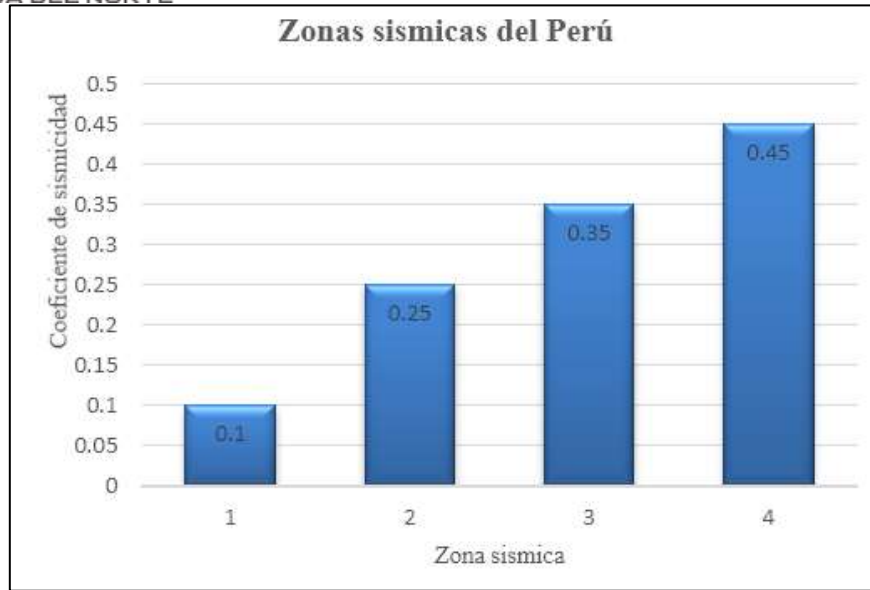


Figura 41. Gráfica de las zonas sísmicas del Perú.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016



Figura 42. Zonas sísmicas del Perú.

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016).

3.4.3 Coeficiente de sismicidad

El coeficiente de Sismicidad fue calculado para un tiempo de operación de obra de 50 años y un periodo de retorno de 475 años. según la ubicación del talud se tiene las siguientes coordenadas geográficas del cálculo.

Tabla 33 *Coordenadas para encontrar el coeficiente de sismicidad.*

Ubicación	coordenadas	
	Latitud	Longitud
Deslizamiento Tual	-7.1	-78.5

Fuente: <http://ppsh.sencico.gob.pe/>

De acuerdo a la tabla 36, la zona de interés tiene un coeficiente de sismicidad horizontal de 0.2589.

3.5 Análisis de estabilidad del talud

3.5.1 Factor de seguridad

Para buscarle una explicación, a este evento geológico, analizaremos a continuación el factor de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas. Siendo este el análisis con los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio respectivamente de cada calicata.

El procesamiento de datos se ha hecho utilizando el software Slide v6.0 mediante dos métodos (Spencer y Morgenstern-Price). los datos para las secciones de análisis se utilizaron de peso específico, cohesión y ángulo de fricción para la arenisca presente en el talud, y un coeficiente de sismicidad de 0.2589, teniendo en consideración la estación de control geotécnico.

Datos para el cálculo del factor de seguridad

C-1M-2

Peso específico

$$1.53 \text{ g/cm}^3 * 9.81 = 15.01 \text{ KN/m}^3$$

Cohesión

$$0.264 \text{ Kg/cm}^2 * 98.1 = 25.90 \text{ KN/m}^2$$

Ángulo de fricción interna:

$$7.36$$

C-2M-2

Peso específico

$$1.52 \text{ g/cm}^3 * 9.81 = 15.01 \text{ KN/m}^3$$

Cohesión

$$0.241 \text{ Kg/cm}^2 * 98.1 = 23.64 \text{ KN/m}^2$$

Ángulo de fricción interna:

$$8.97$$

C-3 M-1

Peso específico

$$1.67 \text{ g/cm}^3 * 9.81 = 16.38 \text{ KN/m}^3$$

Cohesión

$$0.153 \text{ Kg/cm}^2 * 98.1 = 15.01 \text{ KN/m}^2$$

Ángulo de fricción interna:

$$15.69$$

3.5.2 Condiciones estáticas.

método de Spencer

Para el análisis en condiciones estáticas se, se utilizó los datos de peso específico, cohesión y fricción, así como el tipo de suelo ML, MH, CH., datos que se han obtenido como resultado del análisis de mecánica de suelos en el laboratorio.

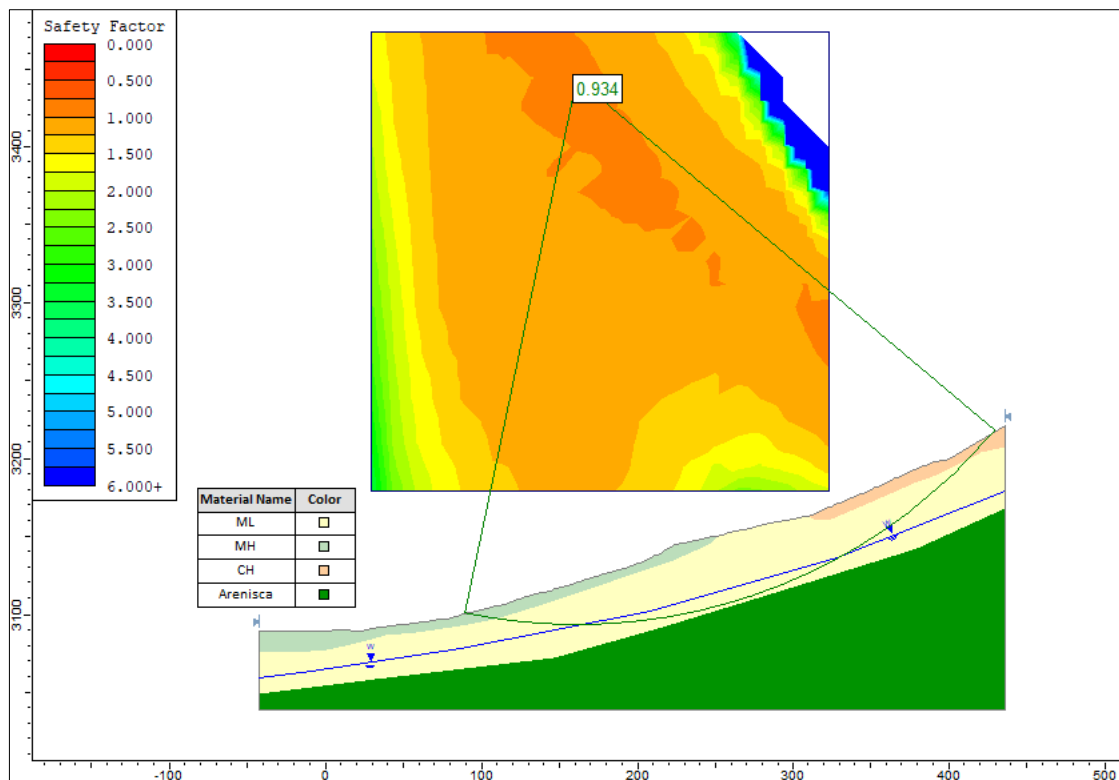


Figura 43. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Spencer, en la que se aprecia que el talud estable con un Factor de seguridad de 0.934 en condiciones estáticas el cual nos indica que ante cualquier factor desencadenante la zona es inestable.

Método de Morgenster – Price

El análisis mediante este método ha sido realizado en condiciones estáticas.

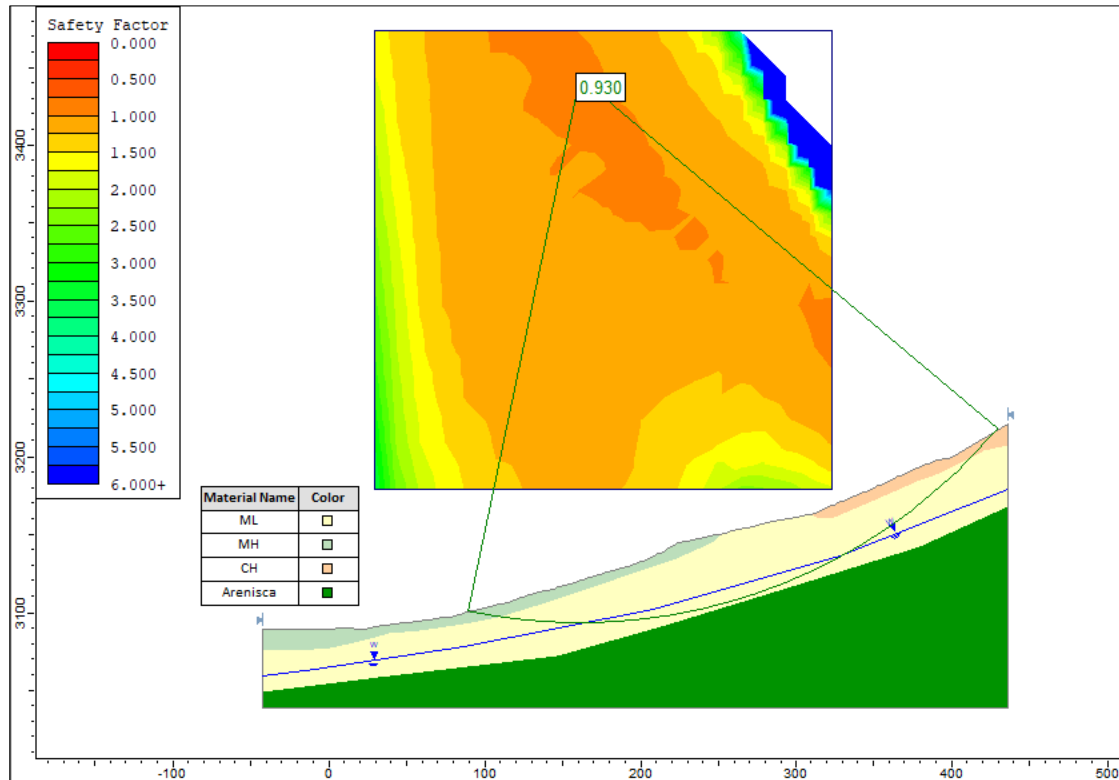


Figura 44. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Morgenster - Price, en la que se aprecia que el talud estable con un Factor de seguridad de 0.930 en condiciones estáticas el cual nos indica que ante cualquier factor desencadenante la zona analizada

3.5.3 Condiciones Pseudoestáticas

Método de Spencer

Para el análisis de estas secciones se tuvo en cuenta el coeficiente de sismicidad de 0.2589 de acuerdo a la ubicación de la zona de estudio. Así mismo se consideró los resultados de los ensayos de mecánica de suelos, como el tipo de suelo ML, MH, CH, respectivamente.

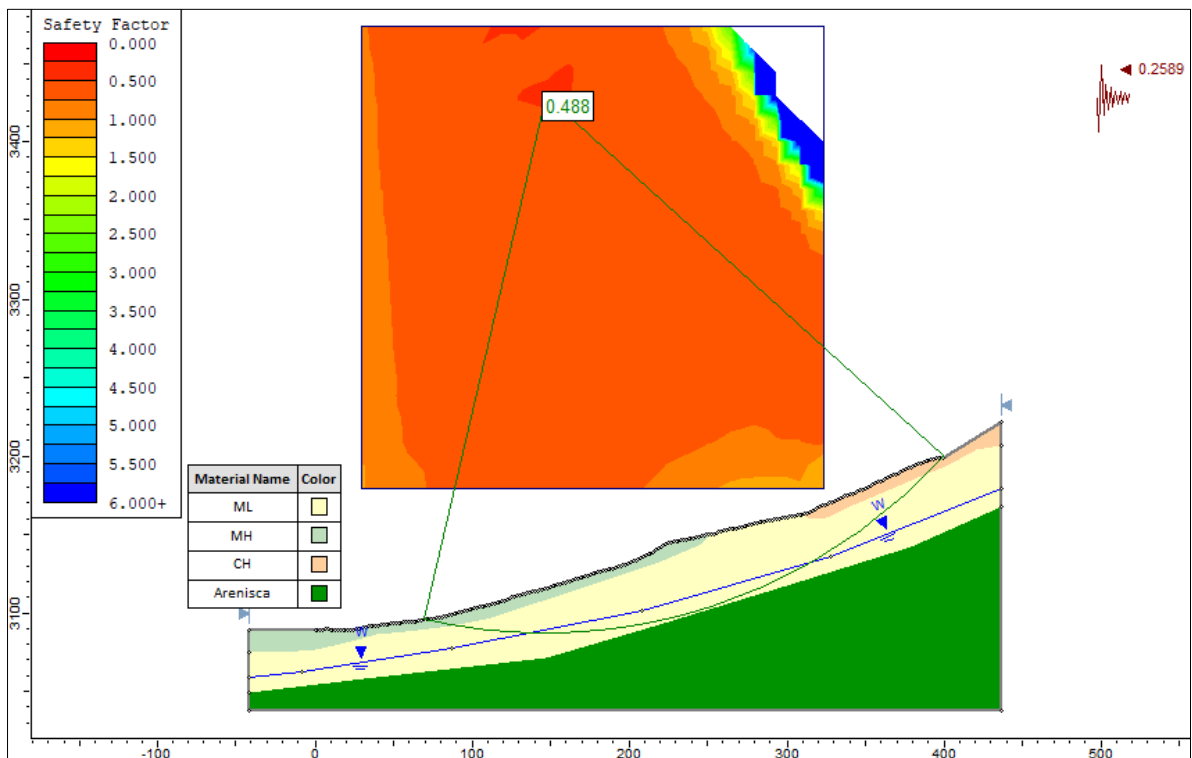


Figura 45. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Spencer, en la que se aprecia que el talud estable con un Factor de seguridad de 0.488 para condiciones pseudo estáticas con coeficiente de sismicidad horizontal de 0.2589.

Método de Morgenster – Price

El análisis del factor de seguridad, mediante este método ha sido realizado en condiciones pseudo estáticas con coeficiente de sismicidad de 0.2589.

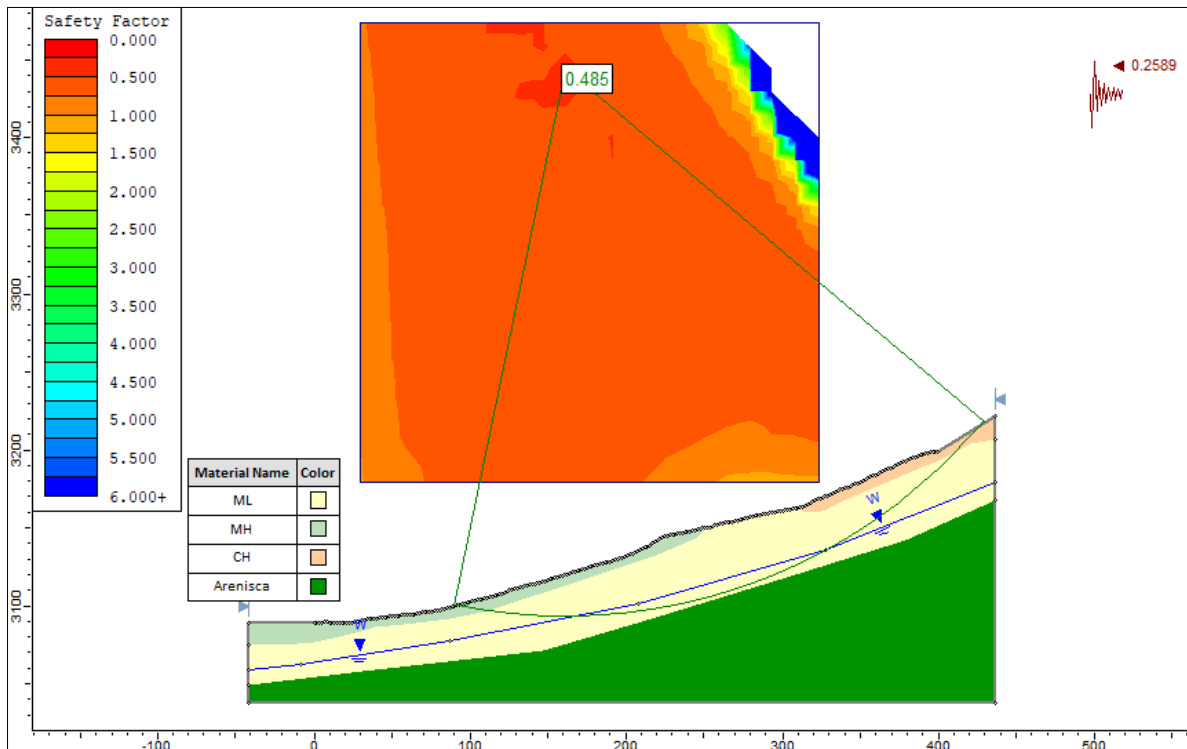


Figura 46. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Morgenster – Price, en la que se aprecia que el talud es inestable con un Factor de seguridad de 0.485 para condiciones pseudo estáticas con coeficiente de sismicidad horizontal de 0.2589.

3.6 Medidas de estabilidad en con cambio de geometría

3.6.1 Condiciones estáticas.

Método de Spencer

En la siguiente figura se realiza el análisis de factor de seguridad al realizar el cambio de geometría del talud, mediante el método de Spencer, en condiciones estáticas.

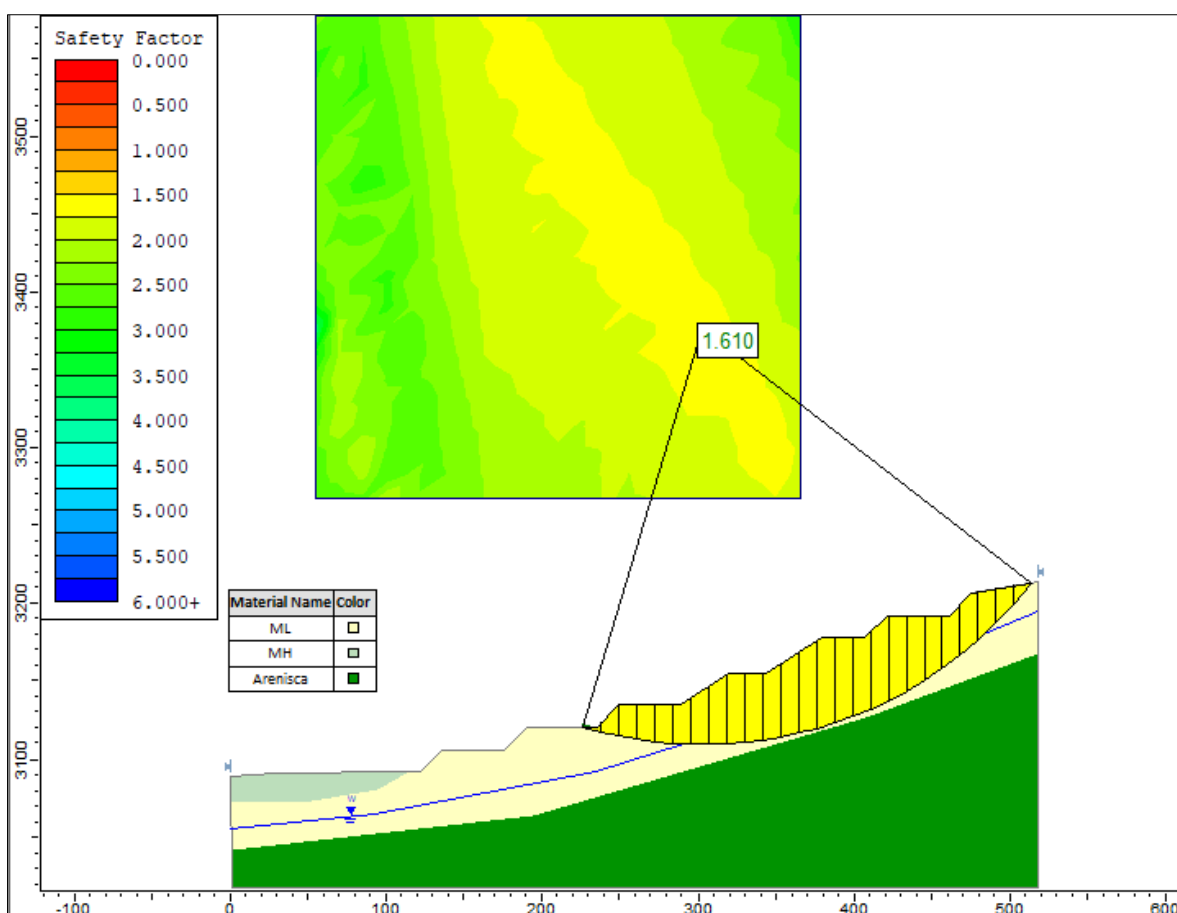


Figura 47. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Spencer, en la que se aprecia que el talud estable con un Factor de seguridad de 1.610 en condiciones estáticas.

método de Morgenster - Price

En la siguiente figura se realiza el análisis de factor de seguridad al realizar el cambio de geometría del talud, mediante el método de Morgenster – Price, en condiciones pseudo estáticas.

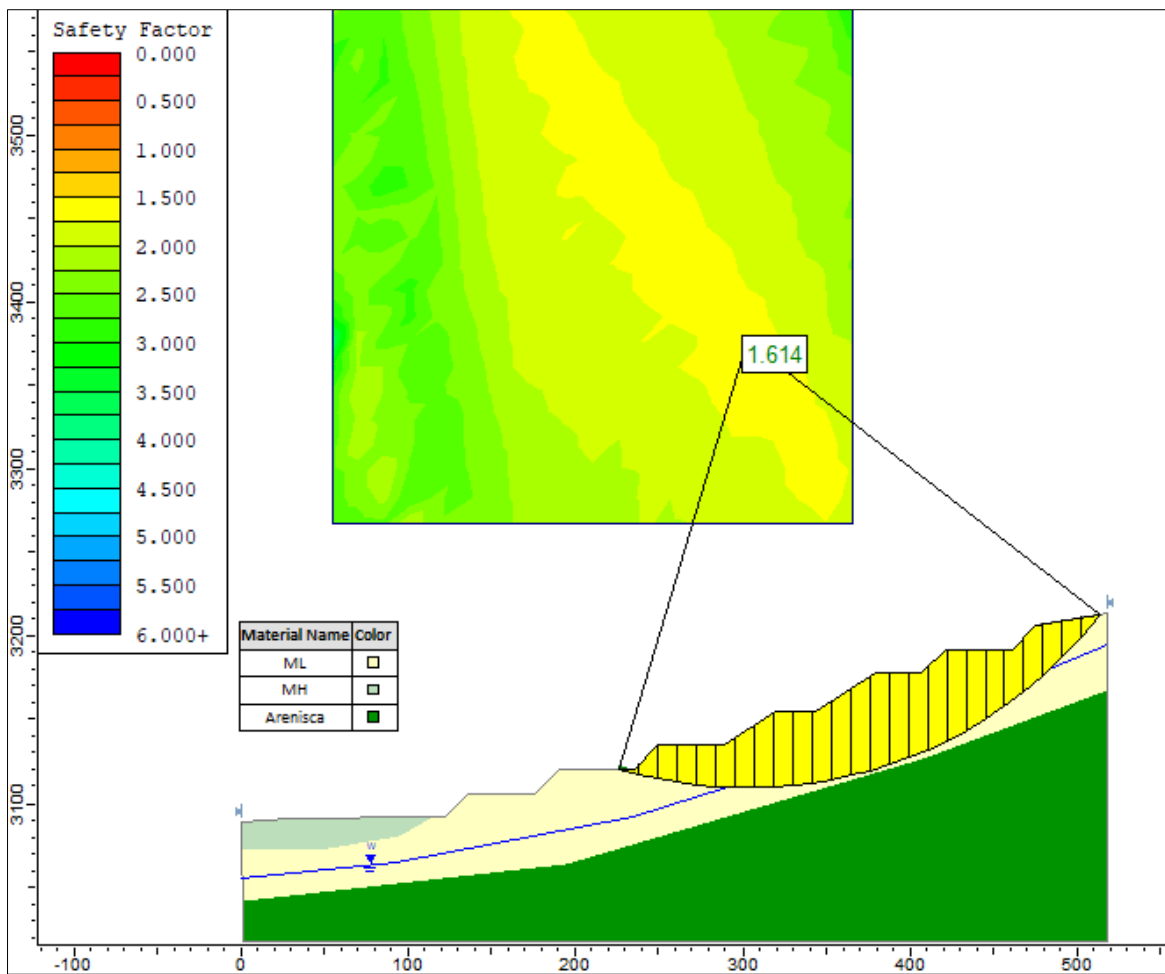


Figura 48. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Morgenster - Price, en la que se aprecia que el talud es estable con un Factor de seguridad de 1.614 en condiciones pseudo estáticas.

3.6.2 Condiciones pseudo estáticas

método de Spencer

En la siguiente figura se realiza el análisis de factor de seguridad al realizar el cambio de geometría del talud, mediante el método de Spencer, en condiciones pseudo estáticas, con un coeficiente de sismicidad de 0.2589.

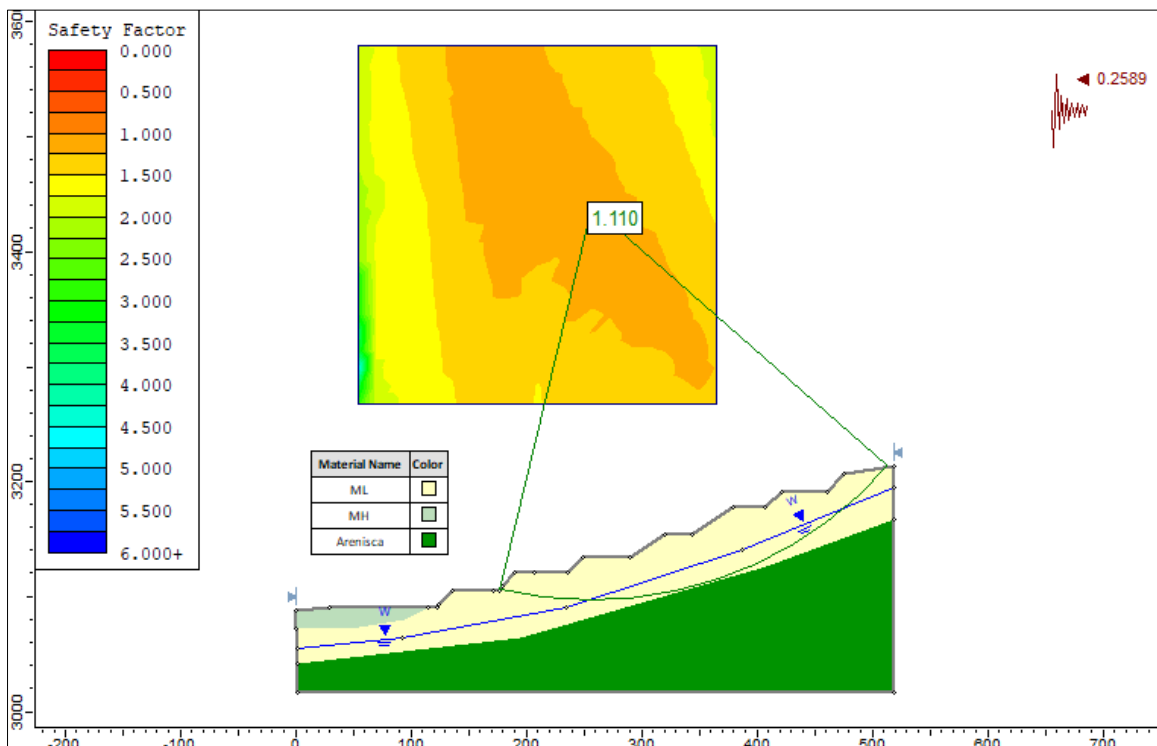


Figura 49. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Spencer, en la que se aprecia que el talud estable con un Factor de seguridad de 1.110 para condiciones pseudo estáticas con coeficiente de sismicidad horizontal de 0.2704 y un coeficiente vertical de 0

Método de Morgenster - Price

En la siguiente figura se realiza el análisis de factor de seguridad al realizar el cambio de geometría del talud, mediante el método de Morgenster - Price, en condiciones pseudo estáticas, con un coeficiente de sismicidad de 0.2589.

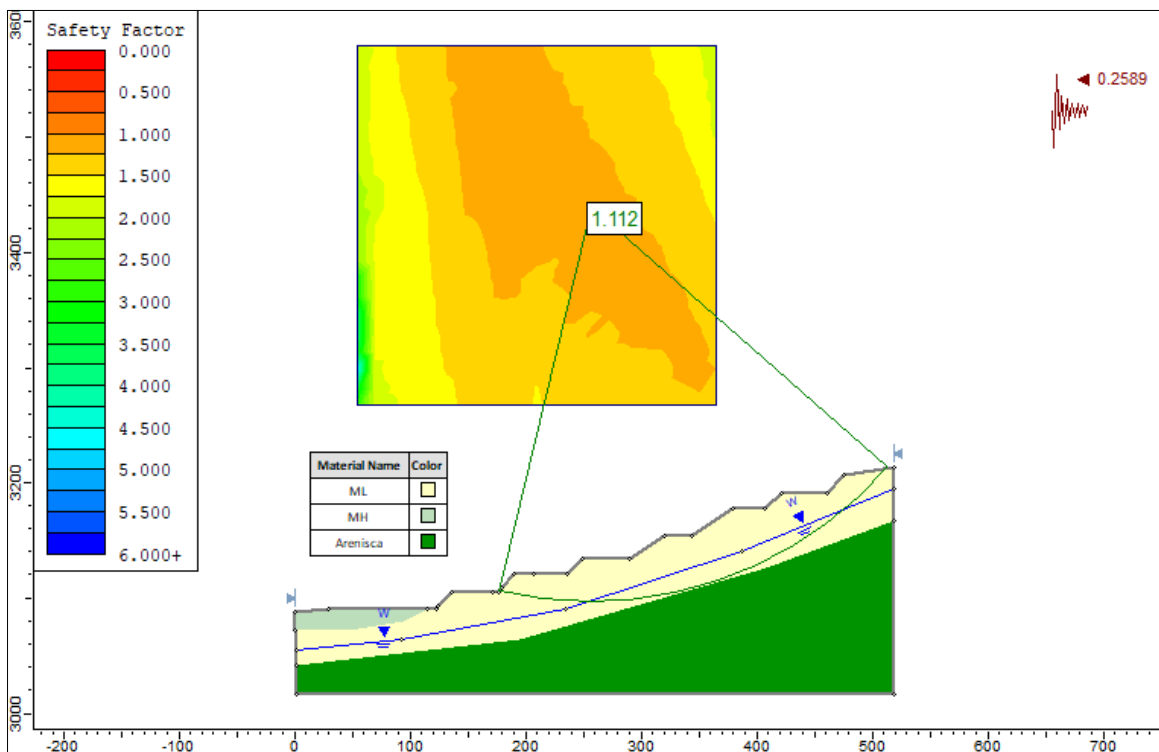


Figura 50. Análisis del Factor de Seguridad por el método de Morgenster - Price, en la que se aprecia que el talud estable con un Factor de seguridad de 1.112 para condiciones pseudo estáticas con coeficiente de sismicidad horizontal de 0.2589 y un coeficiente vertical de 0.

Se procedió con el cambio de geometría con la finalidad de estabilizar el talud con el cual se pudo obtener un Factor de seguridad mayor a 1.5 para las condiciones estáticas y un factor de seguridad mayor a 1.1 en las condiciones Pseudoestáticas, evitando así posibles futuros deslizamientos debido a los factores desencadenantes presentes en el área de estudio.

3.7 Propuesta de medidas de estabilidad y mitigación

3.7.1 Zanjas de coronación y zanjas perimetrales

La propuesta de estabilización que se plantea en el siguiente diseño, consiste en la apertura de una zanja de coronación que sean totalmente impermeabilizadas ubicadas partes altas del talud, que unan a dos zanjas perimetrales que se ubicaran a cada lado del deslizamiento con la finalidad de interceptar y conducir adecuadamente las aguas de las lluvias, evitando su paso por la zona inestable del deslizamiento. Es necesario mencionar que dichas zanjas deben proveerse de una suficiente pendiente para garantizar un rápido drenaje del agua.

3.7.2 Canales colectores en forma de espina de pescado

Con la finalidad de minimizar la infiltración del agua dentro del deslizamiento del talud es necesario construir canales colectores en espina de pescado, las cuales conducirán las aguas colectadas de las banquetas después de haberse hecho el cambio de geometría a una vía más directa aguas abajo fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas a la quebrada Tual. Dichos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la infiltración de las aguas dentro de la zona inestable.

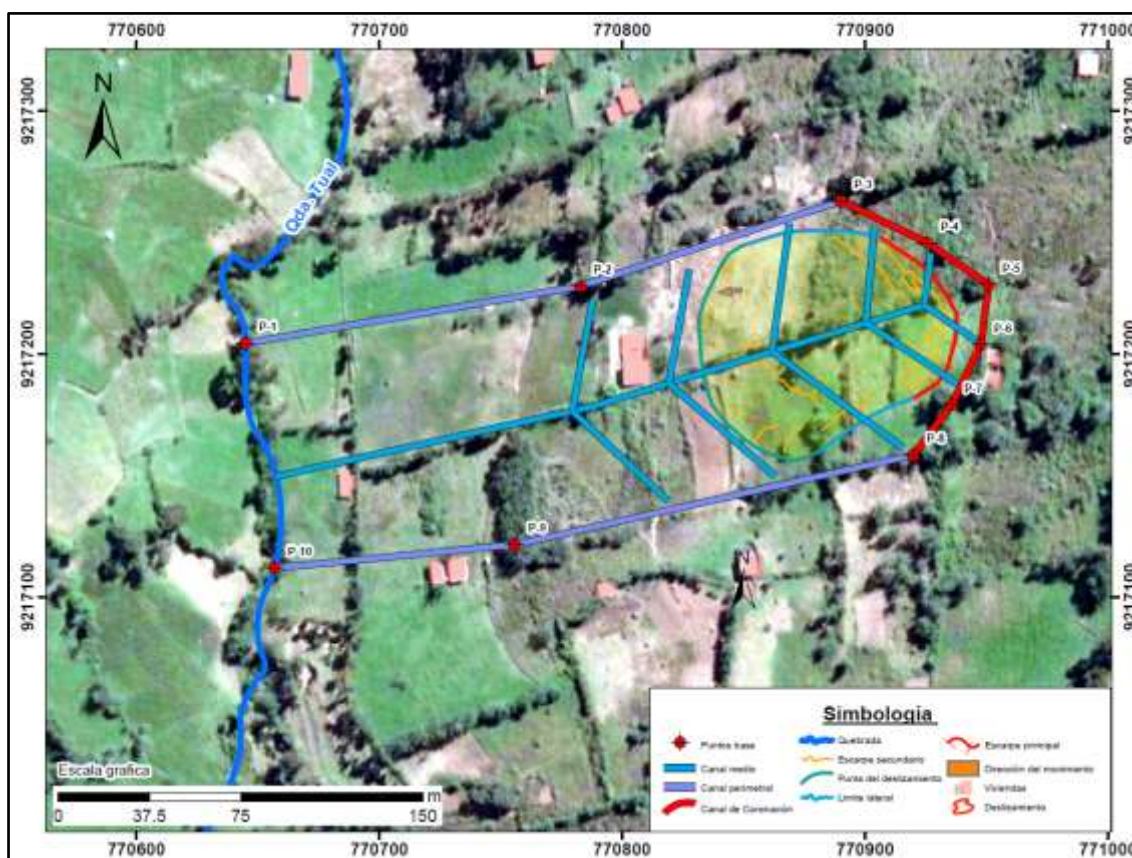


Figura 51. Medidas de control y mitigación.

Fuente: Propia.

Tabla 34. Puntos referenciales para el canal de coronación y perimetral.

Punto base	Este	Norte	Atributo
P1	770638.47	9217205.31	Canal perimetral
P2	770787.12	9217222.65	Canal perimetral
P3	770901.98	9217241.33	Canal perimetral
P4	770927.45	9217229.27	Canal de coronación
P5	770935.11	9217199.84	Canal de coronación
P6	770937.64	9217178.71	Canal de coronación
P7	770933.21	9217163.52	Canal de coronación
P8	770923.54	9217153.84	Canal de coronación
P9	770745.35	9217115.65	Canal perimetral
P10	770657.19	9217130.72	Canal perimetral

Fuente: Propia

3.4.5 Diseño de estabilidad con cambio de geometría

En el área de estudio se propone realizar el cambio de geometría del talud en forma de banquetas de acuerdo a las características geométricas del deslizamiento, estas estarían conectados a la red de canales de tipo espina de pescado, de esta manera se disminuirá los esfuerzos que causan la inestabilidad. A si mismo es necesario el plantío de árboles por la capacidad que tienen en detener las partículas del suelo disminuyendo susceptibilidad a la erosión ya que sus raíces refuerzan el suelo, aumentando resistencia al cortante, tal como se aprecia en la siguiente figura.

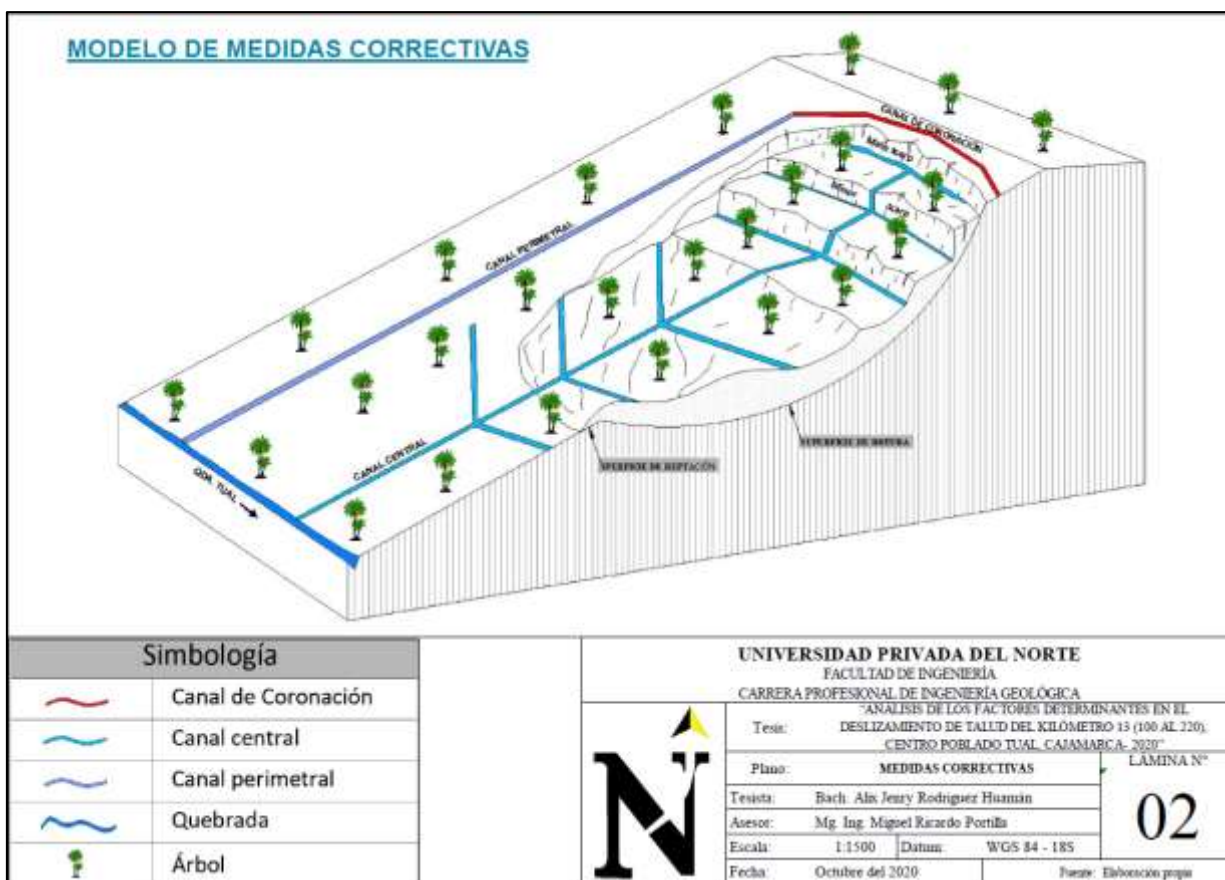


Figura 52. Propuesta de estabilidad y mitigación.

Fuente: Propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

A partir de los resultados presentados con relación al análisis de los factores determinantes que influye en la inestabilidad del deslizamiento de talud del kilómetro 14(100 al 220), Centro Poblado Tual se dice que las constantes precipitaciones, la variada geología, geomorfología, y las pendientes pronunciadas en épocas más lluviosas, son los principales factores determinantes siendo la unión de estos factores los que han causado la inestabilidad, permitiendo la saturación del terreno y el posterior colapso del suelo ya que se encuentran poco cohesionado. Es así que propiedades físicas y mecánicas han permitido que se produzca el deslizamiento de talud. De esta manera se comprueba y se acepta la hipótesis planteada inicialmente. Frente a ello se ha propuesto un diseño de medidas de estabilidad con cambio de geometría, así como la realización de una zanja de coronación, canales perimetrales y realizar una red de canales de tipo espina de pescado dentro del área del deslizamiento de acuerdo a las características morfológicas que permitirá mitigar y controlar la inestabilidad del deslizamiento.

Los resultados presentados en esta investigación son producto de un análisis geotécnico, geomorfológico, topográfico en base a los trabajos de campo y ensayos del laboratorio. Se deduce que la corona del deslizamiento se compone de arcillas inorgánicas de alta plasticidad, por otro lado, en el cuerpo del deslizamiento predominan los limos de baja plasticidad, de igual forma la base del movimiento de masa se caracteriza por presentar limos inorgánicos de baja plasticidad. Estos resultados nos muestran que el material que lo compone el talud no se encuentra muy cohesionados debido a que tiene un alto ángulo de fricción donde las partículas tienden

a separarse al momento de saturarse producto de la infiltración de agua. Permitiendo que se deslice constantemente durante las precipitaciones durante las épocas bien marcadas del año.

Saavedra, 2018 en la tesis analizó los deslizamientos de laderas en roca en el Cajón del Maipo a través de modelamiento 3d, Utilizando el software Riscan Pro, Concluyo que el deslizamiento de roca de Cerro Catedral pudo haber sido gatillado por uno o más eventos sísmicos, donde, la exposición a condiciones atmosféricas como lluvias, hielo y deshielo puede haber sido condicionante, además de degradar las propiedades físicas y mecánicas de las rocas. De acuerdo al análisis del fator de seguridad la zona presenta un coeficiente de sismicidad de 0.2589, en condiciones pseudoestáticas presenta un factor de seguridad menor a , así como en condiciones estáticas el cual se considera un talud no es estable.

Sambrano G. (2017). Evaluación del peligro de deslizamiento de suelos de la residencial magisterial de la ciudad de Chachapoyas. Considerando como factores potenciales a la geomorfología, geología, topografía, precipitaciones, cobertura vegetal y el uso actual del suelo. Esta información se puede corroborar de acuerdo a lo observado en campo del área de interés. Cabe indicar que la zona de deslizamiento se encuentra cubierto de pastos y de algunos árboles grandes siendo arbustos los más abundantes los cuales no tienen raíz profunda por lo cual no aportan una resistencia cohesiva significativa para contrarrestar el movimiento de masa. La geomorfología de la zona es relativamente variada, así como la topografía del lugar que va desde algunas planicies, pendientes moderas o lomadas y hasta pendientes pronunciadas denominados escarpes. La limitación que se tuvo para la presente investigación es que no se pudo realizar ensayos geofísicos por su elevado costo.

Por último, se recomienda realizar estudios complementarios geofísicos específicamente sondajes eléctricos verticales, con la finalidad de identificar la profundidad exacta del espesor de la masa inestable, así como del nivel freático. Con esto se realizarían drenajes subterráneos para evacuar el agua proveniente del sub suelo, Así mismo es recomendable realizar un ensayo de Proctor para determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco del suelo. Finalmente se sugiere, mantener un monitoreo y control constante del deslizamiento del talud y de las precipitaciones.

4.2 Conclusiones

En la presente investigación se logró realizar el análisis los factores determinantes, siendo los factores evaluados la geología, geomorfología, pendiente, precipitaciones los que permitieron que se desarrollase la inestabilidad del talud permitiendo que el agua proveniente de las lluvias logre la saturación del suelo generando que las partículas tiendan a separarse por el hecho de encontrarse poco cohesionadas provocado la inestabilidad del talud, dando paso al deslizamiento.

las características físicas y mecánicas del tipo de suelo en el que se emplaza el deslizamiento, a través del análisis de mecánica de suelos con las muestras extraídas de las tres calicatas realizadas en la zona de interés, para que de esta manera sean clasificadas de acuerdo al método S.U.C.S. llegando a concluir que los suelos están constituidos por arcilla de alta y baja plasticidad de color marrón, limos de baja plasticidad de color gris claro. Los mismo que se encuentran intercalados un 3% a 7% en promedio de arena gruesa a fina un 93% de partículas menores que 0.075mm, exento de grava.

Se realizó el cálculo del factor de seguridad en condiciones estático y Pseudo-estático, a través de los métodos: Spencer, Morgenster – Price, Spencer, mediante el software slide V6.0. determinado que el talud tiene un fallamiento de tipo planar con un $FS = 0.930$, concluyendo que el talud es inestable.

Por último, en la presente investigación se estableció medidas de estabilidad, planteado un cambio de geometría modificando la superficie del talud, para lograr un equilibrio de masas para reducir las fuerzas que produce el movimiento y aumente la longitud del cirulo critico de falla, obteniendo así un factor de seguridad en condiciones estáticas $FS= 1.610$ y en condiciones pseudo estáticas $FS= 1.614$. lo que indica que el talud será estable. Por otro lado, se plantea realizar una zanja de coronación previamente estabilizada que conecten a las zanjas perimetrales y canales en forma de espina de pescado que servirían como recolectores del agua dentro del deslizamiento para mantener un talud estable.

REFERENCIAS

- Arteaga Fernández, N. M. (2017). *Análisis geológico - geotécnico en los taludes de la carretera Choropampa - Magdalena*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Bobrowsky , P., & Highland, L. (2008). *Manual de derrumbes. Guía para entender todo sobre los derrumbes*. Reston, Virginia: Reston.
- Bonilla, M. J., & Cunalata , P. A. (2018). *Análisis de los Factores de Susceptibilidad ante Deslizamientos en la vía Guaranda-San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Durante el Período 2017*. GUARANDA - ECUADOR: Universidad Estatal de Bolívar.
- Carbajal Postillon, L. V. (2012). *Riesgo de deslizamientos ocasionados por las precipitaciones en la microcuenca Comas, Concepción- Junín*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Cenepred. (2020). *Escenarios de riesgo ante la temporada de lluvias 2019-2020* . Lima: Cenepred.
- Chiroque Herrera, C. A. (2016). *Caracterización geodinámica y modelamiento del deslizamiento-flujo Yanacolpa en el distrito de Parobamba, Provincia de Pomabamba, Región Ancash*. Piura: Universidad Nacional de Piura.
- COEN. (2020). *Boletín informativo de emergencias N° 1702*. Lima: COEN.
- Corina Pineda, M., Elizalde, G., & Vil, J. (2011). *Determinación de áreas susceptibles a deslizamientos en un sector de la Cordillera de la costa Central de Venezuela*. *Interciencia*, 370-377.
- Das, B. M. (2014). *Fundamentos de la ingeniería geotécnica*. México: Cengage learning.
- García , F. I. (2016). *Factores geológicos-geotécnicos que controlan los deslizamientos inducidos por terremotos en zonas de alta y media actividad sísmica: caso de El Salvador*. España: Universidad Complutense de Madrid.
- Gomes Morales, G. F. (2018). *Análisis de riesgos por inestabilidad de taludes en la subcuenca Río Canipaco, tramo Distrito de Colca Provincia de Huancayo Departamento de Junín*. Lima- Perú: Universidad Nacional Federico Villa Real.

Hernandez , C. C. (2012). Metodología de la investigación. Mexico: Ed Mc GRAW Hill. Pg. 58.

Rodríguez Cruzado, R., & Tolentino Iparraguirre, V. (2015). *Método de investigación geológico-geotécnico para el análisis de inestabilidad de laderas por deslizamientos zona Ronquillo-Corisorgona Cajamarca-Perú*. Rev. Del Instituto De Investigación Iigeo, Figmmg-Unmsm, 168-164.

Saavedra Arroyo, G. (2018). *Análisis de deslizamientos de laderas en roca en el Cajón del Maipo a través de modelamiento 3D*. Chile: Universidad de Chile.

Sambrano Goicochea, A. (2017). *Evaluación del peligro de deslizamiento de suelos de la residencial magisterial de la Ciudad de Chachapoyas*. Chachapoyas- Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Suarez Días, J. (2009). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga, Colombia*: Ingeniería de Suelos Ltda.

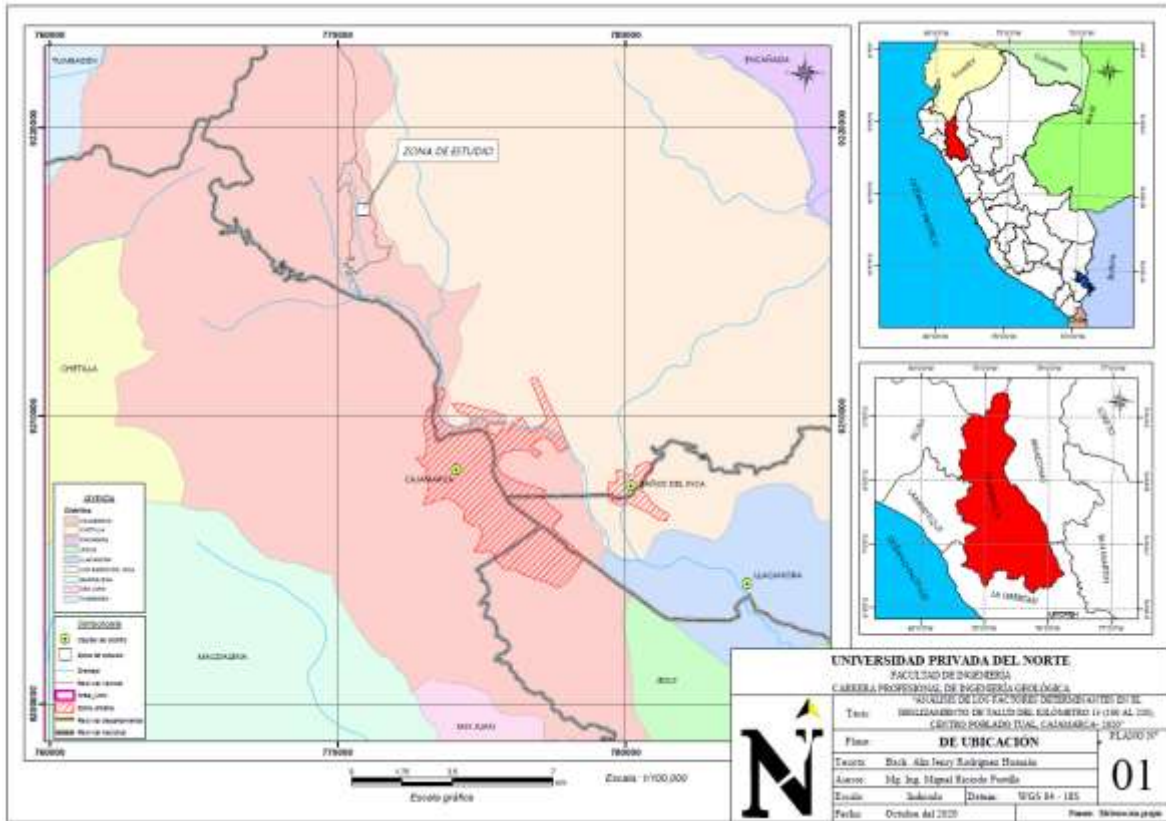
Tardeo de La Cruz, C. A., & Zanabria, P. E. (2016). *Análisis dinámico de estabilidad de taludes por elementos finitos en la zona de Huayllapampa del Distrito de Cuenca – Huancavelica*. Lircay- Perú : Universidad nacional de Huancavelica.

Torres Tafur, J. B. (2019). *Riesgo geotécnico de deslizamiento en los taludes del terreno del colegio “San Carlos” - Bambamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

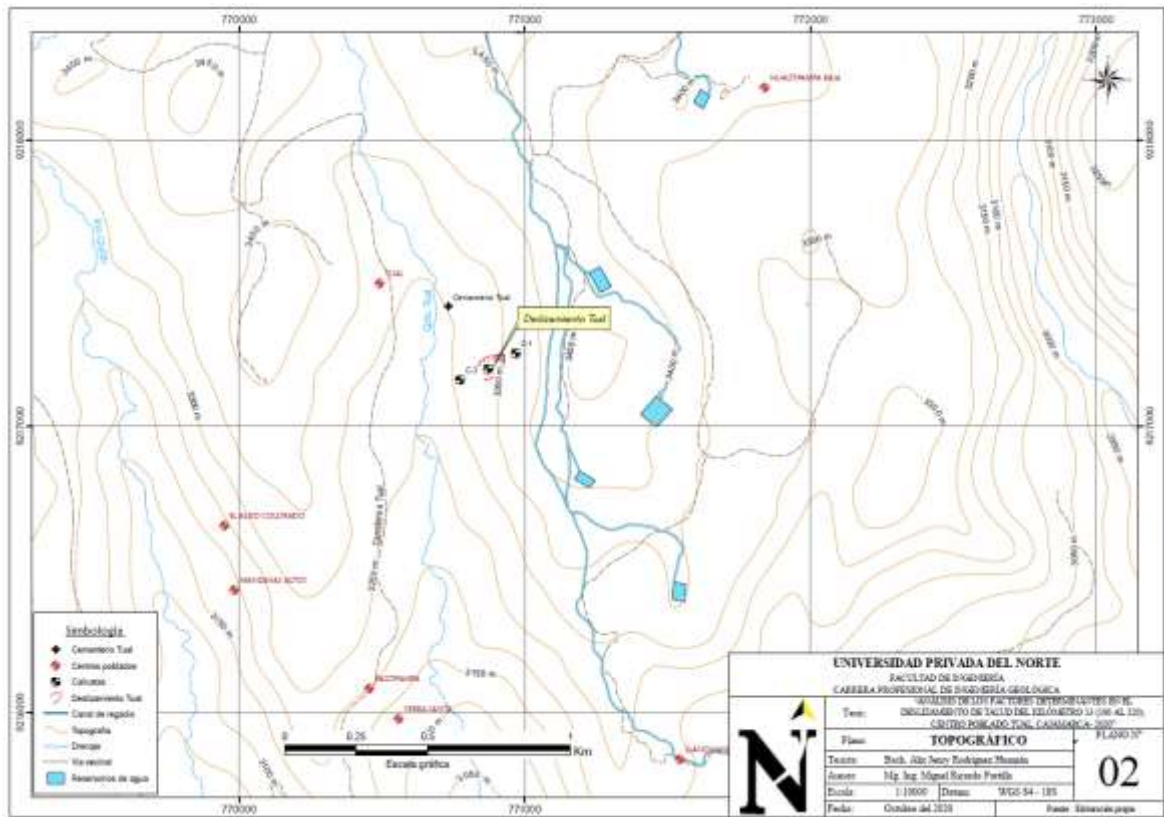
Torres Tafur, J. B. (2019). *Riesgo geotécnico de deslizamiento en los taludes del terreno del colegio “San Carlos” - Bambamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

ANEXOS

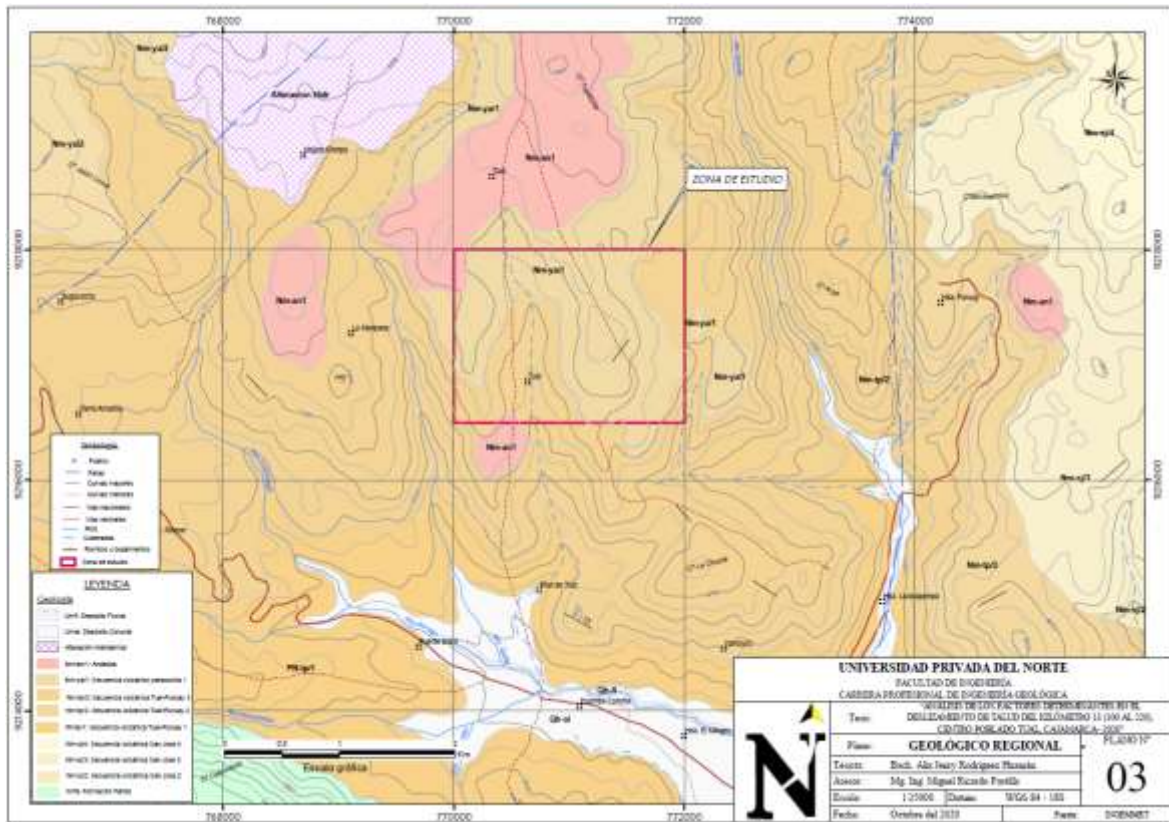
ANEXO 01- Plano de ubicación



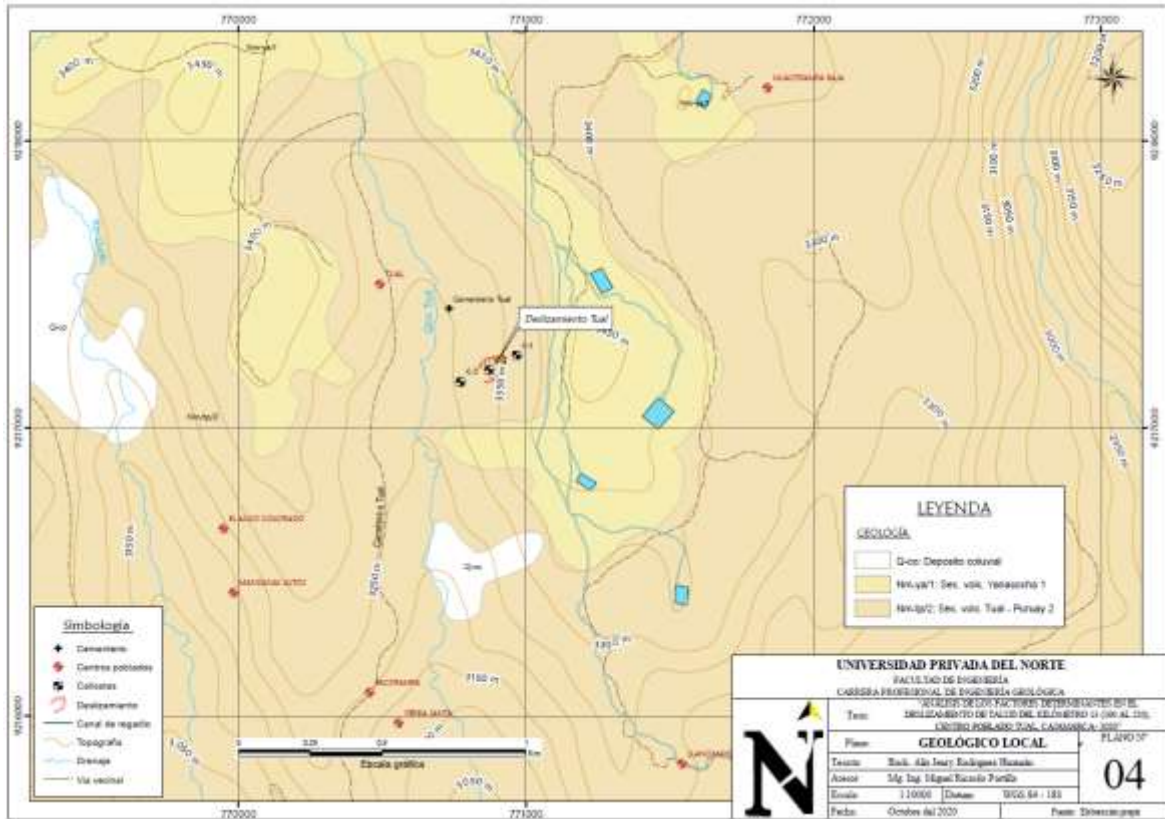
ANEXO 02 – Plano topográfico



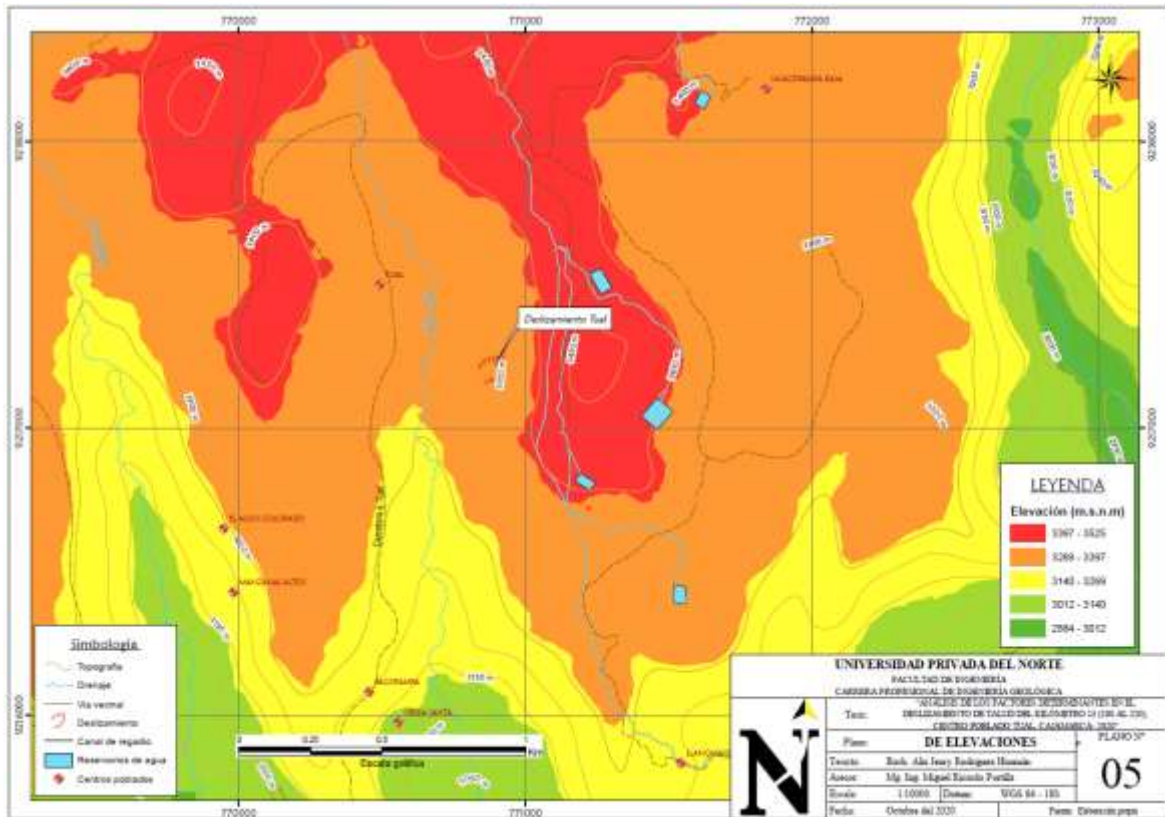
ANEXO 04 – Plano geológico regional



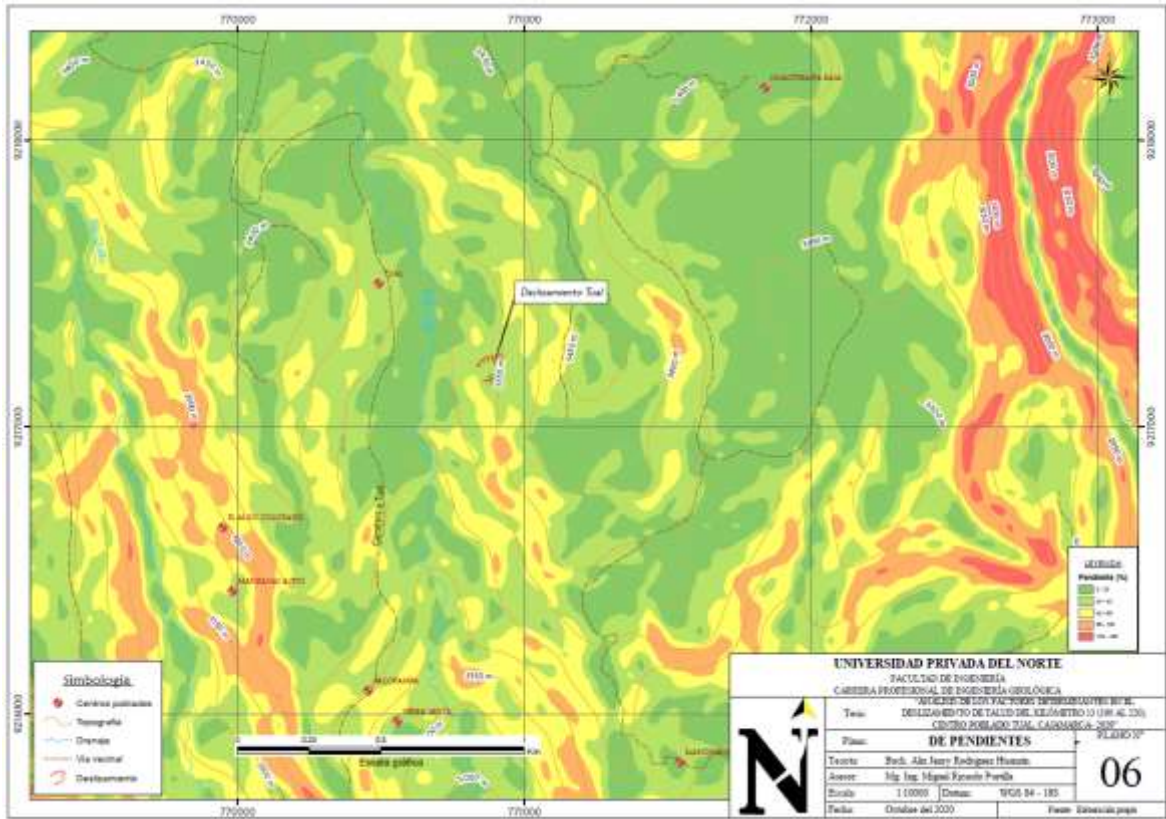
ANEXO 05 – Plano geológico local.



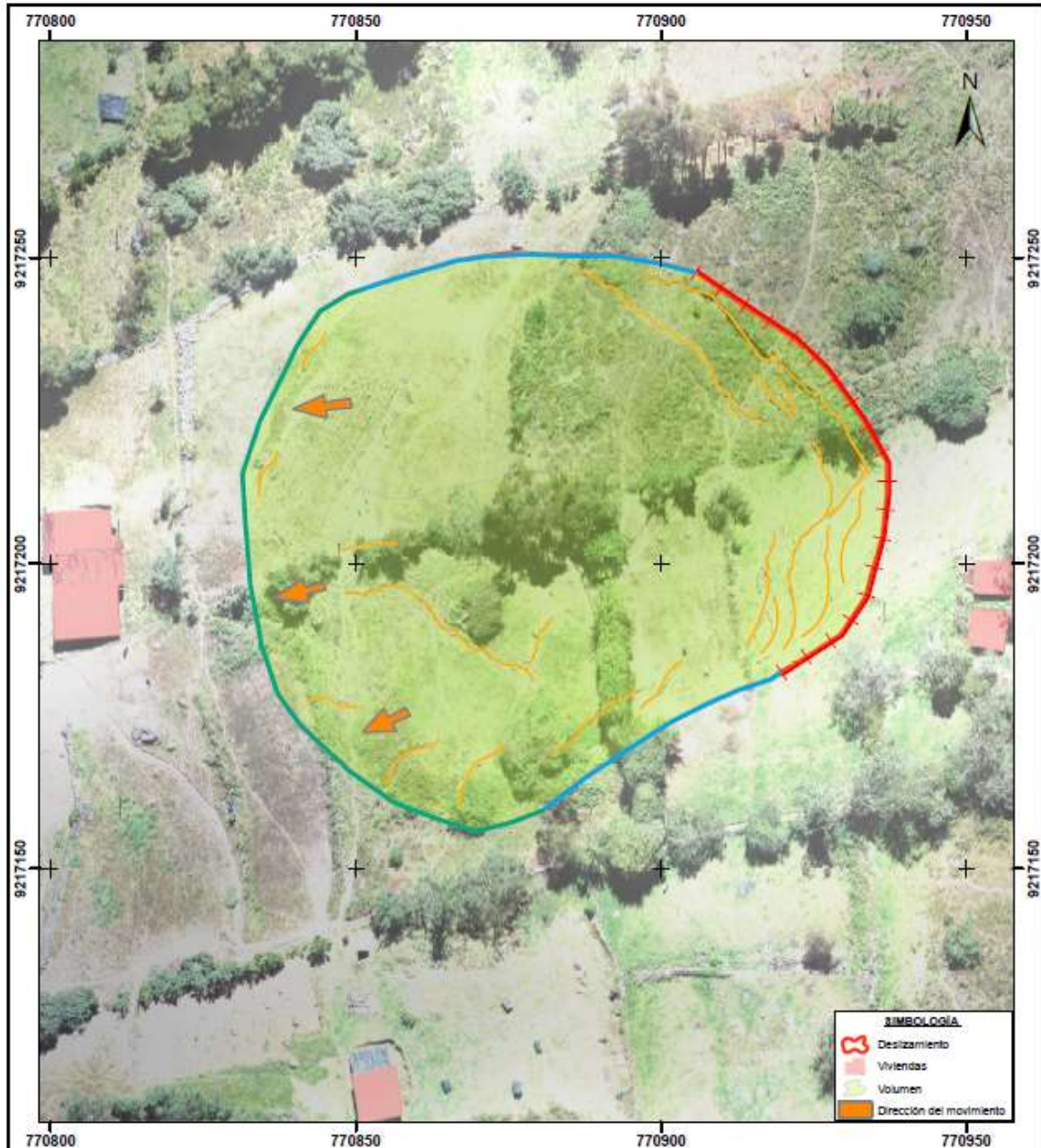
ANEXO 05 – Plano de elevaciones.



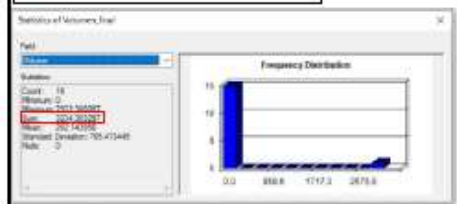
ANEXO 05 – Plano de pendientes.



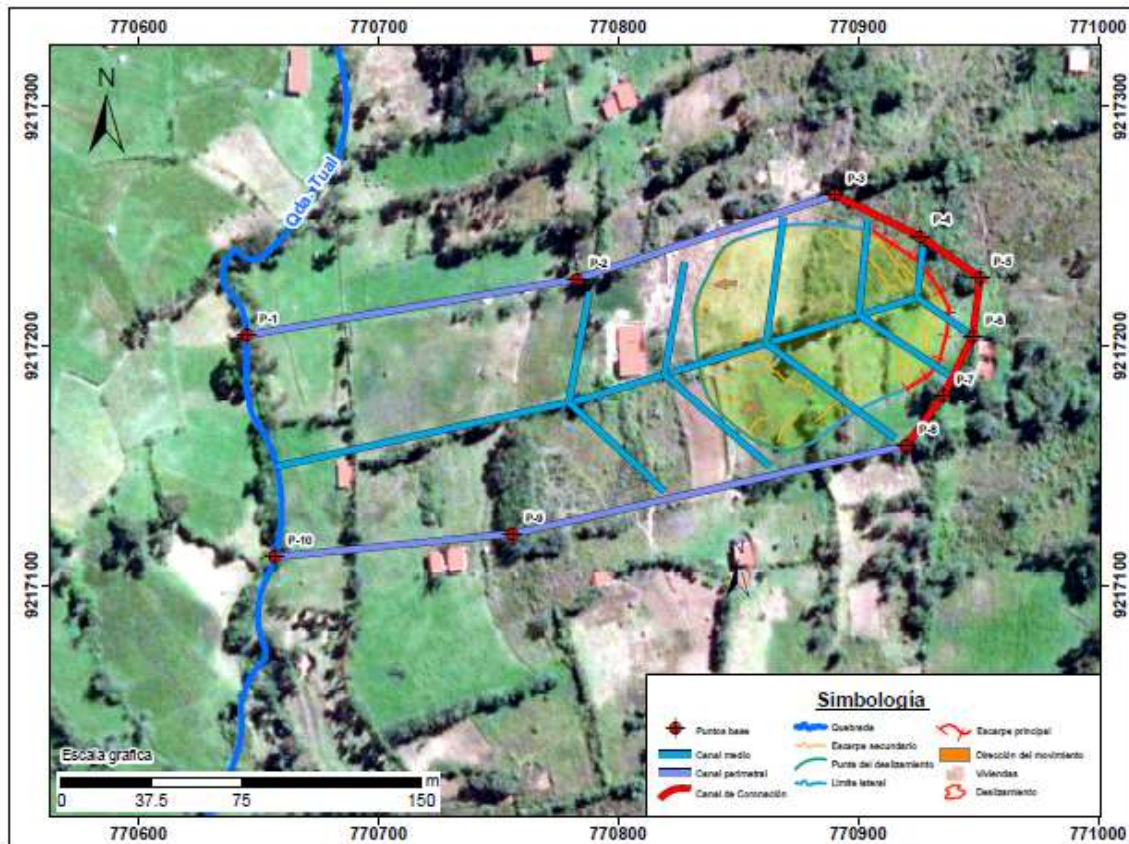
ANEXO 06 – Plano cálculo de volumen y desplazamiento.



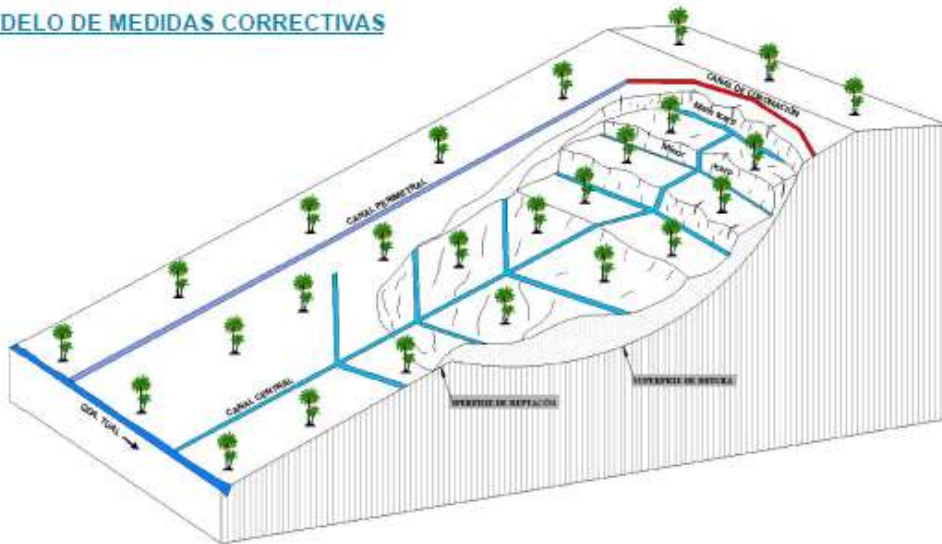
PARTES DEL DESLIZAMIENTO 		ESCALA GRAFICA 																			
<table border="1"> <tr> <td>Área</td> <td>7415.99 m²</td> </tr> <tr> <td>Volumen</td> <td>3224.30 tm</td> </tr> </table>		Área	7415.99 m ²	Volumen	3224.30 tm	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Tesis: ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILOMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020* </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Plano: CÁLCULO DE VOLUMEN DE DESLIZAMIENTO LÁMINA N° </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Tesis: Bach. Alix Jenry Rodríguez Huamán </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Asesor: Mg. Ing. Miguel Ricardo Portilla </td> </tr> <tr> <td> Escala: 1:870 </td> <td> Datum: WGS 84 - 185 </td> </tr> <tr> <td> Fecha: Octubre del 2020 </td> <td> Fuente: Elaboración propia </td> </tr> </table>		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		Tesis: ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILOMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020*		Plano: CÁLCULO DE VOLUMEN DE DESLIZAMIENTO LÁMINA N°		Tesis: Bach. Alix Jenry Rodríguez Huamán		Asesor: Mg. Ing. Miguel Ricardo Portilla		Escala: 1:870	Datum: WGS 84 - 185	Fecha: Octubre del 2020	Fuente: Elaboración propia
Área	7415.99 m ²																				
Volumen	3224.30 tm																				
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA																					
Tesis: ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILOMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020*																					
Plano: CÁLCULO DE VOLUMEN DE DESLIZAMIENTO LÁMINA N°																					
Tesis: Bach. Alix Jenry Rodríguez Huamán																					
Asesor: Mg. Ing. Miguel Ricardo Portilla																					
Escala: 1:870	Datum: WGS 84 - 185																				
Fecha: Octubre del 2020	Fuente: Elaboración propia																				



ANEXO 06 – Plano de medidas correctivas



MODELO DE MEDIDAS CORRECTIVAS



Simbología	
	Canal de Coronación
	Canal central
	Canal perimetral
	Quebrada
	Árbol

	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA	
	Tesis: ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 14 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020*	
	Plano: MEDIDAS CORRECTIVAS	
	Tesis: Bach. Alix Jenry Rodríguez Huamán Asesor: Mg. Ing. Miguel Ricardo Fortilla	
	Escala: 1:1500 Datum: WGS 84 - 18S	
Fecha: Octubre del 2020		LÁMINA N° 02
Fuente: Elaboración propia		

ANEXO 06 – Instrumento de recolección de datos y validación de instrumentos

FICHA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA- PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
PROYECTO:						
RESPONSABLE						
UBICACIÓN:		PROFUNDIDAD		COORDENADAS		FECHA DE MUESTREO
CALICATA:		FREÁTICO				ESTE
MUESTRA:						NORTE
Profundidad (m)	Muestra	DESCRIPCIÓN	Nivel freático	Clasificación		Observaciones Adicionales
				Símbolo	Símbolo Gráfico	
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						
3.10						
3.20						
3.30						
3.40						
3.50						
OBSERVACIONES:					RESPONSABLE:	

ANEXO: JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

a) Título de la tesis:

“Análisis de los factores determinantes en el deslizamiento de talud del kilómetro 14 (100 al 220), Centro Poblado Tual, Cajamarca- 2020”

b) Autor de la tesis:

Rodríguez Huamán, Alix Jenry

c) Apellidos y nombres del experto:

Vera Sánchez José Wilson

d) Institución donde labora

SM&W Investigaciones Geológico Geotécnico S.R.L

e) Cargo que ejerce y grado:

**Supervisor de Perforación Diamantina
Ing. Geólogo**

f) Nombre del instrumento que se va a validar:

Ficha de Exploración Geotécnica

Ficha General de los Factores Determinantes

a. Aspectos a validar

INDICADORES	CRITERIOS	MUY BAJA		BAJA		REGULAR		BUENA		MUY BUENA	
		0	11	21	31	41	51	61	71	81	91
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
CLARIDAD	Lenguaje apropiado										x
OBJETIVIDAD	Expresado con conductas expresables										x
ACTUALIDAD	Avance de la investigación								x		
ORGANIZACIÓN	Orden lógico en los ítems										x
SUFICIENCIA	Cantidad y calidad										x
INTENCIONALIDAD	Cumple objetivos trazados										x
CONSISTENCIA	Suficiente bibliografía								x		
COHERENCIA	Entre hipótesis, dimensiones e indicadores								x		
METODOLOGIA	Cumple los lineamientos metodológicos										x
PERTINENCIA	Asertivo y funcional										x

b. Opinión de aplicabilidad:

El formato es adecuado y aplicable para el tipo de investigación a realizar.

.....

.....

.....

c. Promedio de valoración:

Muy bueno



FIRMA DEL EXPERTO
DNI:44858292

ANEXO: JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

a) Título de la tesis:

“Análisis de los factores determinantes en el deslizamiento de talud del kilómetro 14 (100 al 220), Centro Poblado Tual, Cajamarca-2020”

b) Autor de la tesis:

Rodríguez Huamán, Alix Jenny

c) Apellidos y nombres del experto:

Miguel Ricardo Portilla Castañeda

.....

...

d) Institución donde labora

Universidad Privada del Norte

e) Cargo que ejerce y grado:

Docente Tiempo Parcial – Magister en Gestión Pública

f) Nombre del instrumento que se va a validar:

Ficha de Exploración Geotécnica

Ficha General de los Factores Determinantes

a. Aspectos a validar

INDICADORES	CRITERIOS	MUY BAJA		BAJA		REGULAR		BUENA		MUY BUENA	
		0	11	21	31	41	51	61	71	81	91
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
CLARIDAD	Lenguaje apropiado									x	
OBJETIVIDAD	Expresado con conductas expresables									x	
ACTUALIDAD	Avance de la investigación									x	
ORGANIZACIÓN	Orden lógico en los ítems									x	
SUFICIENCIA	Cantidad y calidad									x	
INTENCIONALIDAD	Cumple objetivos trazados										x
CONSISTENCIA	Suficiente bibliografía									x	
COHERENCIA	Entre hipótesis, dimensiones e indicadores									x	
METODOLOGIA	Cumple los lineamientos metodológicos										x
PERTINENCIA	Asertivo y funcional									x	

b. Opinión de aplicabilidad:

Los instrumentos son aplicables para estudios de exploración ~~Geotécnica~~ y para los Factores Determinantes

c. Promedio de valoración:

88 – Muy Buena



FIRMA DEL EXPERTO
DNI: 45209190

ANEXO: JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

a) Título de la tesis:

“Análisis de los factores determinantes en el deslizamiento de talud del kilómetro 14 (100 al 220), Centro Poblado ~~Tual~~, Cajamarca- 2020”

b) Autor de la tesis:

Rodríguez Huamán, Alix ~~Jenny~~

c) Apellidos y nombres del experto:

MANYA CARUAJULCA JHONY ISAIAS

d) Institución donde labora

WSP PERÚ

e) Cargo que ejerce y grado:

INGENIERO GEÓLOGO

f) Nombre del instrumento que se va a validar:

Ficha de Exploración Geotécnica

Ficha General de los Factores Determinantes

a. Aspectos a validar


INDICADORES	CRITERIOS	MUY BAJA		BAJA		REGULAR		BUENA		MUY BUENA	
		0	11	21	31	41	51	61	71	81	91
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
CLARIDAD	Lenguaje apropiado								x		
OBJETIVIDAD	Expresado con conductas expresables									x	
ACTUALIDAD	Avance de la investigación										x
ORGANIZACIÓN	Orden lógico en los ítems									x	
SUFICIENCIA	Cantidad y calidad									x	
INTENCIONALIDAD	Cumple objetivos trazados										x
CONSISTENCIA	Suficiente bibliografía									x	
COHERENCIA	Entre hipótesis, dimensiones e indicadores									x	
METODOLOGIA	Cumple los lineamientos metodológicos										x
PERTINENCIA	Asertivo y funcional									x	

b. Opinión de aplicabilidad:

Los instrumentos son aplicables, recomendando considerar una leyenda.

c. Promedio de valoración:

80 – Buena



FIRMA DEL EXPERTO
DNI: 47569864

ANEXO 7. Resultados del laboratorio

	"ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILOMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020"				QI-EMS- 008-06-20
					Fecha: 08/06/2020
CONTENIDO DE HUMEDAD A.S.T.M. D 2210 / A.A.S.H.T.O. T 265					
TEBISTA: UBICACIÓN: CALICATA: MUESTRA:	BACH. RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA C - 1 N - 1				
	FECHA DE ENSAYO: 08/06/2020	COORDENADAS ESTE: 770367.00	NORTE: 8217263.00		
	PROFUNDIDAD: DE 0.00M A 1.00M				

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TEMPERATURA DE SECADO	100° C		
TARA Nº	B-1	C-3	C-4
Peso de la tara + Muestra Húmeda (g)	2482.88	2884.99	2869.89
Peso de la tara + Muestra Seca (g)	1883.88	2087.06	2013.99
Peso del agua (g)	597.00	897.93	855.90
Peso de la tara (g)	398.88	383.88	284.89
Peso de la muestra seca (g)	1500.00	1703.20	1939.40
Contenido de humedad total (%)	39.86%	56.05%	54.73%
contenido de humedad Promedio (%)	56.19%		

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Davis Frank Velásquez Hilario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 195303

	"ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020"				GI-ENS- 009-06-20
					Fecha: 09/08/2020
CONTENIDO DE HUMEDAD A.S.T.M. D 2216 / A.A.S.H.T.O. T 265					
TECISTA:	BACH. RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry				
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA				
CALCATA:	C - 1	FECHA DE ENSAYO:	08/06/2020	COORDENADAS	ESTE: 770607.00
MUESTRA:	M - 2	PROFUNDIDAD:	DE 1.00M. A 3.00M.		NORTE: 9217255.00

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TEMPERATURA DE SECADO	110° C		
TARA N°	S-8	C-12	S-17
Peso de la tara + Muestra Húmeda (g)	4894.89	3879.88	3679.88
Peso de la tara + Muestra Seca (g)	3244.89	2837.88	2691.88
Peso del agua (g)	1650.00	1141.00	1048.00
Peso de la tara (g)	358.88	357.18	358.58
Peso de la muestra seca (g)	2886.00	2479.88	2333.30
Contenido de humedad total (%)	48.78%	48.91%	48.05%
Promedio de contenido de humedad (%)	48.58%		

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Davis Frank Velásquez Hilario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 195303

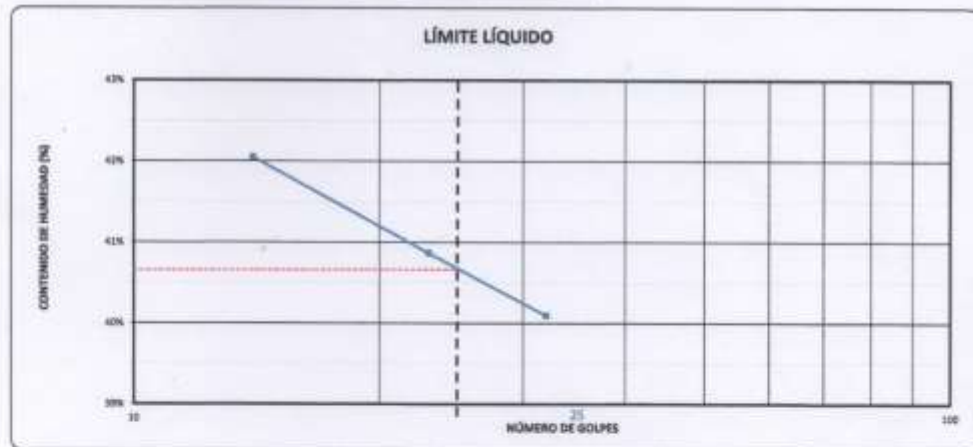
		"ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020"			GI-EMS-009-08-20 Fecha: 09/08/2020	
LÍMITES DE ATTERBERG A.S.T.M. D 4318 / A.A.S.H.T.O. T 89						
TESISTA: BACH, RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry						
UBICACIÓN: CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA						
CALICATA: C - 1	FECHA DE ENSAYO: 08/08/2020	COORDENADAS		ESTE: 77087.00		
MUESTRA: M - 1	PROFUNDIDAD: DE 0.60M. A 1.80M.			NORTE: 9217263.00		

LÍMITE LÍQUIDO			
TARA Nº	T-12	T-17	T-14
Peso de la tara+ muestra húmeda (g)	28.88	27.38	24.78
Peso de la tara+ muestra seca (g)	23.14	23.58	20.82
Peso del agua (g)	4.94	4.72	4.29
Peso de la tara (g)	19.63	11.81	9.97
Peso de la muestra seca (g)	11.51	11.55	10.33
Peso total en porcentaje (%)	43.05%	40.97%	48.09%
Nº DE GOLPES	14	25	52

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACIÓN DE MUESTRA	
85°C	115°C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
85°C	115°C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LÍMITE PLÁSTICO			
TARA Nº	T-12	T-18	Prevedo
Peso de la tara+ muestra húmeda (g)	17.33	17.87	
Peso de la tara+ muestra seca (g)	16.18	16.43	
Peso del agua (g)	1.15	1.34	
Peso de la tara (g)	11.31	11.48	
Peso de la muestra seca (g)	4.87	5.17	
Peso total (%)	23.61%	23.98%	23.80%

LÍMITE LÍQUIDO	41.00%
LÍMITE PLÁSTICO	24.00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	17.00%



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Davis Frank Velásquez Hilario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 195303

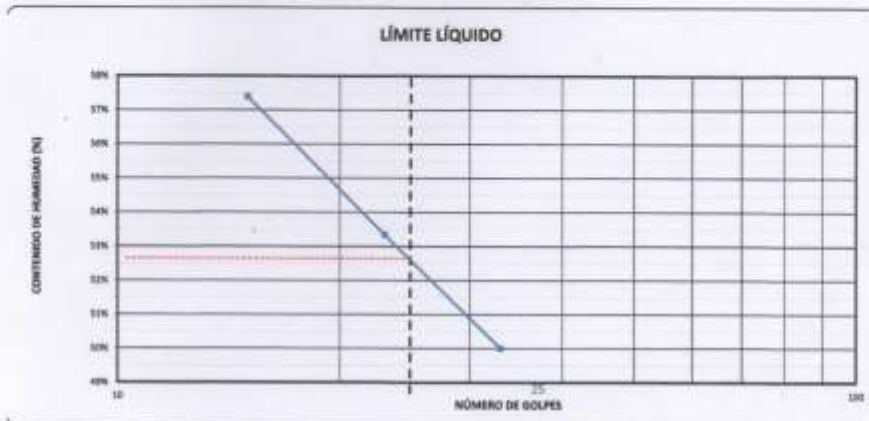
		"ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020"		GI-EMS-009-08-20 Fecha: 09/08/2020	
LÍMITES DE ATTERBERG A.S.T.M. D 4318 / A.A.S.H.T.O. T 89					
TECISTA:		BACH. RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry			
UBICACIÓN:		CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA			
CALIGATA:		C - 1	FECHA DE ENSAYO:	08/08/2020	COORDENADAS
MUESTRA:		M - 2	PROFUNDIDAD:	DE 1.00M. A 3.00M.	ESTE: 771087.00 NORTE: 8217263.00

LÍMITE LÍQUIDO			
TARIFA	0-2	0-3	0-4
Peso de la tara+ muestra húmeda (g)	21.27	29.88	29.02
Peso de la tara+ muestra seca (g)	24.81	24.15	23.87
Peso del agua (g)	6.30	5.51	5.08
Peso de la tara (g)	13.83	13.82	13.87
Peso de la muestra seca (g)	11.08	10.33	10.00
Peso total en porcentaje (%)	57.40%	63.34%	60.33%
N° DE GOLPES	15	25	30


TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACIÓN DE MUESTRA	60°C 110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	60°C 110° C
AQUA USADA	DESTILADA
	POTABLE
	OTRA

LÍMITE PLÁSTICO			
TARIFA	A	B	Plumado
Peso de la tara+ muestra húmeda (g)	20.82	20.55	
Peso de la tara+ muestra seca (g)	18.03	18.00	
Peso del agua (g)	1.40	1.50	
Peso de la tara (g)	13.86	13.82	
Peso de la muestra seca (g)	5.17	5.22	
Peso total (%)	26.82%	26.74%	26.76%

LÍMITE LÍQUIDO	53.00%
LÍMITE PLÁSTICO	26.00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	27.00%



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
F. Veldsquez
 Davis Frank Veldsquez Hilario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 195203


		<p align="center">*ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020*</p>				GI-EMS- 609-08-30 Fecha: 06/06/2020
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.S.T.M. D 422 / A.A.S.H.T.O. T 88						
TEMISTA:	SACH, RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry					
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA					
CALCATA:	C-1	FECHA DE ENSAYO:	06/06/2020	COORDENADAS	ESTE:	770619.00
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	DE 0.60M. A 1.90M.		NORTE:	9217353.00

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL			
TEMPERATURA DE SECADO	110° ±	PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS	
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	206.89	GRAVA (%)	0.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA + N° 4 (g)	200.00	ARENA GRUESA (%)	1.46
PESO TOTAL MUESTRA SECA + N° 4 (g)	0.00	ARENA FINA (%)	4.08
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	201.78	FINOS (%)	93.06

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	Tamaño (mm)	Porcentaje Retenido			Porcentaje Que Pasa
		Parcial	Parcial	Acumulado	
2"	75.20	0.00	0.00	0.00	100.00
3 N°	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	W 0 =	0.00			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA:					
				0.0000	
PESO SECO FRACCIÓN FINA					
N	W	P	Q	R	
N 10	2.00	0.39	0.08	0.08	99.82
N 20	0.85	2.44	0.49	0.57	99.43
N 30	0.60	1.79	0.36	0.62	99.08
N 40	0.40	2.71	0.54	1.46	98.54
N 60	0.25	6.16	1.36	2.81	97.19
N 100	0.15	7.76	1.58	4.37	95.63
N 200	0.08	8.44	1.69	6.00	93.99
Castillo	-	-	-	-	-
TOTAL					


LÍMITES DE CONSISTENCIA A.S.T.M. D 4910 / A.A.S.H.T.O. T 88			
LÍMITE LÍQUIDO:			41.00%
LÍMITE PLÁSTICO:			34.00%
ÍNDICE PLÁSTICO:			17.00%
CLASIFICACIÓN			CL
E.U.C.S.:			




D ₆₀ =	D ₃₀ =	D ₁₀ =
C _u =	C _c =	

OBSERVACIONES:		LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL MÉTODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UNA ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN CLARO, MEZCLADA CON 8.05% DE ARENA GRUESA A FINA Y 93.99% DE PARTÍCULAS MENORES QUE 0.075mm, EXENTO DE GRAVA.
----------------	--	---

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.



Davis Fraix Velásquez Hilario
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 195303

		"ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020"			G-ENS-009-20-20 Fecha: 06/06/2020	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.S.T.M. D 422 / A.A.S.H.T.O. T 88						
TESTISTA:	BACH. RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry					
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA					
CALCATA:	C - 1	FECHA DE ENSAYO:	06/06/2020	COORDENADAS	ESTE:	770918.00
MUESTRA:	M - 2	PROFUNDIDAD:	DE 1.00M A 3.00M		NORTE:	6217283.00

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL		TEMPERATURA DE SECADO		PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS		% TOTAL	
TEMPERATURA DE SECADO		110° C		GRAVA (%)			0.00
PESO TOTAL MUESTRA BECA (g)		886.08		ARENA GRUESA (%)			0.77
PESO TOTAL MUESTRA BECA < N° 4 (g)		880.00		ARENA FINA (%)			2.81
PESO TOTAL MUESTRA BECA < N° 4 (g)		0.00		FINOS (%)		96.42	
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)		902.21					

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	Tamaño Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (g)	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
2"	75.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/4"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.25	0.00	0.00	0.00	100.00
3/16"	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
N°	Tamaño Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (g)	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N 10	2.00	0.24	0.03	0.03	96.97
N 20	0.85	1.20	0.24	0.28	99.71
N 30	0.60	0.30	0.18	0.47	99.53
N 40	0.425	1.01	0.30	0.77	99.23
N 60	0.25	4.45	0.89	1.66	98.34
N 100	0.15	4.42	0.88	2.55	97.45
N 200	0.075	5.19	1.04	3.59	96.42
Caméras	-	-	-	-	-
TOTAL	-	-	-	-	-

LÍMITES DE COMPETENCIA A.S.T.M. D 422 / A.A.S.H.T.O. T 88	
LÍMITE LÍQUIDO (L)	50.00%
LÍMITE PLÁSTICO (P)	20.00%
ÍNDICE PLÁSTICO (I)	30.00%
CLASIFICACIÓN S.M.C.S.	CH



D85 =	D30 =	D10 =
Cu =	Cu =	Cu =

OBSERVACIONES: LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UNA ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR AMARILLENTO, MEZCLADA CON 0.58 % DE ARENA GRUESA A FINA Y 96.42% DE PARTICULAS MENORES QUE 0.075mm, EXENTO DE GRAVA.
--

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Davis Frank Velásquez Hilario

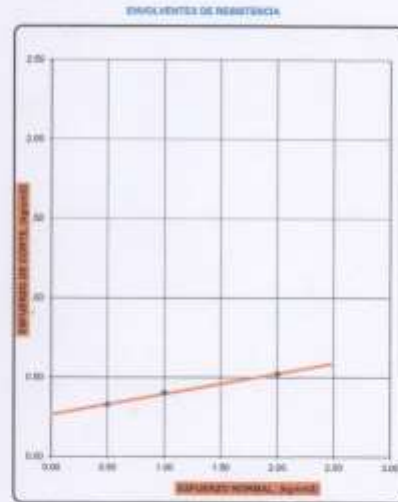
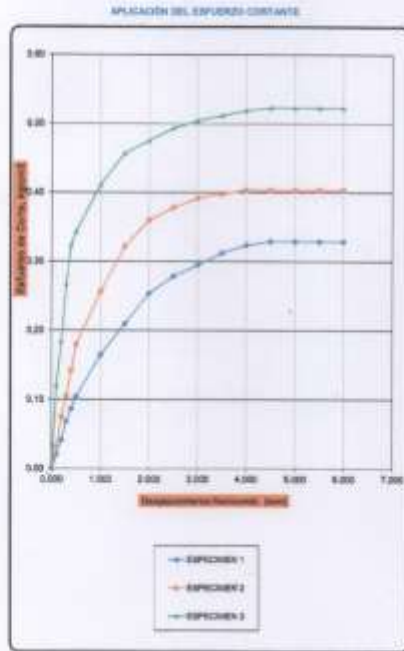
Davis Frank Velásquez Hilario
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 195303

		"ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILOMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020"				GU-ENG- 009-06-20 Fecha: 09/08/2020						
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080												
TERRESTA:	RICHY RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry											
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA											
CAJACATA:	C-1	FECHA DE ENSAYO:	09/08/2020	COORDENADAS:	ESTE:	773867.00						
MUESTRA:	M-2	PROFUNDIDAD:	DE 1.00M. A 2.00M.		NORTE:	6217203.00						
CLASIFICACIÓN S.U.C.E.I.:		CL:		ESTADO:		ALTERADO						
DATOS DEL MOLDE												
MOLDE CIRCULAR	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	AREA (mm ²)	VOLUMEN (mm ³)	PESO (g)							
	8.88	1.82	37.80	83.78	74.48							
DATOS DEL ENSAYO												
ESFUERZO NORMAL	(kg/cm ²)	0.88 Kg/cm ²		1.88 Kg/cm ²		2.88 Kg/cm ²						
VELOCIDAD ENSAYO	(mm/min)	0.103		0.104		0.088						
PESO DEL ANILLO MAS MUESTRA	(g)	183.38		182.38		182.48						
PESO MUESTRA	(g)	77.81		77.71		77.81						
DEFORMACIÓN FINAL	(mm)	-0.18		-1.88		-2.08						
ETAPA	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL						
TARA	23	23	3	4	5	6						
PESO DE LA TARA	(g)	10.77	11.67	8.8	16.2	16.2						
PESO TARA + MUESTRA HUMEDA	(g)	85.36	85.7	87.91	88.8	88.11						
PESO TARA + MUESTRA SECA	(g)	83.68	84.8	85.81	85.7	87.42						
ALTURA	(mm)	1.82	1.82	1.82	1.88	1.82						
DIAMETRO	(mm)	8.88	8.88	8.88	8.88	8.88						
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	48.20%	47.81%	48.20%	48.20%	47.70%						
DEBILIDAD-HORCA	(kg/cm ²)	1.232	1.548	1.630	1.881	1.234						
ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA												
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.88 Kg/cm ²				1.88 Kg/cm ²				2.88 Kg/cm ²			
	CARGA		ESFUERZO DE CORTE		CARGA		ESFUERZO DE CORTE		CARGA		ESFUERZO DE CORTE	
	W	H ₀	W	H ₀	W	H ₀	W	H ₀	W	H ₀	W	H ₀
0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000
0.100	0.80	0.071	0.020	0.80	0.887	0.032	0.10	0.375	0.375	0.121	0.121	0.121
0.200	11.48	1.192	0.042	20.82	3.080	0.078	80.45	5.158	0.184	0.184	0.184	0.184
0.300	18.72	1.307	0.060	28.70	3.827	0.128	73.10	7.434	0.287	0.287	0.287	0.287
0.400	28.78	2.417	0.087	38.70	3.840	0.161	88.70	8.049	0.324	0.324	0.324	0.324
0.500	28.35	2.908	0.104	48.00	4.897	0.179	94.20	8.385	0.384	0.384	0.384	0.384
1.000	45.08	4.586	0.184	75.00	7.139	0.288	112.05	11.472	0.471	0.471	0.471	0.471
1.800	87.08	8.843	0.320	88.00	8.874	0.503	125.00	12.740	0.487	0.487	0.487	0.487
3.000	88.45	7.877	0.284	88.40	10.004	0.380	130.00	13.288	0.470	0.470	0.470	0.470
2.000	78.20	7.770	0.279	105.00	10.554	0.278	125.00	13.786	0.489	0.489	0.489	0.489
3.000	30.70	8.228	0.288	107.10	10.801	0.281	138.00	14.072	0.584	0.584	0.584	0.584
3.800	85.45	8.708	0.312	108.00	11.188	0.388	140.00	14.278	0.612	0.612	0.612	0.612
4.000	88.80	8.038	0.284	110.40	11.288	0.404	142.00	14.480	0.618	0.618	0.618	0.618
4.800	90.08	8.077	0.289	110.40	11.288	0.404	142.00	14.382	0.620	0.620	0.620	0.620
5.000	90.08	8.077	0.289	110.40	11.288	0.404	142.00	14.382	0.620	0.620	0.620	0.620
6.800	90.08	8.077	0.289	110.40	11.288	0.404	142.00	14.382	0.620	0.620	0.620	0.620
8.800	90.08	8.077	0.289	110.40	11.288	0.404	142.00	14.382	0.620	0.620	0.620	0.620

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Fundador
 Davis Ferrn Velásquez Hilario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 195303

GUERSAN		"ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILOMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020"				GH-EMB-009-08-20 Fecha: 26/08/2023	
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 5080							
TERRESTA:	BACH, RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry						
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA						
CALICATA:	C-1	FECHA DE ENSAYO:	26/08/2023	COORDENADAS:	EESTE:	77067.03	
MUESTRA:	M-2	PROFUNDIDAD:	DE 1.00M A 3.00M	COORDENADAS:	NORTE:	5217253.00	

CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	CL:	ESTADO:	ALTERADO
-------------------------	-----	---------	----------



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm²)
1	0.00	0.00
2	1.00	0.40
3	0.00	0.52

PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE		
COHESIÓN =	0.384	kg/cm ²
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA =	7.34	°
COEFICIENTE DE FRICCIÓN =	0.75	

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Davis Prado Velásquez Hilario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 195303

	*ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020*					GI-ENS-009-06-20
						Fecha: 09/06/2020
CONTENIDO DE HUMEDAD A.S.T.M. D 2216 / A.A.S.H.T.O. T 265						
TESISTA:	BACH. RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry					
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA					
CALICATA:	C - 2	FECHA DE ENSAYO:	09/06/2020	COORDENADAS	ESTE:	770818.00
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	DE 0.30M. A 2.10M.		NORTE:	9217181.00

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TEMPERATURA DE SECADO	110° C		
TARA N°	A-4	C-8	A-14
Peso de la tara + Muestra Húmeda (g)	885.00	1342.00	1197.00
Peso de la tara + Muestra Seca (g)	798.00	1276.00	963.00
Peso del agua (g)	197.00	266.00	195.00
Peso de la tara (g)	88.88	34.88	88.88
Peso de la muestra seca (g)	449.14	872.02	949.14
Contenido de humedad total (%)	30.30%	30.93%	30.84%
Procedido de contenido de humedad (%)	30.30%		

GUERSAN INGENIEROS S.A.S.

 Davis Frank Velásquez Hilario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 195303

	*ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020*					01-ENS- 000-00-38
						Fecha: 09/06/2020
CONTENIDO DE HUMEDAD A.S.T.M. D 2216 / A.A.S.H.T.O. T 265						
TESISTA:	BACH. RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenny					
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA					
CALICATA:	C - 2	FECHA DE ENBAYO:	09/06/2020	COORDENADAS	ESTE:	775818.00
MUESTRA:	M - 2	PROFUNDIDAD:	DE 2.10M. A 3.00M.		NORTE:	8217161.00

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TEMPERATURA DE SECADO	110° C		
TARA Nº	T-A	T-B	T-C
Peso de la tara + Muestra Húmeda (g)	2118.60	2043.00	2083.60
Peso de la tara + Muestra Seca (g)	1887.60	1823.00	1878.60
Peso del agua (g)	231.00	220.00	205.00
Peso de la tara (g)	136.99	134.79	136.99
Peso de la muestra seca (g)	1470.10	1470.10	1470.10
Contenido de humedad total (%)	35.34%	35.44%	35.83%
Promedio de contenido de humedad (%)	35.34%		

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Davis Frank Velásquez Hikario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 195303

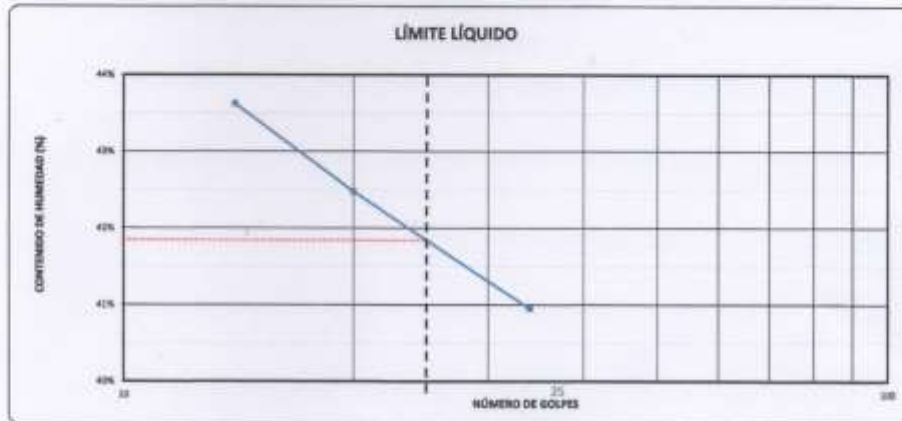
		"ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020"				GI-EMS-009-08-20 Fecha: 09/08/2020	
LÍMITES DE ATTERBERG A.S.T.M. D 4318 / A.A.S.H.T.O. T 89							
TECISTA:		BACH. RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenny					
UBICACIÓN:		CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA					
CALICATA:		C - 2	FECHA DE ENSAYO:		09/08/2020	COORDENADAS	
MUESTRA:		M - 1	PROFUNDIDAD:		DE 0.90M A 2.10M	ESTE: 770318.00 NORTE: 3217181.00	

TARA Nº	LÍMITE LÍQUIDO		
	T-20	T-30	T-60
Peso de la tara+ muestra húmeda (g)	36.14	36.76	36.98
Peso de la tara+ muestra seca (g)	31.38	32.12	32.23
Peso del agua (g)	4.76	4.63	4.75
Peso de la tara (g)	11.78	11.32	11.60
Peso de la muestra seca (g)	19.60	19.80	19.63
Peso total en porcentaje (%)	43.92%	41.48%	40.92%
Nº DE GOLPES	14	20	34

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACIÓN DE MUESTRA	50°C 110°F C
CONTENIDO DE HUMEDAD	60°C 140°F C
AGUA USADA	
DESTILADA	POTABLE
OTRA	

TARA Nº	LÍMITE PLÁSTICO		
	T-3	T-20	Plasticity
Peso de la tara+ muestra húmeda (g)	17.32	18.88	
Peso de la tara+ muestra seca (g)	16.87	16.44	
Peso del agua (g)	1.45	1.62	
Peso de la tara (g)	11.36	11.48	
Peso de la muestra seca (g)	4.46	4.98	
Peso total (%)	32.22%	32.01%	32.41%

LÍMITE LÍQUIDO	43.00%
LÍMITE PLÁSTICO	32.00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11.00%



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Davis Frank Velásquez Hilario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 195303

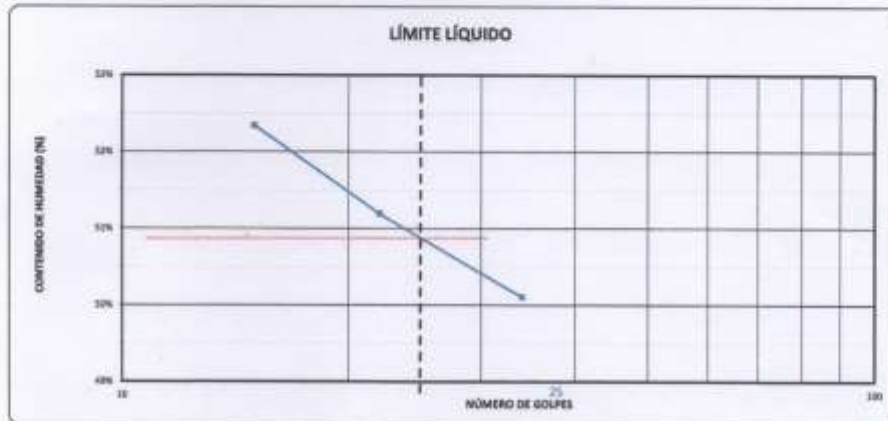
		*ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020*		GI-EMS-009-09-20	
				Fecha: 09/08/2020	
LÍMITES DE ATTERBERG					
A.S.T.M. D 4318 / A.A.S.H.T.O. T 89					
TECISTA:		BACH. RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry			
UBICACIÓN:		CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA			
CALICATA:		C-2	FECHA DE ENSAYO:	08/08/2020	COORDENADAS
MUESTRA:		M-2	PROFUNDIDAD:	DE 2.10M. A 3.00M.	ESTE: 770818.00 NORTE: 8217181.00

LÍMITE LÍQUIDO			
TARA Nº	T-18	T-12	T-18
Peso de la tara+ muestra húmeda (g)	38.89	38.88	38.48
Peso de la tara+ muestra seca (g)	38.86	31.18	33.62
Peso del agua (g)	5.23	5.37	4.94
Peso de la tara (g)	3.87	13.78	18.88
Peso de la muestra seca (g)	13.03	10.40	9.88
Peso total en porcentaje (%)	82.34%	81.19%	85.10%
Nº DE GOLPES	18	22	34

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACIÓN DE MUESTRA	85°C 110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	85°C 110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	<input checked="" type="checkbox"/>
POCIBLE	<input type="checkbox"/>
OTRA	<input type="checkbox"/>

LÍMITE PLÁSTICO			
TARA Nº	T-7	T-4	Procedido
Peso de la tara+ muestra húmeda (g)	17.39	18.11	
Peso de la tara+ muestra seca (g)	18.88	16.39	
Peso del agua (g)	1.84	1.82	
Peso de la tara (g)	11.14	10.88	
Peso de la muestra seca (g)	4.79	3.31	
Peso total (%)	34.31%	34.37%	34.28%

LÍMITE LÍQUIDO	81.00%
LÍMITE PLÁSTICO	34.00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	17.00%




 QUERSAN INGENIEROS S.R.L.
 Davis Frank Velásquez Hilario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 195303

		“ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020”				G-EMS-009-00-20	
						Fecha: 06/06/2020	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.S.T.M. D 422 / A.A.S.H.T.O. T 88							
TECISTA:		BACH. RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry					
UBICACIÓN:		CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA					
CALCATA:		C - 2	FECHA DE ENSAYO:	06/05/2020	COORDENADAS		ESTE: 770918.00
MUESTRA:		M - 1	PROFUNDIDAD:	DE 0.90M. A 2.10M.	NORTE:		8217181.00

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL		TEMPERATURA DE SECADO		PORCENTAJE DE GRAYA, ARENAS Y FINOS		% TOTAL	
		110° C					
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	798.08	GRAYA (%)	4.48				100.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	876.25	ARENA GRUESA (%)	0.76				
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 6 (g)	21.73	ARENA FINA (%)	2.83				
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	710.10	FINOS (%)	86.93				

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA						
N°	Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.99	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.90	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.90	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.90	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.90	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.90	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.83	0.54	0.54	0.54	99.46
3/8"	8.50	4.12	0.68	1.12	1.12	98.88
1/4"	5.25	10.96	1.58	2.67	2.67	97.33
N° 4	4.75	12.84	1.81	4.48	4.48	95.52
TOTAL			21.73			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA						
N°	Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N 10	2.00	7.00	1.44	0.92	0.92	99.08
N 20	0.85	0.77	1.29	7.23	7.23	91.76
N 30	0.60	2.44	0.47	7.88	8.35	91.65
N 40	0.43	2.60	0.56	8.24	8.80	91.20
N 60	0.25	4.87	0.69	8.79	90.81	
N 100	0.15	4.71	0.90	10.08	90.91	
N 200	0.08	5.14	0.88	11.07	90.03	
Cometa	-	-	-	-	-	
TOTAL						

CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA:		0.1610
PESO SECO FRACCIÓN FINA:		600.00

LÍMITE DE CONSISTENCIA A.S.T.M. D 422 / A.A.S.H.T.O. T 88	
LÍMITE LÍQUIDO:	43.00%
LÍMITE PLÁSTICO:	30.00%
ÍNDICE PLÁSTICO:	13.00%
CLASIFICACIÓN	ML
S.L.C.S.:	



CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

D60 =	D30 =	D10 =
Ca =	Cu =	

OBSERVACIONES: LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.L.C.S. Y CORRESPONDE A UNA LIMO DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN CLARO, DE TAMAÑO MÁXIMO DE 3/4, MEZCLADA CON 6.88 % DE ARENA GRUESA A FINA Y 86.93% DE PARTICULAS MENORES QUE 0.075mm.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Davis Frank Velásquez Hilario

Davis Frank Velásquez Hilario
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 195303

		“ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020”				G-EMS-009-06-20
						Fecha: 06/06/2020
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.S.T.M. D 422 / A.A.S.H.T.O. T 88						
TESTISTA:	BACH. RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry					
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA					
CALCATA:	C - 2	FECHA DE ENSAYO:	06/05/2020	COORDENADAS	ESTE:	770916.00
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	DE 0.90M A 2.10M		NORTE:	6217181.00

TEMPERATURA DE SECADO		CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL		
110° C		PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS		
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	798.68	GRAVA (%)	4.48	% TOTAL 100.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	876.25	ARENA GRUESA (%)	3.76	
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	21.73	ARENA FINA (%)	2.83	
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	710.10	FINOS (%)	86.93	

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA						
N°	Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
2"	50.80	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.20	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
3 1/2"	89.00	89.00	0.00	0.00	0.00	100.00
4"	101.60	101.60	0.00	0.00	0.00	100.00
4 1/2"	114.30	114.30	0.00	0.00	0.00	100.00
5"	127.00	127.00	0.00	0.00	0.00	100.00
5 1/2"	139.70	139.70	0.00	0.00	0.00	100.00
6"	152.40	152.40	0.00	0.00	0.00	100.00
6 1/2"	165.10	165.10	0.00	0.00	0.00	100.00
7"	177.80	177.80	0.00	0.00	0.00	100.00
7 1/2"	190.50	190.50	0.00	0.00	0.00	100.00
8"	203.20	203.20	0.00	0.00	0.00	100.00
8 1/2"	215.90	215.90	0.00	0.00	0.00	100.00
9"	228.60	228.60	0.00	0.00	0.00	100.00
9 1/2"	241.30	241.30	0.00	0.00	0.00	100.00
10"	254.00	254.00	0.00	0.00	0.00	100.00
10 1/2"	266.70	266.70	0.00	0.00	0.00	100.00
11"	279.40	279.40	0.00	0.00	0.00	100.00
11 1/2"	292.10	292.10	0.00	0.00	0.00	100.00
12"	304.80	304.80	0.00	0.00	0.00	100.00
12 1/2"	317.50	317.50	0.00	0.00	0.00	100.00
13"	330.20	330.20	0.00	0.00	0.00	100.00
13 1/2"	342.90	342.90	0.00	0.00	0.00	100.00
14"	355.60	355.60	0.00	0.00	0.00	100.00
14 1/2"	368.30	368.30	0.00	0.00	0.00	100.00
15"	381.00	381.00	0.00	0.00	0.00	100.00
15 1/2"	393.70	393.70	0.00	0.00	0.00	100.00
16"	406.40	406.40	0.00	0.00	0.00	100.00
16 1/2"	419.10	419.10	0.00	0.00	0.00	100.00
17"	431.80	431.80	0.00	0.00	0.00	100.00
17 1/2"	444.50	444.50	0.00	0.00	0.00	100.00
18"	457.20	457.20	0.00	0.00	0.00	100.00
18 1/2"	469.90	469.90	0.00	0.00	0.00	100.00
19"	482.60	482.60	0.00	0.00	0.00	100.00
19 1/2"	495.30	495.30	0.00	0.00	0.00	100.00
20"	508.00	508.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20 1/2"	520.70	520.70	0.00	0.00	0.00	100.00
21"	533.40	533.40	0.00	0.00	0.00	100.00
21 1/2"	546.10	546.10	0.00	0.00	0.00	100.00
22"	558.80	558.80	0.00	0.00	0.00	100.00
22 1/2"	571.50	571.50	0.00	0.00	0.00	100.00
23"	584.20	584.20	0.00	0.00	0.00	100.00
23 1/2"	596.90	596.90	0.00	0.00	0.00	100.00
24"	609.60	609.60	0.00	0.00	0.00	100.00
24 1/2"	622.30	622.30	0.00	0.00	0.00	100.00
25"	635.00	635.00	0.00	0.00	0.00	100.00
25 1/2"	647.70	647.70	0.00	0.00	0.00	100.00
26"	660.40	660.40	0.00	0.00	0.00	100.00
26 1/2"	673.10	673.10	0.00	0.00	0.00	100.00
27"	685.80	685.80	0.00	0.00	0.00	100.00
27 1/2"	698.50	698.50	0.00	0.00	0.00	100.00
28"	711.20	711.20	0.00	0.00	0.00	100.00
28 1/2"	723.90	723.90	0.00	0.00	0.00	100.00
29"	736.60	736.60	0.00	0.00	0.00	100.00
29 1/2"	749.30	749.30	0.00	0.00	0.00	100.00
30"	762.00	762.00	0.00	0.00	0.00	100.00
30 1/2"	774.70	774.70	0.00	0.00	0.00	100.00
31"	787.40	787.40	0.00	0.00	0.00	100.00
31 1/2"	800.10	800.10	0.00	0.00	0.00	100.00
32"	812.80	812.80	0.00	0.00	0.00	100.00
32 1/2"	825.50	825.50	0.00	0.00	0.00	100.00
33"	838.20	838.20	0.00	0.00	0.00	100.00
33 1/2"	850.90	850.90	0.00	0.00	0.00	100.00
34"	863.60	863.60	0.00	0.00	0.00	100.00
34 1/2"	876.30	876.30	0.00	0.00	0.00	100.00
35"	889.00	889.00	0.00	0.00	0.00	100.00
35 1/2"	901.70	901.70	0.00	0.00	0.00	100.00
36"	914.40	914.40	0.00	0.00	0.00	100.00
36 1/2"	927.10	927.10	0.00	0.00	0.00	100.00
37"	939.80	939.80	0.00	0.00	0.00	100.00
37 1/2"	952.50	952.50	0.00	0.00	0.00	100.00
38"	965.20	965.20	0.00	0.00	0.00	100.00
38 1/2"	977.90	977.90	0.00	0.00	0.00	100.00
39"	990.60	990.60	0.00	0.00	0.00	100.00
39 1/2"	1003.30	1003.30	0.00	0.00	0.00	100.00
40"	1016.00	1016.00	0.00	0.00	0.00	100.00
40 1/2"	1028.70	1028.70	0.00	0.00	0.00	100.00
41"	1041.40	1041.40	0.00	0.00	0.00	100.00
41 1/2"	1054.10	1054.10	0.00	0.00	0.00	100.00
42"	1066.80	1066.80	0.00	0.00	0.00	100.00
42 1/2"	1079.50	1079.50	0.00	0.00	0.00	100.00
43"	1092.20	1092.20	0.00	0.00	0.00	100.00
43 1/2"	1104.90	1104.90	0.00	0.00	0.00	100.00
44"	1117.60	1117.60	0.00	0.00	0.00	100.00
44 1/2"	1130.30	1130.30	0.00	0.00	0.00	100.00
45"	1143.00	1143.00	0.00	0.00	0.00	100.00
45 1/2"	1155.70	1155.70	0.00	0.00	0.00	100.00
46"	1168.40	1168.40	0.00	0.00	0.00	100.00
46 1/2"	1181.10	1181.10	0.00	0.00	0.00	100.00
47"	1193.80	1193.80	0.00	0.00	0.00	100.00
47 1/2"	1206.50	1206.50	0.00	0.00	0.00	100.00
48"	1219.20	1219.20	0.00	0.00	0.00	100.00
48 1/2"	1231.90	1231.90	0.00	0.00	0.00	100.00
49"	1244.60	1244.60	0.00	0.00	0.00	100.00
49 1/2"	1257.30	1257.30	0.00	0.00	0.00	100.00
50"	1270.00	1270.00	0.00	0.00	0.00	100.00
50 1/2"	1282.70	1282.70	0.00	0.00	0.00	100.00
51"	1295.40	1295.40	0.00	0.00	0.00	100.00
51 1/2"	1308.10	1308.10	0.00	0.00	0.00	100.00
52"	1320.80	1320.80	0.00	0.00	0.00	100.00
52 1/2"	1333.50	1333.50	0.00	0.00	0.00	100.00
53"	1346.20	1346.20	0.00	0.00	0.00	100.00
53 1/2"	1358.90	1358.90	0.00	0.00	0.00	100.00
54"	1371.60	1371.60	0.00	0.00	0.00	100.00
54 1/2"	1384.30	1384.30	0.00	0.00	0.00	100.00
55"	1397.00	1397.00	0.00	0.00	0.00	100.00
55 1/2"	1409.70	1409.70	0.00	0.00	0.00	100.00
56"	1422.40	1422.40	0.00	0.00	0.00	100.00
56 1/2"	1435.10	1435.10	0.00	0.00	0.00	100.00
57"	1447.80	1447.80	0.00	0.00	0.00	100.00
57 1/2"	1460.50	1460.50	0.00	0.00	0.00	100.00
58"	1473.20	1473.20	0.00	0.00	0.00	100.00
58 1/2"	1485.90	1485.90	0.00	0.00	0.00	100.00
59"	1498.60	1498.60	0.00	0.00	0.00	100.00
59 1/2"	1511.30	1511.30	0.00	0.00	0.00	100.00
60"	1524.00	1524.00	0.00	0.00	0.00	100.00
60 1/2"	1536.70	1536.70	0.00	0.00	0.00	100.00
61"	1549.40	1549.40	0.00	0.00	0.00	100.00
61 1/2"	1562.10	1562.10	0.00	0.00	0.00	100.00
62"	1574.80	1574.80	0.00	0.00	0.00	100.00
62 1/2"	1587.50	1587.50	0.00	0.00	0.00	100.00
63"	1600.20	1600.20	0.00	0.00	0.00	100.00
63 1/2"	1612.90	1612.90	0.00	0.00	0.00	100.00
64"	1625.60	1625.60	0.00	0.00	0.00	100.00
64 1/2"	1638.30	1638.30	0.00	0.00	0.00	100.00
65"	1651.00	1651.00	0.00	0.00	0.00	100.00
65 1/2"	1663.70	1663.70	0.00	0.00	0.00	100.00
66"	1676.40	1676.40	0.00	0.00	0.00	100.00
66 1/2"	1689.10	1689.10	0.00	0.00	0.00	100.00
67"	1701.80	1701.80	0.00	0.00	0.00	100.00
67 1/2"	1714.50	1714.50	0.00	0.00	0.00	100.00
68"	1727.20	1727.20	0.00	0.00	0.00	100.00
68 1/2"	1739.90	1739.90	0.00	0.00	0.00	100.00
69"	1752.60	1752.60	0.00	0.00	0.00	100.00
69 1/2"	1765.30	1765.30	0.00	0.00	0.00	100.00
70"	1778.00	1778.00	0.00	0.00	0.00	100.00
70 1/2"	1790.70	1790.70	0.00	0.00	0.00	100.00
71"	1803.40	1803.40	0.00	0.00	0.00	100.00
71 1/2"	1816.10	1816.10	0.00	0.00	0.00	100.00
72"	1828.80	1828.80	0.00	0.00	0.00	100.00
72 1/2"	1841.50	1841.50	0.00	0.00	0.00	100.00
73"	1854.20	1854.20	0.00	0.00	0.00	100.00
73 1/2"	1866.90	1866.90	0.00	0.00	0.00	100.00
74"	1879.60	1879.60	0.00	0.00	0.00	100.00
74 1/2"	1892.30	1892.30	0.00	0.00	0.00	100.00
75"	1905.00	1905.00	0.00	0.00	0.00	100.00
75 1/2"	1917.70	1917.70	0.00	0.00	0.00	100.00
76"	1930.40	1930.40	0.00	0.00	0.00	100.00
76 1/2"	1943.10	1943.10	0.00	0.		

		"ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020"				G-ENS-009-00-20 Fecha: 09/08/2020	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.S.T.M. D 422 / A.A.S.H.T.O. T 88							
TESIS/TA: BACH. RODRÍGUEZ HUAMÁN, Alix Jenry							
UBICACIÓN: CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA							
CALCATA: C - 2		FECHA DE ENSAYO: 08/08/2020		COORDENADAS		ESTE: 770818.00	NORTE: 827191.00
MUESTRA: M-2		PROFUNDIDAD: DE 2.10M A 3.00M					

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL		TEMPERATURA DE SECADO		PORCENTAJES DE GRAVA, ARENAS Y FINOS		% TOTAL	
		110° C					
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	1887.88	GRAVA (%)	0.00				100.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA * N° 4 (g)	1887.00	ARENA GRUESA (%)	1.60				
PESO TOTAL MUESTRA SECA * N° 4 (g)	0.00	ARENA FINA (%)	3.80				
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	1887.00	FINOS (%)	62.50				

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA						
N°	Tamaño	Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
1"	76.20	0.30	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.30	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	50.80	0.30	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/4"	38.10	0.30	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.30	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.30	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.30	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	8.52	0.30	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.30	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.30	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	W. G =	0.30				



ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA: 0.3000					
PESO SECO FRACCIÓN FINA: 550.30					
N 10	2.00	0.14	0.33	0.03	99.67
N 20	0.85	1.57	0.33	0.36	99.64
N 30	0.85	2.42	0.48	0.65	99.15
N 40	0.43	3.79	0.78	1.00	98.40
N 60	0.25	7.11	1.42	3.09	96.67
N 100	0.15	8.12	1.63	4.88	95.32
N 200	0.08	14.27	2.93	7.50	92.50
Caliente	-	-	-	-	-
TOTAL					

D ₆₀ =	D ₃₀ =	D ₁₀ =
C _u =	C _c =	

OBSERVACIONES: LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.B. Y CORRESPONDE A UNA LIMO DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR GRIS CLARO, MEZCLADA CON 7.5 % DE ARENA GRUESA A FINA Y 92.5% DE PARTICULAS MENORES QUE 0.075mm, EXENTO DE GRAVA.

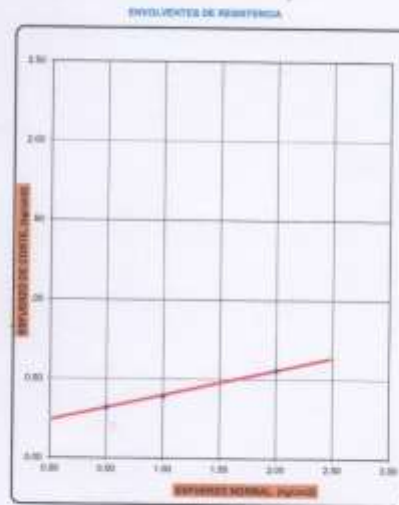
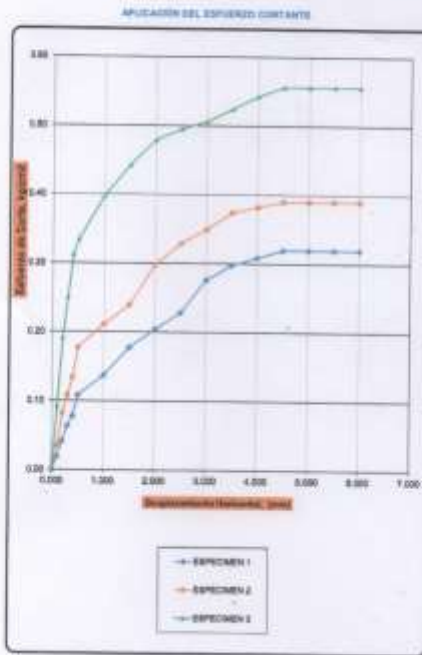
GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Davis Frank Velásquez Hilario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 195303

		"ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 320), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020"				GI-ENS-009-05-20 Fecha: 09/08/2020			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS									
A.S.T.M. D 3080									
TITULAR: BACH. RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry									
UBICACIÓN: CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA									
CALICATA: C-2		FECHA DE ENSAYO: 09/08/2020		COORDENADAS:		ESTE: 770019.00 NORTE: 8217181.00			
MUESTRA: M-1		PROFUNDIDAD: DE 2.10M. A 3.02M							
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.: MU				ESTADO: INALTERADO					
DATOS DEL VOLDE									
BOLDE CIRCULAR		DIÁMETRO (mm) 5.88	ALTURA (mm) 1.83	ÁREA (mm ²) 27.86	VOLUMEN (cm ³) 50.78	PESO (g) 74.48			
DATOS DEL ENSAYO									
ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)		0.80 kg/cm ²		1.20 kg/cm ²		2.00 kg/cm ²			
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)		0.100		0.100		0.080			
PESO DEL ANILLO MAS MUESTRA (g)		181.81		191.85		181.73			
PESO MUESTRA (g)		77.48		77.38		77.83			
DEFORMACIÓN FINAL (mm)		-0.167		-1.428		-0.08			
ETAPA									
TARA									
		INICIAL		FINAL		INICIAL			
		10		13		24			
		11		11		23			
		22		22		22			
PESO DE LA TARA (g)		11.83		11.82		10.76			
		10.7		10.7		10.7			
PESO TARA + MUESTRA HUMEDA (g)		68.48		68.6		68.12			
		68.2		68.2		68.2			
PESO TARA + MUESTRA SECA (g)		68.28		68.5		67.85			
		68.2		68.2		67.85			
ALTURA (mm)		1.82		1.82		1.82			
DIÁMETRO (mm)		5.88		5.88		5.88			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		35.21%		38.71%		35.22%			
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.529		1.524		1.521			
ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA									
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.80 kg/cm ²			1.20 kg/cm ²			2.00 kg/cm ²		
	CARGA		ESFUERZO DE CORTE	CARGA		ESFUERZO DE CORTE	CARGA		ESFUERZO DE CORTE
	H	H ₂	H ₃ (mm)	H	H ₂	H ₃ (mm)	H	H ₂	H ₃ (mm)
0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000	
0.100	8.30	0.530	0.019	8.36	0.888	0.038	25.40	2.580	
0.200	11.40	1.160	0.042	23.40	2.384	0.082	52.40	5.343	
0.300	17.40	1.774	0.084	28.50	3.208	0.158	66.50	6.868	
0.400	21.40	2.182	0.078	36.80	3.732	0.134	85.50	8.716	
0.500	25.80	2.219	0.118	48.30	4.848	0.177	91.40	9.325	
1.000	37.80	3.824	0.127	57.70	6.884	0.211	108.80	11.108	
1.500	48.80	4.848	0.177	65.50	6.878	0.338	121.30	12.340	
2.000	55.70	6.880	0.204	87.80	8.911	0.288	151.30	15.888	
3.000	62.80	8.372	0.228	89.80	8.187	0.309	135.40	15.607	
3.500	76.80	7.888	0.278	85.50	8.738	0.348	138.80	14.123	
3.800	81.40	8.308	0.288	102.30	10.421	0.374	143.80	14.880	
4.000	84.40	8.900	0.308	104.80	10.898	0.382	143.20	15.143	
4.800	97.40	8.912	0.318	106.80	10.870	0.390	152.20	16.520	
5.000	87.40	8.912	0.318	106.80	10.870	0.390	152.20	16.520	
5.500	87.40	8.912	0.318	106.80	10.870	0.390	152.20	16.520	
6.000	87.40	8.912	0.318	106.80	10.870	0.390	152.20	16.520	


GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
 Davis Frank Velásquez Hilario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 195303

GUERSAN		"ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020"				GI-EMS-009-08-20	
						Fecha: 09/08/2020	
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS							
A.S.T.M. D 3080							
TECNISTA:	DACH. RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry						
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA						
CALICATA:	C - 2	FECHA DE ENSAYO:	08/08/2020	COORDENADAS ESTE:	770818.00		
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	DE 1.5M. A 3.0M	COORDENADAS NORTE:	8217181.00		
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	MI	ESTADO:	ALTERADO				



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm²)
1	0.50	0.32
2	1.00	0.38
3	2.00	0.58


PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE		
COHESIÓN =	0.341	kg/cm²
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA =	8.87	°

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Davis Frank Veldsquez Hilario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 195303

	*ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 14 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020*				GI-EMS- 209-08-2020	
					Fecha: 09/08/2020	
CONTENIDO DE HUMEDAD A.S.T.M. D 2216 / A.A.S.H.T.O. T 265						
TEBISTA:	BACH. RODRÍGUEZ HUAMAN, Alix Jenry					
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA					
CALICATA:	C - 3	FECHA DE ENSAYO:	08/06/2020	COORDENADAS	ESTE:	770773.00
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	DE 0.8M. A 3.00M.		NORTE:	8217161.00

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TEMPERATURA DE SECADO	110° C		
TARA N°	T- 38	T- 31	T- 38
Peso de la tara + Muestra Húmeda (g)	1299.10	1428.88	1385.38
Peso de la tara + Muestra Seca (g)	1018.88	1295.88	1138.88
Peso del agua (g)	241.50	232.90	206.70
Peso de la tara (g)	132.87	132.74	138.67
Peso de la muestra seca (g)	885.23	858.36	854.33
Contenido de humedad total (%)	27.28%	27.16%	27.17%
Promedio de contenido de humedad (%)	27.18%		


 GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
 Davis Frank Velásquez Hilario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 195303

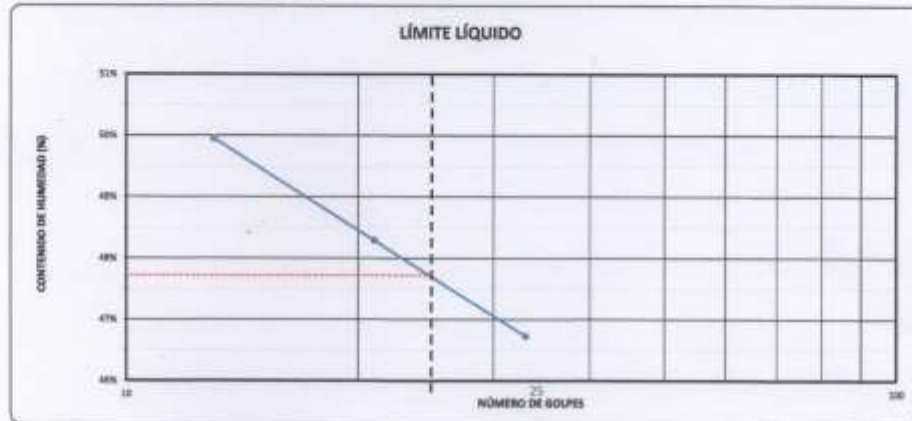
		"ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020"		GI-EMS-008-08-2020 Fecha: 08/08/2020	
LÍMITES DE ATTERBERG A.S.T.M. D 4318 / A.A.S.H.T.O. T 88					
TEBISTA: BACH. RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry					
UBICACIÓN: CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA					
CALICATA: C - 3		FECHA DE ENBAYO: 08/08/2020		COORDENADAS: ESTE: 772773.00 NORTE: 8217161.00	
MUESTRA: M - 1		PROFUNDIDAD: DE 0.8M. A 3.00M.			

LÍMITE LÍQUIDO			
TARA Nº	9-5	9-6	9-7
Peso de la tara+ muestra húmeda (g)	28.97	28.84	28.33
Peso de la tara+ muestra seca (g)	23.89	24.78	24.30
Peso del agua (g)	5.07	4.04	4.03
Peso de la tara (g)	13.78	13.87	13.77
Peso de la muestra seca (g)	10.11	10.91	10.53
Peso total en porcentaje (%)	48.82%	48.25%	45.72%
N° DE GOLPES	19	21	22

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACIÓN DE MUESTRA	80°C 110°C
CONTENIDO DE HUMEDAD	80°C 110°C
AGUA USADA DESTILADA POTABLE OTRA	

LÍMITE PLÁSTICO			
TARA Nº	9-1	9-2	Promedio
Peso de la tara+ muestra húmeda (g)	18.97	18.98	
Peso de la tara+ muestra seca (g)	17.66	17.81	
Peso del agua (g)	1.31	1.17	
Peso de la tara (g)	13.78	13.78	
Peso de la muestra seca (g)	3.88	4.03	
Peso total (%)	35.27%	35.32%	35.31%

LÍMITE LÍQUIDO	48.00%
LÍMITE PLÁSTICO	35.00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13.00%



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Davis Frank Velásquez Hilario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 149303

		*ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020*				GI-EMS-009-01-2020
						Fecha: 09/03/2020
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.S.T.M. D 422 / A.A.S.H.T.O. T 88						
TERRETI: BACH. RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry						
UBICACIÓN: CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA						
CALICATA: C-3	FECHA DE ENSAYO: 09/03/2020	COORDENADAS		ESTE: 770773.00		
MUESTRA: M-1	PROFUNDIDAD: DE 0.9M. A 3.03M.			NORTE: 8217161.00		

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL		PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS		% TOTAL
TEMPERATURA DE SECADO	P.P.C.			
PEGO TOTAL MUESTRA SECA (g)	896.06	GRAVA (%)	0.00	100.00
PEGO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	920.00	ARENA GRUESA (%)	1.82	
PEGO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	0.00	ARENA FINA (%)	5.32	
PEGO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	801.36	FINOS (%)	93.38	

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	Tamaño Abertura (mm)	Peso Retenido Pesar	Porcentaje Retenido Pesar	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
2"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	60.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	16.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/16"	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
1/16"	0.85	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	W.G. =	0.00			




ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA: 0.2500					
PEGO SECO FRACCIÓN FINA: 920.00					
N 10	2.00	0.22	0.04	0.04	99.86
N 20	0.85	2.36	0.47	0.52	99.48
N 30	0.60	2.30	0.46	0.98	99.02
N 40	0.43	3.20	0.84	1.82	98.18
N 60	0.25	8.31	1.20	3.02	97.12
N 100	0.16	7.77	1.05	4.43	95.57
N 200	0.08	11.52	2.30	6.84	93.16
Caída	--	--	--	--	--
TOTAL					

D ₆₀ =	D ₃₀ =	D ₁₀ =
Cu =	Cc =	

OBSERVACIONES: LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UNA LIMO DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR GRIS CLARO, MEZCLADA CON 8.84 % DE ARENA GRUESA A FINA Y 93.38% DE PARTICULAS MENORES QUE 0.075mm, EXENTO DE GRAVA.

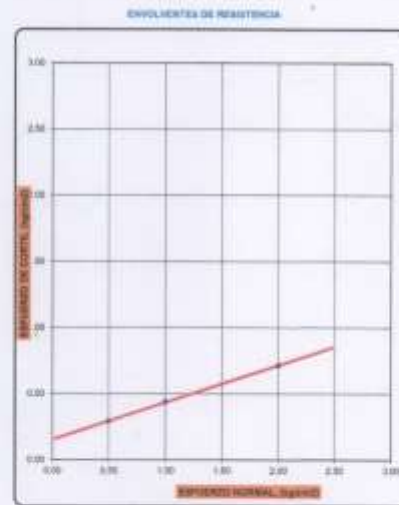
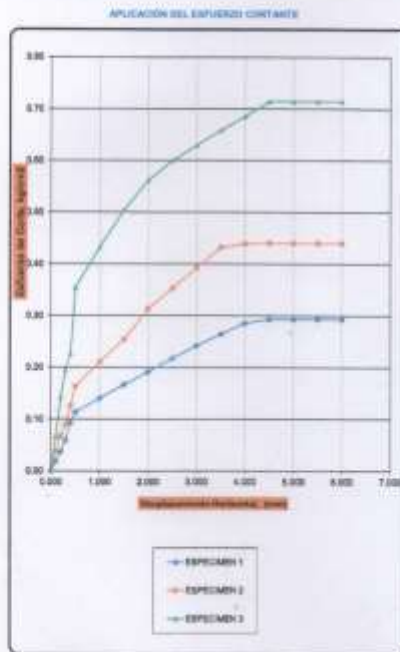
GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Davis Frank Velásquez Hilario
Davis Frank Velásquez Hilario
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 195303

		"ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILÓMETRO 14 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020"				GE-EMB-009-08-2020 Fecha: 09/06/2020						
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080												
TECISTA:		BACH. RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry										
UBICACIÓN:		CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA										
CALICATA:	C - 3	PESO DE ENSAYO:	0500/000	COORDENADAS:	ESTE:	773772.00						
MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD:	DE 0.30A 3.00M.		NORTE:	8217181.30						
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:		ML	ESTADO:		ALTERADO							
DATOS DEL MOLDE												
MOLDE CIRCULAR	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA (mm ²)	VOLUMEN (mm ³)	PESO (g)							
	5.08	1.82	27.86	93.78	74.46							
DATOS DEL ENSAYO												
ESFUERZO NORMAL	(kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²						
VELOCIDAD ENSAYO	(mm/min)	0.153		0.154		0.309						
PESO DEL ANILLO + MUESTRA	(g)	159.50		159.41		159.33						
PESO MUESTRA	(g)	88.01		84.92		84.82						
DEFORMACIÓN FINAL	(mm)	-0.122		-1.122		-1.788						
ETAPA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL					
TARA		18	12	34	11	33	22					
PESO DE LA TARA	(g)	11.23	11.02	13.78	16.7	19.81	11.27					
PESO TARA + MUESTRA HUMEDA	(g)	86.94	87.1	88.88	88.4	85.84	86.23					
PESO TARA + MUESTRA SECA	(g)	77.74	77.28	75.88	77.53	77.44	77.23					
ALTURA	(mm)	1.82	1.82	1.82	1.71	1.82	1.84					
DIAMETRO	(mm)	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08					
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.43%	29.87%	27.14%	26.97%	27.32%	29.08%					
DENSIDAD HUMEDA	(g/cm ³)	1.874	1.897	1.872	1.782	1.871	1.869					
ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA												
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.50 Kg/cm ²				1.00 Kg/cm ²				2.00 Kg/cm ²			
	CARGA		ESFUERZO DE CORTE		CARGA		ESFUERZO DE CORTE		CARGA		ESFUERZO DE CORTE	
	N	kg	kg/cm ²	kg	N	kg	kg/cm ²	kg	N	kg	kg/cm ²	kg
0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000
0.100	5.10	0.020	0.019	10.20	1.040	0.037	16.40	1.876	0.267			
0.200	10.20	1.040	0.027	15.30	1.560	0.050	26.94	3.001	0.142			
0.300	15.30	1.560	0.059	24.50	2.490	0.090	33.80	6.499	0.198			
0.400	20.40	2.080	0.093	34.50	3.510	0.126	41.80	9.312	0.235			
0.500	25.50	2.571	0.114	44.70	4.668	0.193	57.00	9.891	0.269			
1.000	38.50	3.928	0.141	57.50	5.860	0.210	118.80	12.084	0.413			
1.500	43.50	4.650	0.167	68.50	7.087	0.254	136.20	14.072	0.504			
2.000	62.50	6.399	0.191	85.50	8.718	0.310	163.70	16.679	0.562			
2.500	89.50	8.997	0.217	94.50	9.660	0.383	184.10	18.734	0.600			
3.000	99.50	9.751	0.242	107.40	10.960	0.399	172.30	17.670	0.630			
3.500	72.50	7.273	0.264	118.20	12.050	0.432	180.20	18.375	0.688			
4.000	78.30	7.874	0.288	120.20	12.227	0.439	187.50	19.120	0.686			
4.500	80.30	8.178	0.290	120.40	12.277	0.440	185.50	18.898	0.718			
5.000	80.30	8.178	0.290	120.40	12.277	0.440	185.50	18.898	0.718			
5.500	80.30	8.178	0.290	120.40	12.277	0.440	185.50	18.900	0.718			
6.000	80.30	8.178	0.290	120.40	12.277	0.440	185.50	19.000	0.718			

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Davis Prada Velásquez Hilario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 195303

		"ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUD DEL KILOMETRO 13 (100 AL 220), CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA- 2020"				GI-EMS-009-08-2020	
						Fecha: 09/06/2020	
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080							
TERRESTA:	EACH, RODRIGUEZ HUAMAN, Alix Jenry						
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO TUAL, CAJAMARCA						
CALCATA:	C-3	FECHA DE ENSAYO:	09/06/2020	COORDENADAS:	ESTE:	T1073.01	
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	DE 0.9M. A 1.05M.		NORTE:	8217181.00	
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	ML	ESTADO:	ALTERADO				



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm²)
1	0.50	0.29
2	1.00	0.44
3	2.50	0.71

PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE		
COHESIÓN =	0.153	kg/cm²
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA =	15.49	°

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Davis Frank Velásquez Hilario
Doris Frank Velásquez Hilario
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 196303