



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

**“ESTUDIO GEOLÓGICO PARA DETERMINAR LA
ESTABILIDAD DE LA VÍA MACAS-RIOBAMBA DESDE GENERAL
PROAÑO HASTA 9 DE OCTUBRE”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE INGENIERO EN GEOLOGÍA Y MINAS**

ALEXIS WLADIMIR RODRÍGUEZ LANDÁZURI
JAIME EDUARDO VELOZ CEVALLOS

MACAS- ECUADOR

2018

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TEMA DE TESIS

INFORME DE AVAL PARA ELEVAR A PROYECTO EL TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA CARRERA INGENIERÍA GEOLOGÍA Y MINAS

La Comisión de Revisión y Defensa del Anteproyecto de trabajo de Titulación, una vez revisado el documentación y receptada la defensa del tema “ESTUDIO GEOLÓGICO PARA DETERMINAR LA ESTABILIDAD DE LA VÍA MACAS-RIOBAMBA DESDE GENERAL PROAÑO HASTA 9 DE OCTUBRE”, de responsabilidad de los señores estudiantes de la carrera Ingeniería Geología y Minas de la Extensión Morona Santiago, ALEXIS WLADIMIR RODRÍGUEZ LANDÁZURI y JAIME EDUARDO VELOZ CEVALLOS, emite el siguiente criterio:

a.- Pertinencia del tema con las líneas de investigación de la carrera

El tema propuesto corresponde a “Proyectos Técnicos” de la Facultad de Recursos Naturales, Carrera Ingeniería Geología y Minas.

b.- Coherencia entre el tema, problema, marco teórico, objetivos, metodología e instrumentos contenidos en el anteproyecto presentado por el estudiante.

El documento remitido por el estudiante presenta coherencia entre sus elementos.

c.- Posibilidad de ejecución en el tiempo propuesto


El cronograma establecido en función de los objetivos y metas de conformidad con el tema de trabajo, es correspondiente y susceptible de ser ejecutado en el tiempo estipulado.

En consecuencia de lo expuesto, y una vez revisado prolijamente el documento, la Comisión de Revisión y Defensa del Anteproyecto solicita sea elevado a PROYECTO EL TRABAJO DE TITULACIÓN.

Macas, 13 de octubre de 2017



Ing. David Granja Mgs.
DIRECTOR



Ing. Edgar Pino Mgs.
MIEMBRO

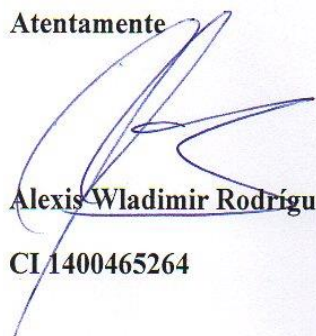
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros ALEXIS WLADIMIR RODRÍGUEZ LANDÁZURI con CI 1400465264 y JAIME EDUARDO VELOZ CEVALLOS con CI 1400537443, declaramos que el presente trabajo es de nuestra autoría y que los resultados y análisis son auténticos y originales. Los textos constantes y fuentes que proviene de otros autores se encuentran debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

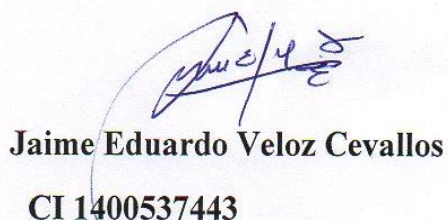
Macas, 16 de mayo del 2018.

Atentamente



Alexis Wladimir Rodríguez Landázuri

CI 1400465264



Jaime Eduardo Veloz Cevallos

CI 1400537443

DEDICATORIA

Yo Alexis Rodríguez dedico el presente trabajo de titulación a mi Madre Martha Landázuri, que ha sido el pilar fundamental en mi vida, a mi hijo y hermanos que de manera desinteresada supieron apoyarme y alentarme para finalmente culminar el presente trabajo de titulación.

Yo Eduardo Veloz dedico este trabajo, primero a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres por mostrarme su cariño y apoyo sin importar nuestras diferencias. A Amanda Arias, por su apoyo incondicional en el trascurso de mi carrera universitaria y demostrarme que siempre puedo contar con ella.

AGRADECIMIENTO

A nuestro director Ing. Joao Pasato por aportar con sus conocimientos y sugerencias en todo el trayecto permitiendo realizar el proyecto de titulación.

Al Ing. Ramiro Pino de igual manera por apoyarnos con sus conocimientos y sugerencias que fueron de vital importancia en todo el proceso para la culminación del trabajo de titulación.

En general a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo extensión Morona Santiago, que nos permitió formarnos como personas y profesionales para ser un aporte hacia la sociedad.

ÍNDICE

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TEMA DE TESIS.....	II
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1.1 MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1.1 Antecedente.....	2
1.1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.1.3 Justificación.....	2
1.1.4 OBJETIVOS.....	3
1.1.4.1 Objetivos generales.....	3
1.1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.1.5 Planteamiento de la hipótesis.....	3
1.2 GENERALIDADES	4
1.2.1 Ubicación del área de estudio.....	4
1.2.2 Accesibilidad.....	5
1.2.3 Clima y Temperatura	5
CAPÍTULO II	6
2.1 MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.1 Geología Regional	6
2,1,1,1 Formación Mera: (Cuaternario).....	6
2,1,1,2 Formación Hollín: (Cretácico).....	6
2,1,1,3 Formación Napo: (Cretácico).....	7
2,1,1,4 Unidad Upano:.....	7
2.1.2 DESLIZAMIENTOS O MOVIMIENTO DE LADERA.....	8
2.1.3 DEFINICIÓN DE TALUD	8
2.1.4 MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE ESTABILIDAD DE TALUDES.....	9
2.1.5 MÉTODO DE ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS.....	9
2.1.6 CLASIFICACIÓN GEOMECANICA DEL MACIZO ROCOSO	10
2,1,6,1 RMR de Bieniawski.....	10
2,1,6,1,1 Resistencia de la roca intacta a partir de valores de resistencia a la compresión simple.....	10
2,1,6,1,2 RQD (Rock Quality Disignation).....	10
2,1,6,1,3 Espaciado entre discontinuidades.....	10
2,1,6,1,4 Estado de las discontinuidades.....	11
2,1,6,1,5 Presencia de agua.....	11

2.1.7 FACTOR DE SEGURIDAD	11
2.1.8 ESCOMBRERAS	12
2.1.9 CANTERAS	12
2.1.10 MORFOLOGÍA.....	13
2.1.11 SISMICIDAD	14
2.1.12 HIDROLOGÍA.....	15
2.1.13 SOFTWARE DE CÁLCULO: PHASE 2.	16
2.1.14 RESISTENCIAS AL CORTE.	16
2,1,14,1 CRITERIO DE ROTURA DE MORH COULOMB	16
2,1,14,2 ENSAYOS TRIAXIALES Y DE CORTE DIRECTO.	18
2,1,14,2,1 Ensayo Triaxial	18
2,1,14,2,2 Corte directo.....	18
2.1.15 ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN SUCS Y ASSTHO.....	19
2,1,15,1 Ensayos granulométricos.	19
2,1,15,2 Ensayos de límites.....	20
CAPÍTULO III.....	21
3. DISEÑO Y EXPERIMENTACIÓN.....	21
3.1 Metodología	21
Capítulo 1	21
Capitulo II	21
Capitulo III.....	21
Capitulo IV.....	22
3.2 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA.....	23
3.2.1 Formación mera	23
3,2,1,1 Lahares.....	23
3,2,1,2 Coluviales	24
3,2,1,3 Unidad Upano	25
3,2,1,4 Cuarcita esquistosa.....	26
3,2,1,5 Intrusivo	27
3.3 Estructuras	27
3.4 MODELO GEOLÓGICO	29
3.5 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA VÍA.....	29
3.6 HUNDIMIENTOS EN LA CALZADA.....	31
3.6.1 Descripción de los hundimientos	32
Hundimiento 1	32
Hundimiento 2	32

3.7 ENSAYOS DE LABORATORIO.....	33
3.7.1 Obtención del peso húmedo y lavado de la muestra.	33
3.7.2 Análisis de granulometría	34
3.7.3 Plasticidad- limite líquido	35
3.7.4 Procedimiento de los ensayos triaxiales.....	36
3.8 CANTERAS Y ESCOMBRERAS	37
3.8.1 Escombrera	37
3.8.2 Canteras.....	38
3.9 DESLIZAMIENTOS.....	38
3.10 MAPA DE UBICACIÓN DE DESLIZAMIENTO.....	39
3.11 FICHA DE DESLIZAMIENTOS.....	39
CAPITULO IV	50
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	50
4.1 ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR EL SUCS Y ASSTHO.	50
4.2 RESULTADOS DEL ENSAYO TRIAXIAL PARA EL TALUD 3.....	62
4.3 ENSAYOS DE CORTE DIRECTO PARA EL TALUD 10	67
4.5. CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES SELECCIONADOS.	71
4.5.1 Diseño de estabilización de los taludes para obtener un factor de seguridad igual a 1.5.....	81
4.5.2. Cálculo del factor de seguridad con el modelamiento estable.....	84
4.5.3. Cálculo del factor de seguridad en condiciones pseudoestáticas para obtener un Fs. de 1 - 1.15.	88
4.6 CALCULO DEL RMR.....	93
4.7 HUNDIMIENTOS.....	94
4.7.1 Hundimiento 1	94
4.7.2 Hundimiento 2	94
4.8 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	96
4.8.1 Hipótesis	96
4.8.2 Comprobación.....	96
5. CONCLUSIONES	97
6. RECOMENDACIONES	98
7. BIBLIOGRAFÍA	99
8. ANEXOS	100
8.1 RESUMEN.....	100
8.2 ABSTRACT.....	101
8.2 ENSAYOS DE LABORATORIO.....	102

Índice de Fotografías.

Fotografía 1: Morfología de la zona.....	13
Fotografía 2: Lahares ubicado al margen derecho de la vía.	23
Fotografía 3: Material coluvial ubicado margen derecho de la vía.	24
Fotografía 4: Esquistos pelíticos de la unidad upano.	25
Fotografía 5: Cuarzita esquistosa.....	26
Fotografía 6: Intrusivo meteorizado.	27
Fotografía 7: Modelo de un diseño de calzada.....	31
Fotografía 8: Hundimiento pequeño	32
Fotografía 9: Hundimiento de mayor magnitud.	33
Fotografía 10: Lavado de la muestra	34
Fotografía 11: Cuarteo de la muestra	34
Fotografía 12: Secado de la muestra horno.....	34
Fotografía 13: Secado de la muestra ambiente	34
Fotografía 14: Tamices utilizados	35
Fotografía 15: Preparación muestra	35
Fotografía 16: Obtención límite plástico	35
Fotografía 17: Copa Casagrande	35
Fotografía 18: Tallado de la muestra	36
Fotografía 19: Embalado de la muestra para envío.....	36
Fotografía 20: Tallado de la muestra	36
Fotografía 21: Testigo sometido al ensayo	36
Fotografía 22: Muestras después del ensayo	37
Fotografía 23: Posible ubicación de la escombrera	37
Fotografía 24: Posible cantera	38

Índice de tablas.

Tabla 1: Clasificación de los deslizamientos.	8
Tabla 2: Parámetros del macizo rocoso.	11
Tabla 3: Tipos de canteras.	13
Tabla 4: Datos estructurales.	28
Tabla 5: Taludes analizados.	33
Tabla 6: Deslizamientos.	38
Tabla 7: Resumen de los ensayo de los 10 deslizamientos.	61
Tabla 8: Datos generales de las probetas del talud 3.	62
Tabla 9: Registro de datos de ensayo del talud 3.	63
Tabla 10: Gráfico de Esfuerzo – deformación unitaria probeta 1 y 2 del talud 3.	64
Tabla 11: Gráfico de Esfuerzo – deformación unitaria probeta 3 y 4 del talud 3.	65
Tabla 12: Gráfico del círculo de Mohr del talud 3.	66
Tabla 13: Ejecución del ensayo de corte directo, probeta 2 del talud 10.	67
Tabla 14: Ejecución del ensayo de corte directo, probeta 3 del talud 10.	68
Tabla 15: Gráfica de esfuerzo cortante/ Esfuerzo normal del talud 10.	69
Tabla 16: Parámetros de los taludes.	70
Tabla 17: Pasos a seguir para la obtención del FS. de los taludes seleccionados.	70
Tabla 18: Resultado del cálculo del FS.	93
Tabla 19: Taludes con un F.S mayor a 1.5.	93
Tabla 20: Parámetros del macizo rocoso.	94

Índice de Imágenes.

Imagen 1: Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	4
Imagen 2: Mapa Regional.	7
Imagen 3: Método del cálculo de estabildades de taludes.	9
Imagen 4: Distribución del factor sísmico de Ecuador.....	14
Imagen 5: Mapa hidrológico de la zona de estudio.....	15
Imagen 6: Representación del criterio de Morh Coulomb en el espacio.	17
Imagen 7: Circulo de Morh en rotura de ensayos.	18
Imagen 8: Esquema del aparato de corte directo.	18
Imagen 9: Obtención de la envolvente de rotura y parámetros de resistencia al corte.....	19
Imagen 10: Estructuras y Familia de diaclasas.....	28
Imagen 11: Mapa Geológico local de la zona de estudio	29
Imagen 12: Mapa de deslizamientos.	39
Imagen 13: Talud 1	71
Imagen 14: Talud 2	71
Imagen 15: Talud 3	72
Imagen 16: Talud 4	72
Imagen 17: Talud 5	73
Imagen 18: Talud 6	73
Imagen 19: Talud 7	74
Imagen 20: Talud 8	74
Imagen 21: Talud 9	75
Imagen 22: Talud 10.....	75
Imagen 23: Cálculo del factor de seguridad del talud 1	76
Imagen 24: Cálculo del factor de seguridad del talud 2.....	76
Imagen 25: Cálculo del factor de seguridad del talud 3	77
Imagen 26: Cálculo del factor de seguridad del talud 4	77
Imagen 27: Cálculo del factor de seguridad del talud 5	78
Imagen 28: Cálculo del factor de seguridad del talud 6	78
Imagen 29: Cálculo del factor de seguridad del talud 7	79
Imagen 30: Cálculo del factor de seguridad del talud 8	79
Imagen 31: Cálculo del factor de seguridad del talud 9	80
Imagen 32: Cálculo del factor de seguridad del talud 10	80
Imagen 33: Modelamiento del talud 5 estabilizado.	81
Imagen 34: Modelamiento del talud 3 estabilizado	81
Imagen 35: Modelamiento del talud 6 estabilizado	82
Imagen 36: Modelamiento del talud 7 estabilizado.	82
Imagen 37: Modelamiento del talud 9 estabilizado	83
Imagen 38: Modelamiento del talud 8 estabilizado.	83
Imagen 39: Modelamiento del talud 10 estabilizado.	84
Imagen 40: Cálculo del factor de seguridad del talud 3	84
Imagen 41: Cálculo del factor de seguridad del talud 5	85
Imagen 42: Cálculo del factor de seguridad del talud 6	85
Imagen 43: Cálculo del factor de seguridad del talud 7	86
Imagen 44: Cálculo del factor de seguridad del talud 8	86
Imagen 45: Cálculo del factor de seguridad del talud 9	87

Imagen 46: Cálculo del factor de seguridad del talud 10.....	87
Imagen 47: Cálculo del factor de seguridad del talud 1	88
Imagen 48: Cálculo del factor de seguridad del talud 2	88
Imagen 49: Cálculo del factor de seguridad del talud 3	89
Imagen 50: Cálculo del factor de seguridad del talud 4	89
Imagen 51: Cálculo del factor de seguridad del talud 5.	90
Imagen 52: Cálculo del factor de seguridad del talud 6.	90
Imagen 53: Cálculo del factor de seguridad del talud 8.	91
Imagen 54: Cálculo del factor de seguridad del talud	91
Imagen 55: Cálculo del factor de seguridad del talud 9	92
Imagen 56: Cálculo del factor de seguridad del talud 10	92
Imagen 57: Muro de pantalla.....	95

Índice de Fichas.

Ficha 1: Talud 1.	40
Ficha 2: Talud 2.	41
Ficha 3: Talud 3.	42
Ficha 4: Talud 4.	43
Ficha 5: Talud 5.	44
Ficha 6: Talud 6.	45
Ficha 7: Talud 7.	46
Ficha 8: Talud 8.	47
Ficha 9: Talud 9.	48
Ficha 10: Talud 10.	49
Ficha 11: Talud 1 Ficha de laboratorio de suelos.	51
Ficha 12: Talud 2 Ficha de laboratorio de suelos.	52
Ficha 13: Talud 3 Ficha de laboratorio de suelos.	53
Ficha 14: Talud 4 Ficha de laboratorio de suelos.	54
Ficha 15: Talud 5 Ficha de laboratorio de suelos.	55
Ficha 16: Talud 6 Ficha de laboratorio de suelos.	56
Ficha 17: Talud 7 Ficha de laboratorio de suelos.	57
Ficha 18: Talud 8 Ficha de laboratorio de suelos.	58
Ficha 19: Talud 9 Ficha de laboratorio de suelos.	59
Ficha 20: Talud 10 Ficha de laboratorio de suelos.	60

INTRODUCCIÓN

La falta de medidas técnicas de prevención contra desastres naturales durante la construcción de obras civiles genera constantes daños a la vía y riesgos a los pobladores que transitan constantemente por estas zonas, en especial si las características naturales del terreno no son favorables como el tipo de suelo, nivel freático y topografía del terreno; todos estos factores detonantes provocan deslizamientos en los taludes. Por lo que es necesario tomar medidas de prevención que ayuden a controlar todos estos fenómenos, como drenajes en la cabeza de los taludes y un ángulo de inclinación adecuado a los mismos. Todas las acciones que se pretenden tomar sobre los taludes serán de tipo puntuales, y tendrán como objeto la protección de la vía, considerando en su ejecución las condicionantes necesarias para mejorar su integración ambiental. En el tramo propuesto se realizará el estudio de estabilidad de los taludes con el software especializado Phase 2 y se identificarán las causas que generaron los hundimientos de la calzada, así también se diseña el muro de contención en un tramo de la vía. Con este estudio se pretende contribuir a mitigar los problemas de inestabilidad en la vía que generan riesgo e inseguridad a las personas que la transitan.

CAPÍTULO I

1.1 MARCO REFERENCIAL.

1.1.1 Antecedente.

La vía Macas-Riobamba tuvo sus inicios en el año 1901, obra que empezó el Municipio del cantón Sangay. Después de casi 103 años los trabajos de la construcción culminaron el 17 de enero del 2014, con un costo total de 140 millones de dólares. Una vez inaugurada la vía ha tenido constantes problemas que ocasionan el cierre continuó de la misma en distintos puntos debido a los deslizamientos ocurridos por diversos factores detonantes y por la falta de medidas de estabilización y drenaje que eviten que el suelo se sature y se produzca los deslizamientos.

1.1.2 Planteamiento del problema.

En la zona de estudio, se ha evidenciado la ocurrencia de 10 deslizamientos, 7 hundimientos pequeños y 1 hundimiento considerable que han alterado el tránsito vehicular inhabilitando completamente o un carril de la vía. Debido a las frecuentes precipitaciones, geología del lugar y la topografía del terreno, se considera que muchos de los taludes son vulnerables a ser afectados por deslizamientos, incluso aquellos que se muestran aparentemente estables. Por estas razones se plantea el estudio Geológico de la vía en los tramos propuestos para plantear medidas de estabilidad de taludes y de la calzada, evitando el cierre de la vía en los tramos susceptibles a deslizamientos.

1.1.3 Justificación.

Con el presente estudio se pretende dar una alternativa técnica a los constantes problemas de inestabilidad de los taludes presentes que han ocasionado en algunos tramos la pérdida completa o un carril de la vía. Las constantes precipitaciones en el lugar de estudio y la falta

de medidas de mitigación aumentan la vulnerabilidad a deslizamientos que ponen en riesgo a los pobladores que circula por esta vía y a la infraestructura presente en el lugar.

Se considera incluso que estos deslizamientos podrían ocurrir en los taludes aparentemente estables a lo largo del tramo considerado para nuestro estudio debido a la geometría de los cortes y el tipo de material involucrado, además de las precipitaciones en la zona y la falta de un sistema de drenaje que encauce y evacúe las aguas de escorrentía superficial y subterráneas.

1.1.4 OBJETIVOS

1.1.4.1 Objetivos generales

- Generar el modelo Geológico de la zona de estudio.

1.1.4.2 Objetivos específicos

- Definir las zonas inestables y potencialmente inestables en el área de estudio.
- Recomendar medidas para la estabilización de los taludes de corte y la calzada de la vía con un software especializado.
- Identificar zonas aptas para ser utilizadas como escombreras y áreas de material de préstamo.

1.1.5 Planteamiento de la hipótesis

“El estudio que se realizará permitirá establecer que la falta de medidas técnicas de control y sostenimiento en el tramo de estudio propuesto ha ocasionado el colapso de los taludes de corte y de la calzada en la vía”.

1.2 GENERALIDADES

1.2.1 Ubicación del área de estudio.

El área de estudio se encuentra ubicada al Sur del País, en la provincia de Morona Santiago, cantón Morona, Parroquia Jimbitono y Alshi. En los kilómetros 114+00 hasta el 92+00 de la vía Macas-Riobamba, con una longitud de 22 kilómetros. Se encuentra en las estribaciones Orientales de la Cordillera Real y parte de la llanura Amazónica cerca de la ciudad de Macas y comprende las siguientes coordenadas georreferenciadas en el DATUM WGS84.

- Punto Inicial: 818113E; 9749689N, Redondel del paso lateral de Proaño.
- Punto Final: 806467E; 9754068N, 9 de octubre (Alshi).
- Desde el km 114 hasta al km 92 de la vía Macas-Riobamba.

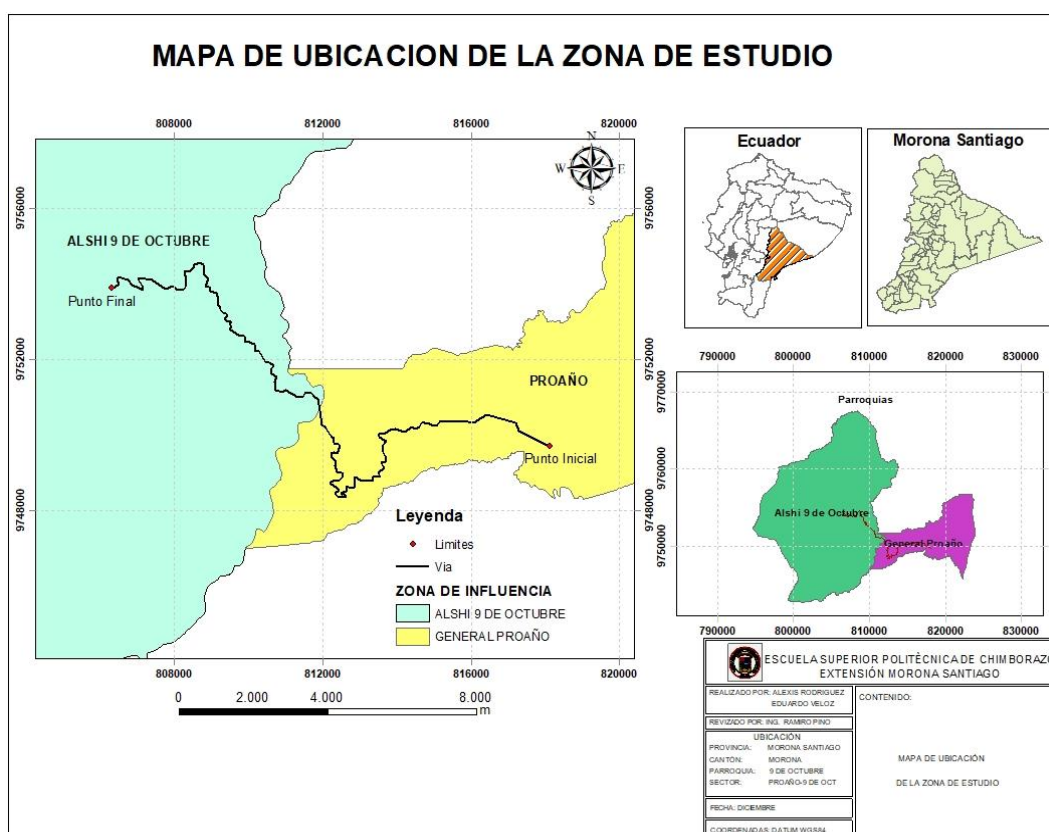


Imagen 1: Mapa de ubicación de la zona de estudio.
Elaborado: Rodríguez A. y Veloz E, (2018).

1.2.2 Accesibilidad

Al área accedemos por la vía de primer orden Macas-Riobamba. Desde Macas recorreremos 3 km hasta general Proaño donde se encuentra el punto de inicio, o también por el extremo sur desde la vía Sucua- Macas tomando el paso lateral que conduce al redondel del paso de Proaño hasta 9 de octubre.

1.2.3 Clima y Temperatura

La temperatura varía en un rango de 18 a 25 grados centígrados y la humedad ambiental alrededor del 90%; con precipitaciones desde los 2000 mm. a más de los 3000 mm. anuales. Pertenece a una zona de clima temperada húmeda sub-húmeda y lluviosa. Los meses de mayor precipitación son abril, julio y septiembre. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial, 2012-2021 de la parroquia general Proaño.

CAPÍTULO II

2.1 MARCO TEÓRICO.

2.1.1 Geología Regional

El Ecuador presenta características definidas en cuanto a la geomorfología del terreno y su relieve, producto de los movimientos de convección en el manto que generan la actividad tectónica recurrente en nuestro país.

El área de estudio se encuentra en la “zona subandina del Ecuador caracterizada por cabalgamientos y plegamientos producto de la actividad tectónica, al Este se encuentra aflorando la cordillera del Cutucu y al Occidente la cordillera Real, en la cual predomina rocas muy antiguas de tipo metamórfico” (Guillier, 2001).

2,1,1,1 Formación Mera: (Cuaternario)

Se caracteriza por estar compuesta de depósitos de lahares provenientes de la actividad volcánica del Sangay. De igual forma de acuerdo a Baldock, “posee terrazas jóvenes cuyos depósitos están compuestos por abanicos de piedemonte del periodo cuaternario que consisten en areniscas tobáceas y arcillas” (Baldock, 1982).

Estos depósitos se los puede evidenciar a lo largo del río Jurumbaino, que por su espesor de depositación y por su matriz consolidada encausaron el río.

2,1,1,2 Formación Hollín: (Cretácico)

Según Baldock la formación Hollín, “se atribuyen a una secuencia de rocas de origen sedimentario, está conformada por areniscas silíceas y blanquecinas, cuarcitas y con una baja presencia de lutitas verdes. Con un espesor aproximado de 80 a 240 m con una edad Aptiano a Albiano”, (Baldock, 1982).

2,1,1,3 Formación Napo: (Cretácico)

De acuerdo al Wilkinson, “su depositacion es de origen marina, comprende calizas de color gris oscuro, lutitas negras y areniscas carbonatadas de 200 a 650 m de espesor, de edad Albiano Medio”, (Wilkinson, 1982).

2,1,1,4 Unidad Upano:

De acuerdo a Litherland la unidad upano, “es una sub división litotectónica definida posiblemente de edad Jurásico Inferior a Jurásico Medio y está conformada por meta andesitas, meta grauwacas y esquistos pelíticos y gráficas, que forman un cinturón continuo de aproximadamente 15 km de ancho a lo largo del talud oriental de la Cordillera Real perteneciente a la división salado de la Cordillera Real”, (Litherland, 1994).

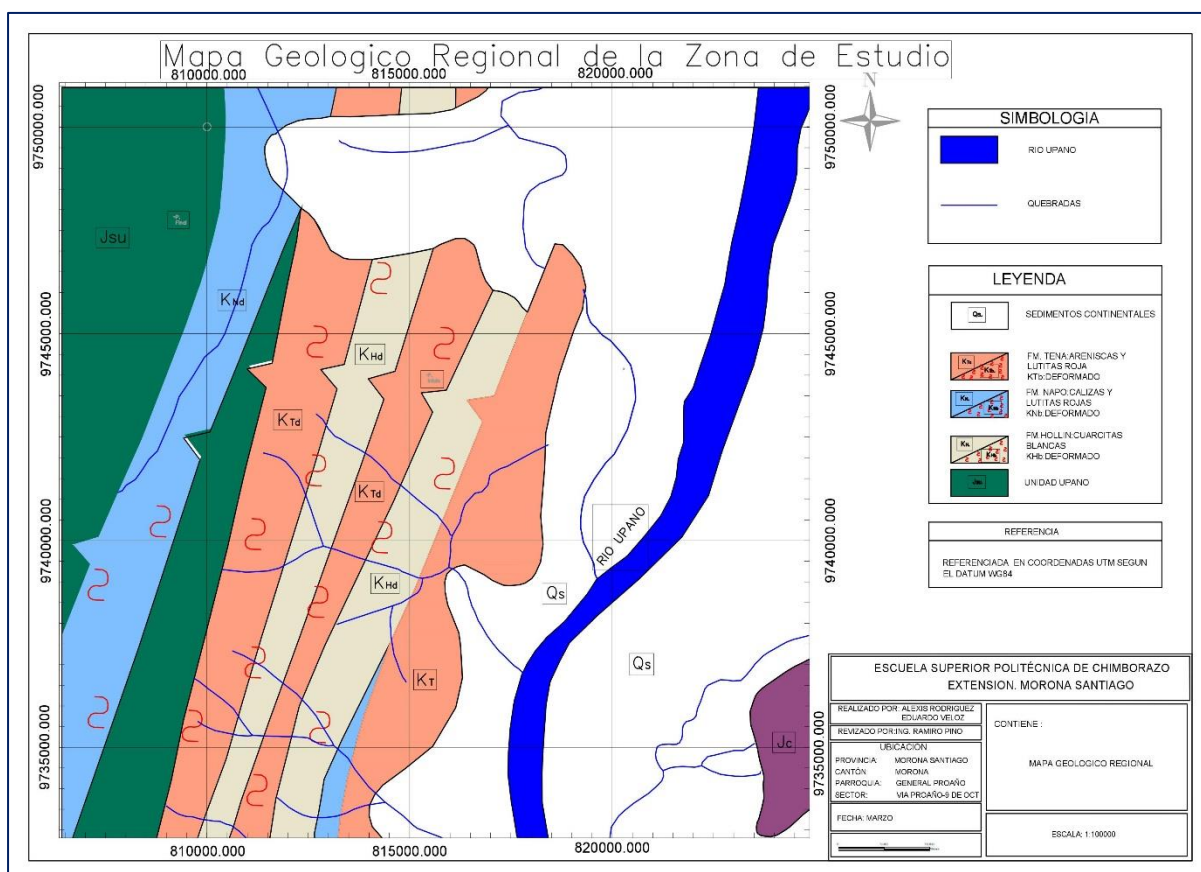


Imagen 2: Mapa Regional.
Fuente: (Litherland, 1994).

2.1.2 DESLIZAMIENTOS O MOVIMIENTO DE LADERA

De acuerdo a Cruden, “se entiende como movimiento de ladera, el movimiento de una masa de roca, suelo o derrubios de una ladera en sentido descendente” (Cruden, 1991).

Varios autores citan distintos conceptos de movimientos de ladera y su clasificación:

Los deslizamientos se los ha clasificado de distintas maneras dependiendo de la geometría, tipo de material y el plano de ruptura en el que se produce etc.

MECANISMOS DE MOVIMIENTO	TIPO DE MATERIAL INVOLUCRADO			
	Tipo	Roca	Derrubios	Suelo
Vuelco o desplome		Vuelco o desplome de rocas	Vuelco o desplome de derrubios	Vuelo o desprendimiento de suelos
Deslizamiento rotacional		Individual múltiple y sucesivo	Individual múltiple y sucesivo	Individual múltiple y sucesivo
Deslizamiento translacional		Deslizamiento de rocas en bloque	Deslizamiento de derrubios en bloque	Deslizamiento de translación en suelos
Deslizamiento planar		Deslizamiento de rocas	Deslizamiento de derrubios	Coladas de barro
Flujos		Flujos de roca	Corrientes de derrubio	Flujos de tierra o arena o suelo
Expansión lateral		Expansiones laterales en roca	Expansiones laterales en derrubios	Expansiones laterales en suelos
Complejo		Ejemplo: Talud de rocas	Ejemplo: flujo deslizante	Ejemplo: rotación con flujo de tierras
Desprendimiento		Caída o desprendimiento de rocas	Caída o desprendimiento de derrubios	Caída o desprendimiento de suelos

Tabla 1: Clasificación de los deslizamientos.

Fuente: (Alcántara Ayala, Irasema, 2000).

2.1.3 DEFINICIÓN DE TALUD

“Un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana, sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente” (Días, 2013).

2.1.4 MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE ESTABILIDAD DE TALUDES.

En la actualidad se han desarrollado varios métodos para el cálculo de la estabilidad de taludes, cada uno considerando parámetros similares, pero desde distintas perspectivas que a la final nos lleva a lo mismo. Para este proyecto se tomará en cuenta un método lo más real posible en campo de la geotecnia para determinar los factores de seguridad de cada talud con sus características propias, “existen en el medio, diferentes métodos de análisis para determinar la estabilidad de taludes” (Escobar & Valencia, 2012).

Los más comunes son:

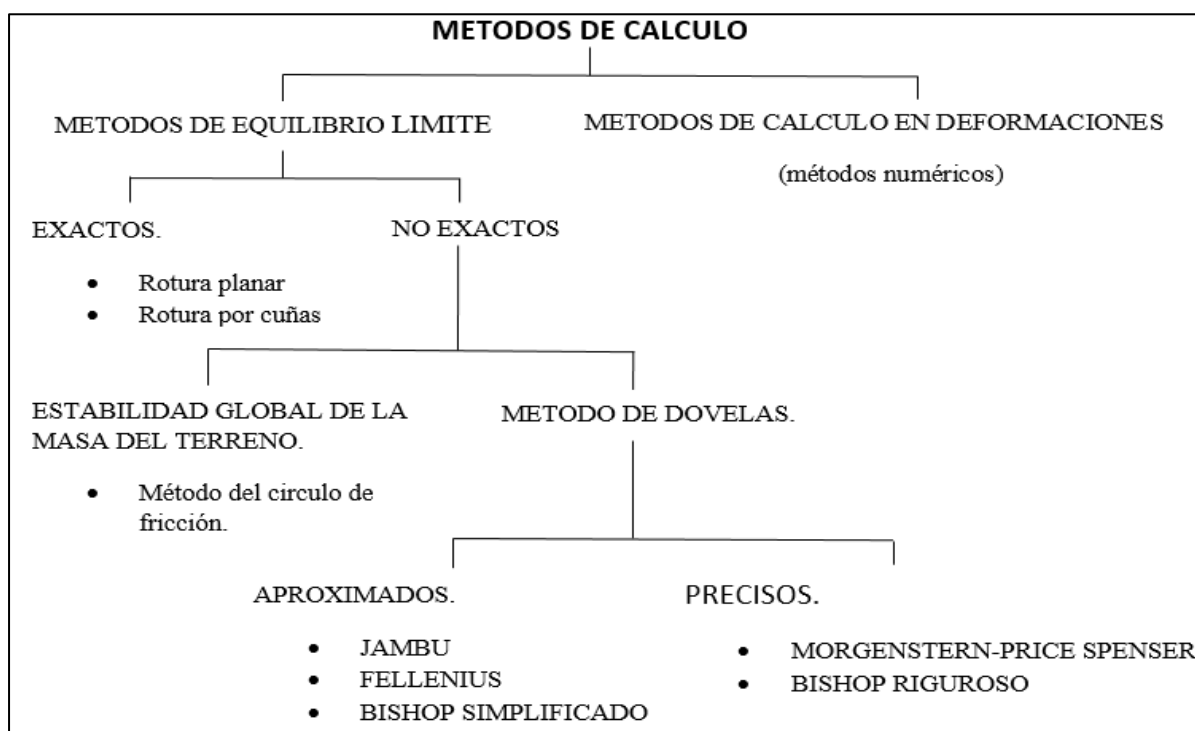


Imagen 3: Método del cálculo de estabildades de taludes.

Fuente: (Manual de ingeniería de taludes I.G.M.E pág. 188)

2.1.5 MÉTODO DE ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS.

Elementos finitos, calculan las tensiones y deformaciones en el seno de una masa de terreno haciendo una discretización de la misma con elementos de formas variadas, siendo las más sencillas triangulares o cuadrangulares. Cada elemento se caracteriza a efectos deformacionales por sus módulos de elasticidad y de Poisson (E y V) en los casos más

sencillos, pudiendo complicarse el estudio cuando se adoptan relaciones tenso-deformacionales de tipo no lineal (Cardedo & Posse, 2006). La mayoría de métodos de análisis de elementos finitos utiliza el criterio de rotura de Mohr Coulomb.

2.1.6 CLASIFICACIÓN GEOMECANICA DEL MACIZO ROCOSO

Para realizar el estudio de la geotecnia de los distintos taludes y determinar su grado de competencia se utiliza distintos métodos de clasificación entre los más comunes tenemos el RMR de Bieniawski, Terzaghi y el de Hoek y Brown que evalúan en el macizo la presencia de fallas, diaclasas espaciado entre juntas y la presencia de agua en el macizo.

2.1.6.1 RMR de Bieniawski.

Conocido como clasificación geotécnica establecida en 1976 y modificada en 1989, la cual analiza el macizo rocoso considerando varios parámetros presentes en el afloramiento descrito a continuación:

2.1.6.1.1 Resistencia de la roca intacta a partir de valores de resistencia a la compresión simple.

Se lo obtiene mediante una serie de ensayos en el laboratorio para determinar su resistencia, o se los puede obtener de datos tabulados ya existentes.

2.1.6.1.2 RQD (Rock Quality Disignation).

Se lo realiza mediante el número de discontinuidades presentes por metro lineal en el macizo rocoso (Hoek & Brown, 1997). La relación matemática dada para macizo rocosos es:

$$RQD= 115- 3.3 J_v$$

Donde J_v es el número de juntas por unidad de longitud para todas las familias

2.1.6.1.3 Espaciado entre discontinuidades.

Es la separación de las juntas, diaclasas, fisuras y fracturas presentes en el macizo rocoso.

2,1,6,1,4 Estado de las discontinuidades.

Este parámetro establece el estado en el que se encuentra las discontinuidades en el macizo rocoso.

2,1,6,1,5 Presencia de agua.

Es un factor clave ya que es el responsable de generar la inestabilidad y la degradación de macizo rocoso.

PARÁMETROS DEL MACIZO ROCOSO								
Parámetros		Rango de valores						
1. Fuerza del material de la roca intacta	Índice de fuerza de carga puntual.	>10 MPa	4-10MPa	2-4MPa	1-2 MPa	Para rangos bajos C.U		
	Fuerza de compresión Uniaxial (MPa)	>250	100-250	50-100	25-50	5-25	1-5	<1
	Clasificación	15	12	7	4	2	1	0
2. Calidad del Núcleo de perforación		100-90%	90-75%	75-50%	50-25%	<25%		
Clasificación		20	17	13	8	3		
3. Espaciado de las discontinuidades		>2m	0.6-2m	02-0.06m	0.06-0.2m	<0.06m		
Clasificación		20	15	10	8	5		
4. Condiciones de las discontinuidades		Roca intacta	Ligeramente alterada, separaciones <1mm	Degradada con separaciones <1mm	Descompuestas con separaciones de 1-5mm	Totalmente descompuesta, separaciones >5mm		
Clasificación		30	25	20	10	0		
5. Presencia de Agua	Influencia del agua por cada 10 m longitud	None	<10	10-25	25-125	>125		
	Presencia agua en las juntas	0	<0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
	Condiciones generales	Seco	Húmedo	Mojado	Chorro	Fluido		
Clasificación		15	10	7	4	0		

Tabla 2: Parámetros del macizo rocoso.
Fuente: (Hoek, 2000).

2.1.7 FACTOR DE SEGURIDAD

El factor de seguridad se lo puede definir como una relación entre las fuerzas que se oponen al movimiento sobre las fuerzas actuantes que provocan el deslizamiento. Algunos

autores han establecido distintos criterios, “el factor de seguridad como la relación entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla” (Fellenius, 1927).

$$FS: \frac{RESISTENCIA\ AL\ CORTE}{ESFUERZO\ AL\ CORTE}$$

El resultado de dicha ecuación determinara si el talud es propenso a deslizarse o si es estable, mediante la siguiente caracterización:

FS > 1 Estable.

FS < 1 Inestable.

2.1.8 ESCOMBRERAS

“Se denomina escombrera a toda aquella acumulación de materiales solidos de granulometría variable procedentes de las actividades humanas, bien como residuos mineros o de otros procesos industriales o urbanos” (Carreño, 2008, pág. 47-49).

a las escombreras se las puede clasificar:

- Por sus dimensiones: grandes a partir de 30 metros y pequeñas de hasta 15 metros alto.
- Por su emplazamiento: puede ser de valle, llanura de ladera etc.
- Tipo de sistema de vertido: vertido libre o por gravedad, vertido libre por fases, con diques de retención y de estructuras mixtas.
- Por su grado de riesgo a deslizamientos y al material que contiene.

2.1.9 CANTERAS

Es un sitio en específico de explotación a cielo abierto donde se puede extraer rocas de tipo industrial o áridos utilizados para realización de todo tipo de obra de construcción. Las

canteras se las puede clasificar de acuerdo a ciertos criterios como son el tipo de explotación tipo de material y el origen.

Tipo de explotación	TIPOS DE CANTERAS	
	Tipo del material	Origen del material
CIELO ABIERTO: cuando la explotación se lo realiza en la superficie terrestre como son ríos y montañas. SUBTERRÁNEA: Cuando el material es extraído del interior de la tierra.	Puede ser: Consolidados: rocas No consolidados: suelos	Aluviales En afloramientos

Tabla 3: Tipos de canteras.
Fuente: (Carreño & Juan C, 2008).

2.1.10 MORFOLOGÍA

La zona de estudio se caracteriza por tener un fuerte relieve montañoso de tipo valle, el cual es producido por el río que socava la superficie y su posterior ensanchamiento dejando como resultado dicho relieve. De igual forma el levantamiento estructural producido por el empuje de la cordillera real hacia la parte occidental de nuestra zona de estudio. En la parte baja tenemos presencia de lahares que afloran en el río Jurumbaino provenientes del volcán Sangay que encausaron el río y modificaron su cauce natural.



Fotografía 1: Morfología de la zona.

2.1.11 SISMICIDAD

La sismicidad en Macas está influenciada directamente por la ubicación.

“El Ecuador se encuentra en la frontera entre los andes centrales orientados SSE-NNW y los Andes septentrionales orientados SSW-NNW. Esta posición en particular en forma de codo hace que esta región este sometida a cambios de esfuerzo importantes y por lo tanto es responsable de la fuerte actividad sísmica en nuestro país” (Baby et. al, 2004).

El CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN en el 2014 sitúa a Macas en una zona sísmica de III con un factor de zona igual 0.30 g.

Para el coeficiente sísmico kh del presente trabajo se lo obtendrá mediante la utilización de la expresión propuesta por Krinitzky (1993), Taniguchi & Sasaki (1986) Barrera (2004).

$$KH = 0.65a_{max}/g$$

$$KH = 0.65(0.30)_{max}$$

Como resultado se obtiene un valor de kh o coeficiente de empuje sísmico de 0.195

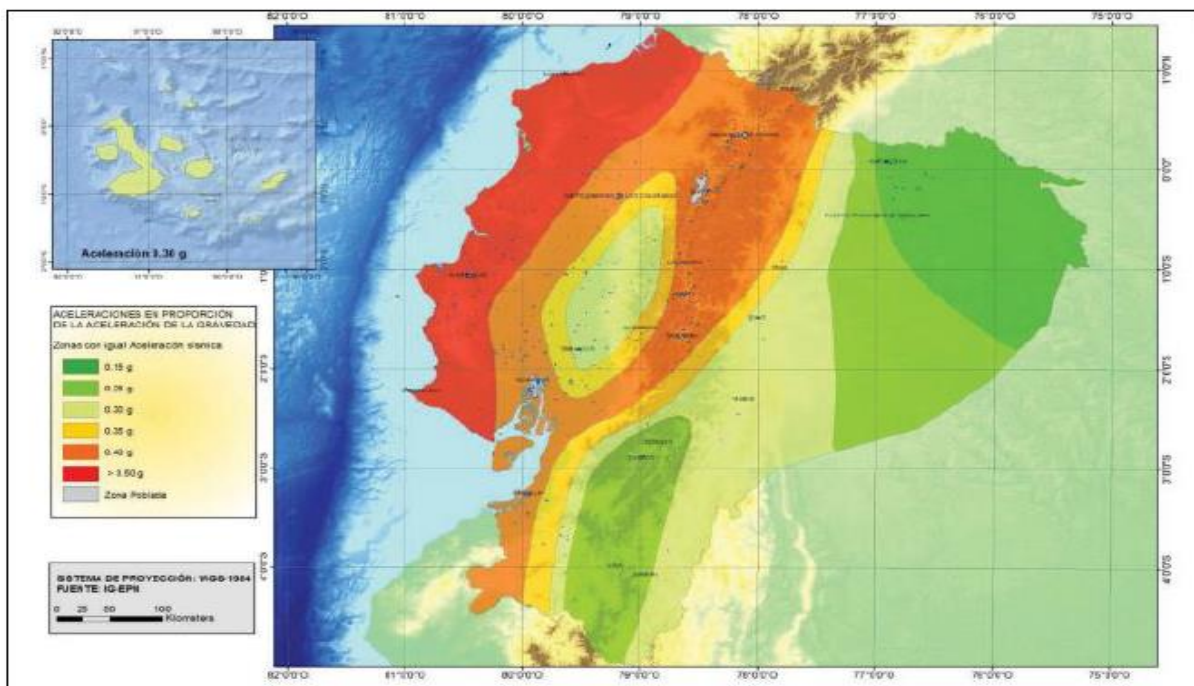


Imagen 4: Distribución del factor sísmico de Ecuador.

Fuente: (Norma Ecuatoriana de la construcción, 2014)

2.1.12 HIDROLOGÍA

En el área de estudio se puede observar la presencia de dos ríos principales el Jurumbaino y el Abanico, pero no causan afectación a la vía incluso en temporadas lluviosas. La gran mayoría del suelo presente se encuentra saturado debido a la presencia de riachuelos abastecidos de manera constante por el flujo de agua provenientes de las cumbres y de las precipitaciones a lo largo del año que aumentan su cauce provocando que se acumule toda el agua en las partes bajas. La permeabilidad del material que en su gran parte es arcilla, limo y las pendientes desfavorables de los taludes hacen que el agua se encharque en la superficie ocasionando que el nivel freático aumente, que el material se sature, meteorice y falle provocando los deslizamientos y hundimientos a lo largo de toda la vía. El trabajo realizado netamente en el campo permitió determinar que la gran mayoría de los deslizamientos y hundimientos se pueden evitar implementando drenajes que cruce todo el testero de los taludes y subdrenes que encausen las aguas superficiales evitando de esta forma que el agua se acumule y provoque que el material de deslice.

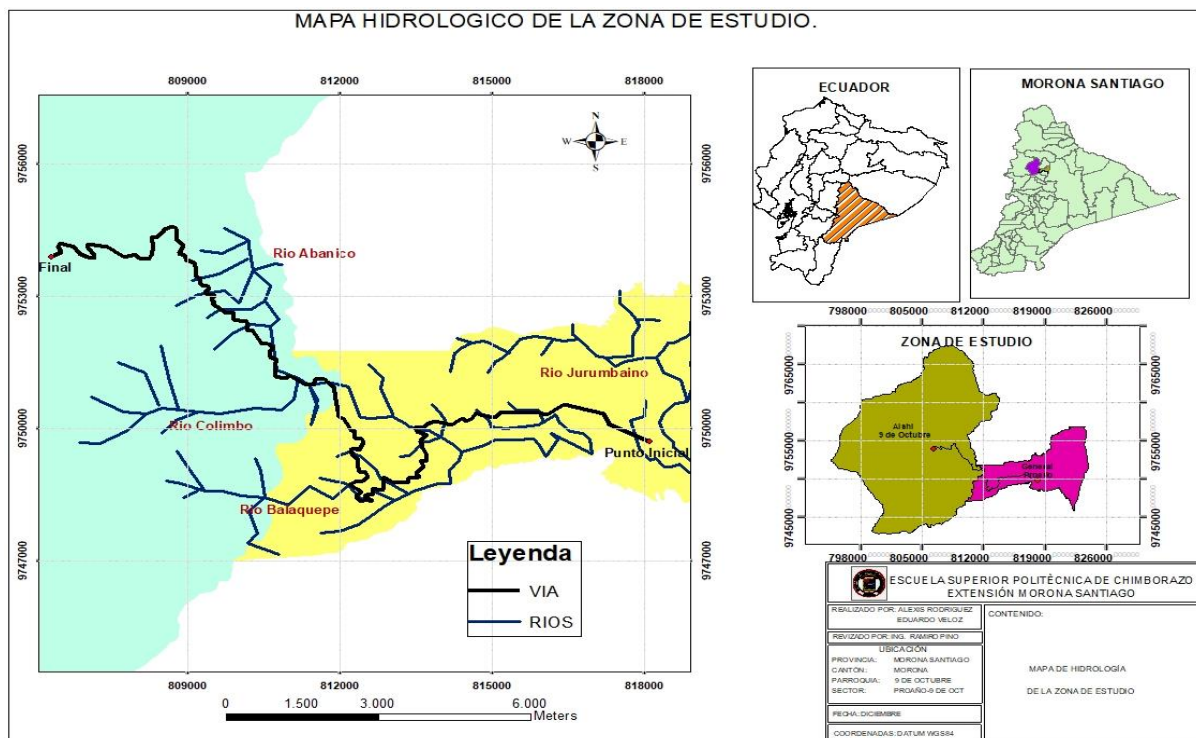


Imagen 5: Mapa hidrológico de la zona de estudio.
Elaborado: (Rodríguez A & Veloz E, 2018).

2.1.13 SOFTWARE DE CÁLCULO: PHASE 2.

Es un programa en dos dimensiones para el análisis de esfuerzos sobre los elementos finitos ya sean plásticos o elásticos para excavaciones en roca o suelo. Este programa puede utilizarse para una alta gama de proyectos de ingeniería que incluye una función de elementos de filtración de aguas subterráneas y análisis de estabilidad de taludes, permitiendo de esta forma modelar los taludes y calcular su factor de seguridad para dar soluciones respecto a las situaciones de riegos que se presentan en los tramos de estudio. Utiliza un criterio de rotura de Morh-Coulomb, Hoek-Brown generalizando criterios de análisis de fuerza para el macizo rocoso.

2.1.14 RESISTENCIAS AL CORTE.

El momento que modificamos el estado tensional del suelo se producen deformaciones que pueden originar una rotura.

“Cuando se trata de analizar la estabilidad de un talud constituidos por suelo naturales o artificiales es necesario valorar la resistencia al esfuerzo cortante de estos el estado tensional en el interior del terreno, ya que inevitablemente se producen estos esfuerzos cortantes”, (IGEM, 1986).

2,1,14,1 CRITERIO DE ROTURA DE MORH COULOMB

El criterio de Morh Coulomb básicamente se centra en explicar la forma en que fallan o se rompen los materiales ya sea suelo o roca. “La teoría establece que los materiales fallan por la combinación crítica de esfuerzo normal y cortante y no solo por la presencia de un esfuerzo máximo normal” (Braja, 2001).

Para el caso del criterio Morh Coulomb, se define el criterio de rotura en función de la tensión tangencial y la tensión normal en un plano. La forma de realizar dicho cálculo se lo representa mediante la siguiente ecuación:

$$\tau = C + \sigma(\tan\varphi)$$

Donde:

c: es una cohesión, una constante que representa la tensión cortante que puede ser resistida sin que no haya ninguna tensión normal aplicada

φ : Angulo de fricción

Γ : tensión tangencial que actúa en un plano de rotura

σ_n : tensión normal que actúa en un plano de rotura

el siguiente grafico representa el criterio de Morh Coulomb en el espacio de tensión normal y tangencial.

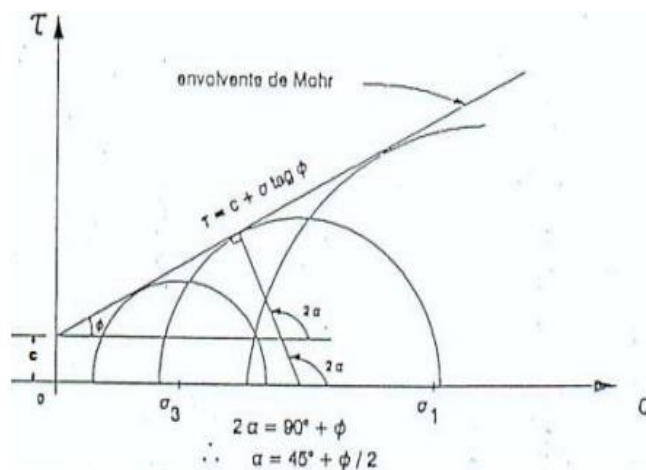


Imagen 6: Representación del criterio de Morh Coulomb en el espacio.
Fuente: (Melentijevic, 2005).

2,1,14,2 ENSAYOS TRIAXIALES Y DE CORTE DIRECTO.

2,1,14,2,1 Ensayo Triaxial

Es un método que se utiliza en geotécnica por ser uno de los más precisos para la determinación de la resistencia al corte del suelo. Para la determinación de los parámetros el testigo de suelo es sometido a una cámara la cual ejerce una presión en tres direcciones de esta forma se efectúan mediciones sobre sus características mecánicas. (Salas, 2011).

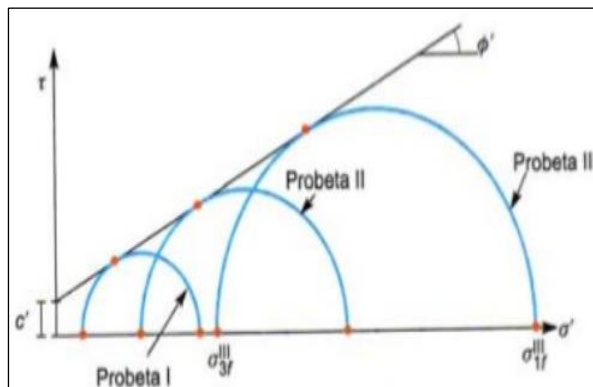


Imagen 7: Círculo de Mohr en rotura de ensayos.
Fuente: (Ingeniería Geológica de Luis Vallejo, 2002).

2,1,14,2,2 Corte directo.

Este ensayo consiste básicamente en determinar la resistencia al corte de un suelo. Esto se logra introduciendo en una caja de sección cuadrada o circular dividida en dos, una muestra del suelo a analizar el cual se le hace deslizar una porción del suelo respecto a otra sobre un plano de falla mientras se aplica una carga normal sobre el plano en movimiento. Ingeniería Geológica. (Vallejo, 2002).

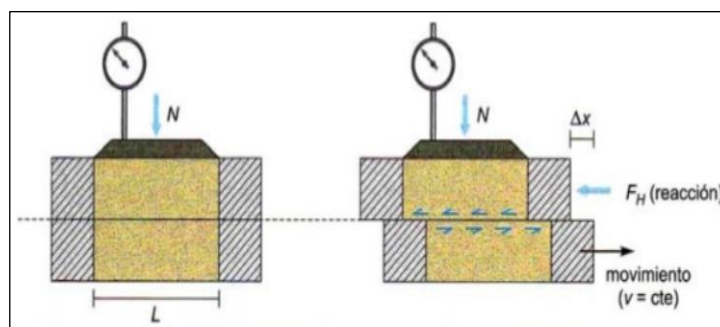


Imagen 8: Esquema del aparato de corte directo.
Fuente: (Ingeniería Geológica de Luis Vallejo, 2002).

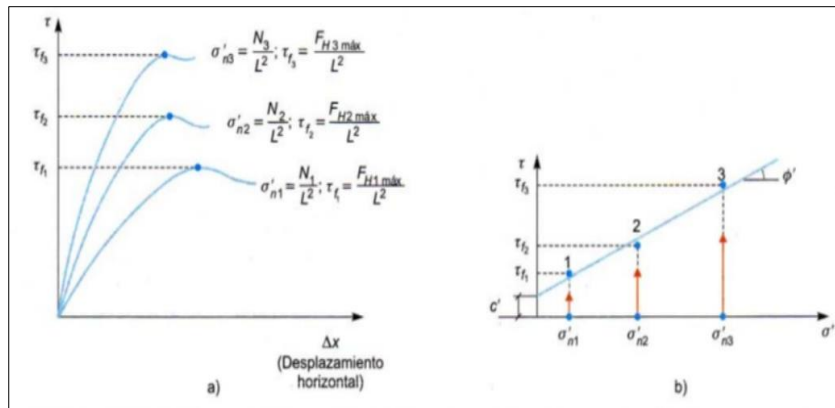


Imagen 9: Obtención de la envolvente de rotura y parámetros de resistencia al corte.

Fuente: (Ingeniería Geológica de Vallejo, 2002).

2.1.15 ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN SUCS Y ASSTHO.

2,1,15,1 Ensayos granulométricos.

“Su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo”, (Espinace, R. 1979). Este ensayo es de mucha importancia ya que su criterio en suelos es muy utilizado en la conformación de la base y sub-base de carreteras.

Para la determinación del coeficiente de uniformidad de los suelos se utiliza la expresión:

- Coeficiente de uniformidad $CU = D_{60}/D_{10}$
- Coeficiente de curvatura $Cz = (D_{30})^2/D_{60} * D_{10}$
- Diámetro efectivo

Donde:

D10= diámetro de tamaño de las partículas correspondientes al 10% de finos.

D60= diámetro de tamaño de las partículas correspondientes al 60% de finos.

D30: diámetro correspondiente al 30% de finos.

- Si $CU < 3$ = muy uniforme
- Si $CU = 10$ arena limosa bien graduada

2,1,15,2 Ensayos de límites.

“Es una medida de resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad y de cada golpe necesario para cerrar el surco corresponde a un esfuerzo cortante cercano a 1 gr/ cm^2 ”, (Casagrande, 1932).

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y EXPERIMENTACIÓN

3.1 Metodología

Para realizar el presente estudio y cumplir todos los objetivos planteados, se estableció la siguiente metodología:

Capítulo 1

Se recopiló información bibliográfica existente de la zona de estudio tanto a nivel local como regional, también de antecedentes históricos que han ocurrido en la zona o en las cercanías de lugar que afectaran de manera directa o indirecta la vía, de igual forma se recurrió al Ministerio de obras públicas MTOP para obtener la información sobre tramos puntuales de la vía como es la topografía de los taludes y los planes de contingencia que tenga propuestos para casos en que la vía sufra afectación. También se consultó toda la información acerca de la terminología que se usará como es deslizamientos, taludes, método de equilibrio límite, canteras y diseño de escombreras etc.

Capítulo II

Una vez recopilada toda la información disponible de la zona de estudio, se inició con la descripción técnica ya establecida por distintos autores sobre deslizamientos, taludes y los distintos métodos para el cálculo del factor de seguridad de los taludes elegidos y se definió el software especializado para el cálculo del factor de seguridad como es el Phase 2. De igual forma para el cálculo de los taludes en roca se aplicará la metodología descrita por Bieniawski RMR. Para la descripción geológica de la zona de estudio, se utilizó como base el mapa geológico de la República del Ecuador 2017.

Capítulo III

Se realizó el trabajo de campo, que consistió en el mapeo local para definir nuestro modelo de evolución geológica de la zona de estudio, se identificaron los puntos donde la vía se encuentra afectada por deslizamientos y hundimientos presentes en el tramo

propuesto. Una vez cuantificados y verificado la magnitud de cada uno de ellos, se determinaron las causas que los generaron y su posible grado de afección.

Los deslizamientos fueron caracterizados para poder definirlos de acuerdo a su geometría, para lo cual se realizó un levantamiento a detalle de cada deslizamiento, toma de datos como: altura, ángulo de inclinación, nivel freático y muestras de suelo que serán analizadas en el laboratorio y se obtendrán datos como: humedad natural, limite líquido, limite plástico y granulometría para realizar la clasificación de SUCS y AASTHO, también se realizara ensayos triaxiales y de corte para la obtención de valores de cohesión y ángulo de fricción. Con esta información podemos establecer los mecanismos detonadores de cada deslizamiento y proponer una manera de mitigarlos.

En forma conjunta se realizó la búsqueda de posibles zonas para escombreras, donde se depositará el material que se extraerá cuando se ejecute alguna obra de remediación. También se buscó una cantera que proporcione el material adecuado para la remediación de la vía.

Capitulo IV

Con los resultados de campo y laboratorio obtenidos procesados en oficina, se realiza el mapa geológico de la zona y el cálculo del factor de seguridad de los taludes seleccionados con un software especializado. Se determinó los lugares aptos para escombreras y el sitio que servirá como cantera. Con toda la información obtenida se determinaron conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación de acuerdo a los objetivos plateados.

3.2 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA.

3.2.1 Formación mera

3,2,1,1 Lahares.

Estos materiales provenientes del volcán Sangay, se los puede observar en los primeros kilómetros de la vía ubicados lo largo del rio Jurumbaino. Presentan un color gris oscuro con un matriz fuertemente consolidada con bloques dispuestos en forma aleatoria y de distintos diámetros que van desde los 30 cm hasta los 3 cm con un diámetro aproximadamente de 200 cm en su parte más representativa y de 0.50 cm en su menor diámetro.

P1 Margen izquierdo de la vía

Coordenadas UTM-WGS-84

X 813707

Y 9749330



Lahares de una potencia aproximada de 1 metro

Fotografía 2: Lahares ubicado al margen derecho de la vía.

3,2,1,2 Coluviales

Se encuentran ubicados en toda la zona de estudio, son resultantes de la meteorización y erosión de los cerros cercanos. Estos materiales se encuentran depositados sobre la formación Mera y la Unidad Upano.

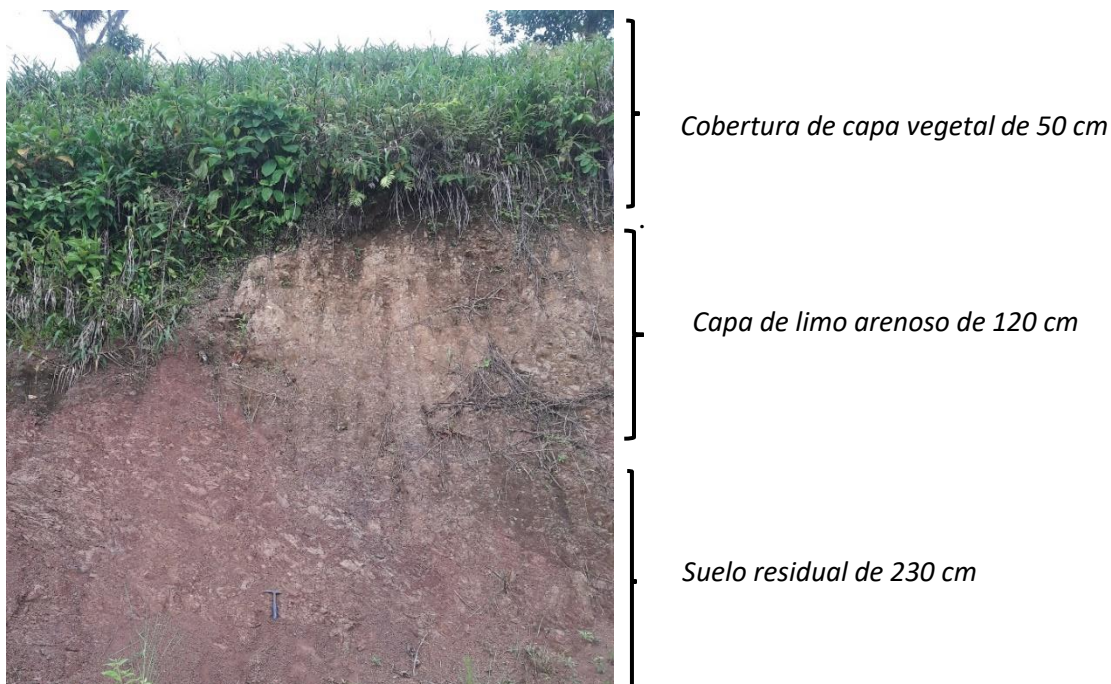
P2 Margen izquierdo de la vía

Coordenadas UTM-WGS-84

X 813707

Y 9749330

En la siguiente fotografía se puede observar un afloramiento de 4 metros de potencia y 12 metros de ancho el cual se encuentra medianamente alterado, de matriz fino granular con un 90% de suelo aproximadamente y un 10% de roca dispuestas de forma aleatoria característicos de los coluviales con espesores estimados de 50 cm de cobertura vegetal, 120 cm de una capa de limo arenoso y 230 cm de suelo residual.



Fotografía 3: Material coluvial ubicado margen derecho de la vía.

3,2,1,3 Unidad Upano

La unidad Upano es una subdivisión de la división salado perteneciente a la cordillera real esta se caracteriza por tener materiales andesitas, grauvacas y esquistos pelíticos como grafiticos. En el tramo de estudio se encontró principalmente esquistos pelíticos de color negro con planos de esquistosidad bien definidos.

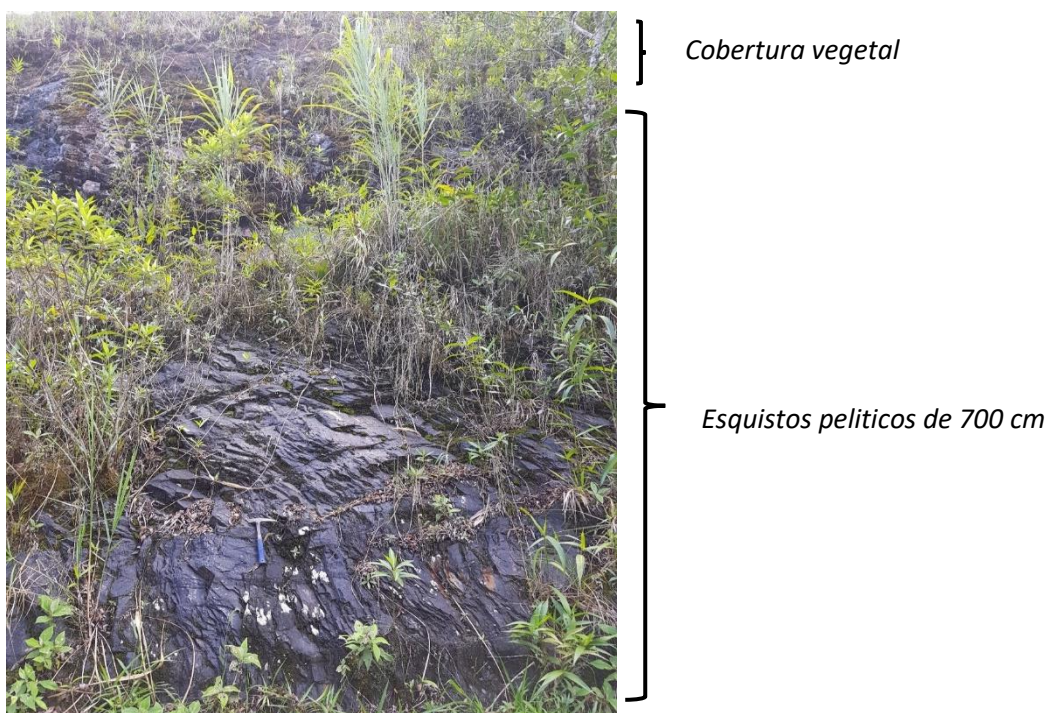
P3 Margen derecho de la vía

Coordenadas UTM- WGS-84

X 811843

Y 9750575

En la fotografía se puede observar un afloramiento metamórfico de grado bajo de esquistos pelíticos de aproximadamente 7 metros de alto y 25 de ancho donde se puede visualizar sus planos de esquistosidad bien establecidos productos del empuje constante que ejerce la cordillera real que han causado que la roca pase de tener plano de estratificación a planos de esquistosidad.



Fotografía 4: Esquistos pelíticos de la unidad upano.

3,2,1,4 Cuarcita esquistosa

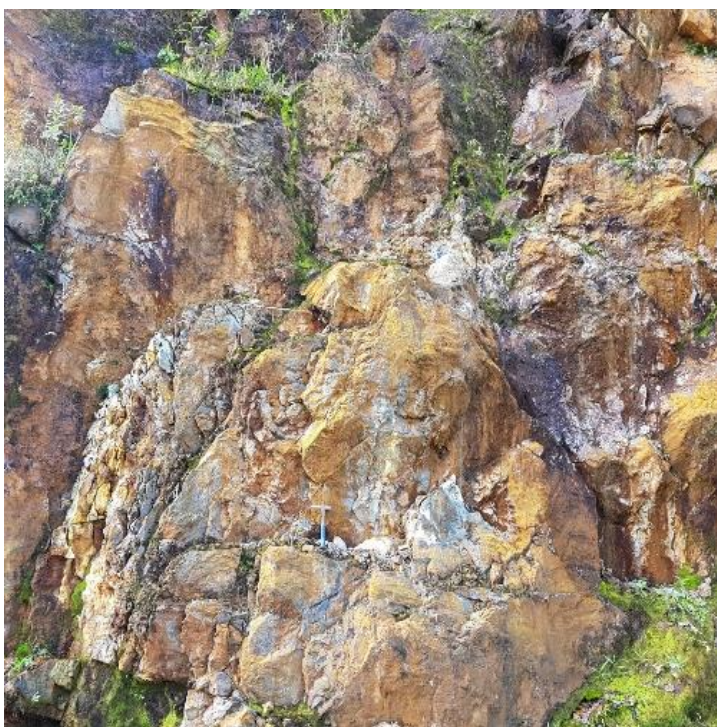
P4 Margen derecho de la vía

Coordenadas UTM- WGS-84

X 810867

Y 9751205

En un tramo de la vía se puede observar un complejo metamórfico dentro de la cual tenemos la presencia de una cuarcita esquistosa que aflora con una altura de 20 metros y 30 metros de ancho, se encuentra medianamente meteorizado, con una variedad de color gris claro a gris amarillento producto de la alteración que ha sufrido por los agentes externos como el agua y viento, se puede evidenciar la presencia de grietas de retracción formando rocas paralelas (fracturas) y prismáticas que se producen debido al enfriamiento que sufre la roca. Presenta 4 familias de discontinuidades que producen un elevado fracturamiento en la roca.



Fotografía 5: Cuarcita esquistosa.

3,2,1,5 Intrusivo

P5 Margen derecho de la vía

Coordenadas UTM- WGS-84

X 811843

Y 9750575

Aflora el batolito del Colimbo, tipo granodiorita, presenta un grado de meteorización mediana y alta, de textura fanerítica de grado fino uniforme con una química intermedia de composición félsica. Tiene una potencia 20 metros de ancho por 10 metros de alto.



Fotografía 6: Intrusivo meteorizado.

3.3 Estructuras

En el tramo de estudio se pueden visualizar un afloramiento rocoso de potencia considerable y representativas, un Dique ubicado en las coordenadas X 810867 Y 9751205 en el cual se pudieron identificar estructuras con lineamientos rumbo NNE, que coinciden con el rumbo de la cordillera real.

En los macizos rocosos presentes en la zona de estudio se pudieron observar familias de diaclasa bien diferenciadas, de las cuales se tomaron un total de 5 medidas estructurales. Los datos obtenidos se digitalizaron en el programa DIPS.

Coordenadas			DATOS
DESCRIPCION	X	Y	
Cuarcita esquistosa			89/13
			15/70
			347/74
			110/82
			330/25

Tabla 4: Datos estructurales.

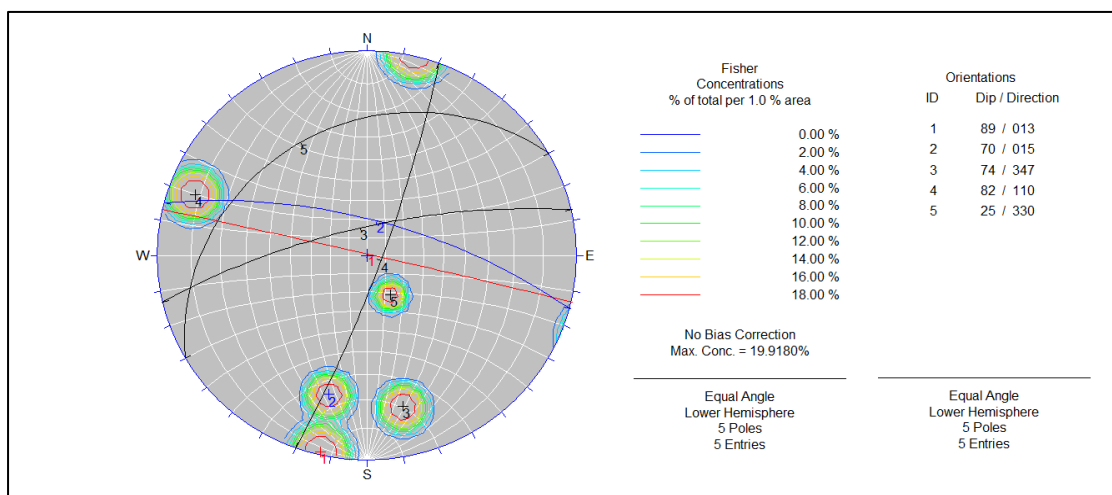


Imagen 10: Estructuras y Familia de diaclasas
Elaborado: (Rodríguez A. & Veloz E, 2018).

Se puede visualizar la ocurrencia de 4 familias de discontinuidades que afectan a todo el macizo rocoso generando una probabilidad de falla en cuña o planar lo que produce un alto grado de fracturamiento característicos de estos afloramientos.

- J1: 70/015
- J2: 74/347
- J3: 82/110
- J4: 25/330

3.4 MODELO GEOLÓGICO

Es el resultado de mapeo de campo, a una escala 1:4000, donde están representadas las formaciones presentes en la zona de estudio.

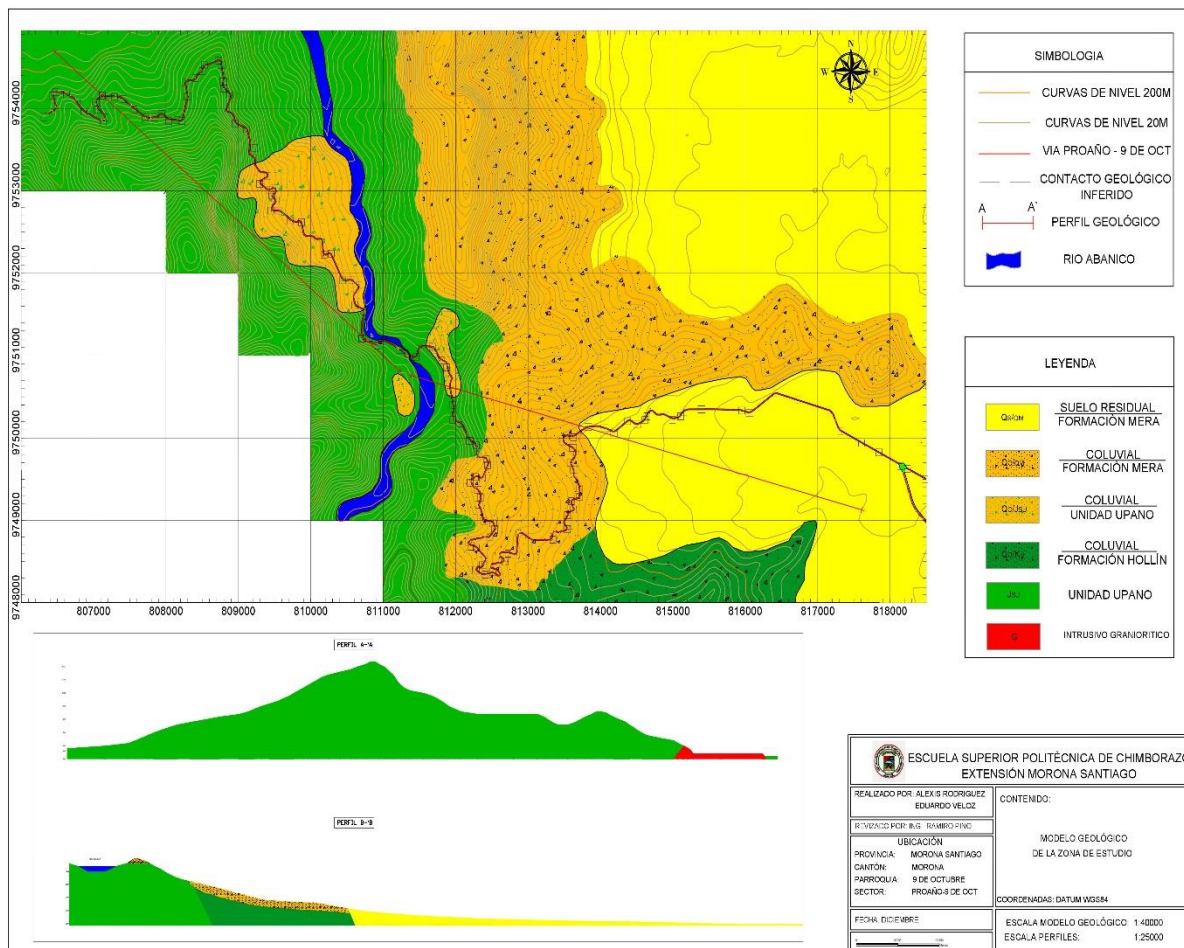


Imagen 11: Mapa Geológico local de la zona de estudio
 Elaborado: (Rodríguez A. & Veloz E. 2018).

3.5 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA VÍA.

Abscisas 114+840 – 106+600 en los primeros kilómetros de la zona de estudio a los márgenes de la carretera se puede visualizar una planicie con pendiente que van desde cero hasta aproximadamente 35 grados, que en su mayoría son suelos residuales depositados sobre la formación mera, además pequeños depósitos de material coluvial resultante de la erosión y meteorización.

Abscisas 106+600 – 101+220 a medida que se avanza se puede observar cómo va aflorando la unidad upano perteneciente a la división salado de la cordillera real, que básicamente presenta esquistos pelíticos con abundante cerecita y moscovita con un grado de meteorización desde medio a alto.

Abscisas 101+220 – 101+100 se puede observar un contacto entre los esquistos y una cuarcita esquistosa dentro de un complejo metamórfico. Presenta un color gris oscuro altamente fracturado y con un grado de meteorización intermedio generado por la exposición a agentes naturales principalmente el agua.

Abscisas 101+100 – 99+000 en esta parte de la vía se puede visualizar clastos de material intrusivo de tipo granodiorita con pequeños destellos de plagioclasas y feldespatos potásicos, las dimensiones de los bloques van desde 30 cm hasta los 2 metros aproximadamente los cuales se encuentran con un grado de alteración bajo a alto en algunas cosas la roca se encuentra completamente descompuesta pasando de roca a suelo. De igual forma se pudo visualizar la presencia de filitas con pequeños minerales moscovíticos y clorita.

Abscisas 99+00 – 94+640 afloraran esquistos pelíticos, a medida que se disminuye en cota el tamaño de los bloques que conforman la matriz del coluvial van aumentando considerablemente pasando de un diámetro desde 30 cm hasta 100 cm, los cuales presentan una meteorización mayor.

Abscisas 94+650 – 94+620 se puede evidenciar la presencia del intrusivo de tipo granodiorita en este tramo presenta un mayor grado de meteorización.

Abscisas 94+620 – 92+000 afloran los esquistos pelíticos recubiertos por material de tipo coluvial de igual manera se encuentra medianamente meteorizado.

3.6 HUNDIMIENTOS EN LA CALZADA.

En todo el tramo de estudio se pudo observar la presencia de hundimientos en la calzada algunos casi imperceptibles por los vehículos y otros que han causado incluso la inhabilitación de un carril. Realizando inspecciones de campo se pudo evidenciar la magnitud de cada uno de ellos y determinar de esa forma cuales fueron las principales causas que los generaron.

En su gran mayoría los hundimientos de magnitud media a baja fueron generados por la falta de un sistema de drenaje adecuado que evacue las aguas superficiales y subterráneas que provocan que el material en su mayoría arcilla y limo se saturen y ocasionen dichos hundimientos, así también la inadecuada compactación de las capas que conforman la vía. Para el caso de los hundimientos de magnitudes considerables que generan problemas en la circulación vehicular incluso el cierre de un carril se produjeron por la mala compactación del suelo y conformación de las capas al momento de realizar la vía y la colocación de la capa asfáltica y de igual forma la falta de un sistema adecuado de drenaje.

LA NORMA ECUATORIANA DE VIALIDAD 2013 establece los parámetros a tomar en cuenta para la conformación de una vía y son: el flujo vehicular y el tipo de material. De acuerdo a estos parámetros se diseña la vía y los espesores de cada base que la conformarán.



Fotografía 7: Modelo de un diseño de calzada.
Fuente: (Consejo Provincial de Morona Santiago, 2018).

3.6.1 Descripción de los hundimientos

Hundimiento 1

A lo largo del tramo de estudio se puede observar pequeños hundimientos que no presentan mayor desnivel con respecto a la capa asfáltica, en algunos casos el rango de mayor desnivel es de 5 cm como el que se encuentra ubicado en el kilómetro 93+300, en estos casos el principal mecanismo gatillador es el agua, que al no tener canales de desagua filtran directamente por los suelos de la calzada lavando el material fino granular que se encuentra por debajo del mejoramiento de la vía, haciendo que este pierda resistencia y falle. Para evitar que la calzada se vea afectada en un mayor grado es recomendable colocar drenes a lo largo de los taludes para que estos escurran las aguas subterráneas y superficies evitando de esta manera que el suelo se sature y ocasione problemas mayores a largo plazo.



Fotografía 8: Hundimiento pequeño

Hundimiento 2

Ubicado en la abscisa 103+170, presenta mayor grado de afección (30cm desnivel) ocasionando el cierre de un carril de circulación. Este es generado principalmente por el mal diseño de la calzada, la falta de una adecuada compactación del suelo y una pendiente desfavorable ubicada al margen derecho que favorece que se desplace la vía a medida que el tránsito circula y las precipitaciones se hacen constantes. Se debe tomar medidas de

remediación las cuales deberán ser: retirar la capa asfáltica, la base y mejorar la sub base con material adecuado como lo exige la NORMA ECUATORIANA DE VIABILIDAD (NEVI) y colocar una nueva capa asfáltica; además se recomienda colocar un muro de pantalla con sus respectivos drenes que evitara que la vía se desplazase hacia el margen derecho.



Fotografía 9: Hundimiento de mayor magnitud.

3.7 ENSAYOS DE LABORATORIO

Para el análisis respectivo de las muestras de cada talud, se realizó la recolección de material en proporciones adecuadas para garantizar los resultados.

Para cada talud se tomó un aproximado de 3 kg de suelo para su respectivo ensayo en donde se realizará la obtención de los parámetros de humedad, peso del material, análisis granulométricos, plasticidad y limite líquido, para obtener resultados de cada material de acuerdo al criterio de SUCS y AASTHO.

TALUD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ABSCISA	109+180	108+840	107+880	107+560	106+980	105+480	103+180	95+640	95+000	94+240

Tabla 5: Taludes analizados.

3.7.1 Obtención del peso húmedo y lavado de la muestra.

Para este procedimiento se extrajo una porción representativa de la muestra para lo cual se cuarteo la muestra tratando de realizarlo de la manera más homogénea para luego una parte de esta ser pesada y obtener el peso húmedo, una vez tomado el dato de la humedad

se procede a realizar el lavado de la muestra hasta eliminar todo el material que pase sobre un tamiz 200 de esta forma la muestra quedara lista para secarle 24 horas en un horno eléctrico a una temperatura de 110 grados centígrados.



Fotografía 11: Cuarteo de la muestra



Fotografía 10: Lavado de la muestra



Fotografía 12: Secado de la muestra horno



Fotografía 13: Secado de la muestra ambiente

3.7.2 Análisis de granulometría

Una vez seca todas las muestras en el horno por 24 horas, se procede a realizar el tamizado para determinar su granulometría haciendo pasar la muestra desde el tamiz 3/8 hasta el tamiz <200 pasando por los tamices 100mm, 80mm, 50mm, 40mm, 10mm, 8mm, 4mm, 1/2mm, 3/8mm y 3/4mm, pesando cada parte de la muestra que se vayan quedado en los distintos tamices hasta obtener un peso total para al final realizar el cálculo granulométrico. Este dato nos permitirá saber qué tipo de material es el que se encuentra presente en cada deslizamiento.



Fotografía 14: Tamices utilizados



Fotografía 15: Preparación muestra

3.7.3 Plasticidad- limite liquido

Una vez transcurrido el tiempo necesario para que la muestra se seque al ambiente, se procede a realizar un tamizado en el tamiz 40 hasta obtener un peso de 100 gramos de la muestra, colocamos una cantidad de 15 a 20 ml de agua hasta alcanzar el grado de saturación y dejarla reposar por 24 horas. Trascendido el tiempo procedemos a colocar un parte en la copa Casagrande hasta formar una pastilla de espesor no mayor a 12mm, realizamos un corte por la parte media de la muestra y procedemos a dar golpes hasta que la muestra se cierre y tomar un total de 2 a 3 puntos, el primer punto tiene que cerrarse en un rango de 28 a 34 golpes el segundo en 21 a 24 y el último punto en 17 a 19 golpes una vez realizado se procede a pesar cada uno de los puntos y se introduce al horno para su secado. Para la plasticidad de una parte sobrante se realiza un churo de la muestra hasta obtener un de 7 cm de largo, se divide en 3 y se pesa la muestra.



Fotografía 17: Copa Casagrande



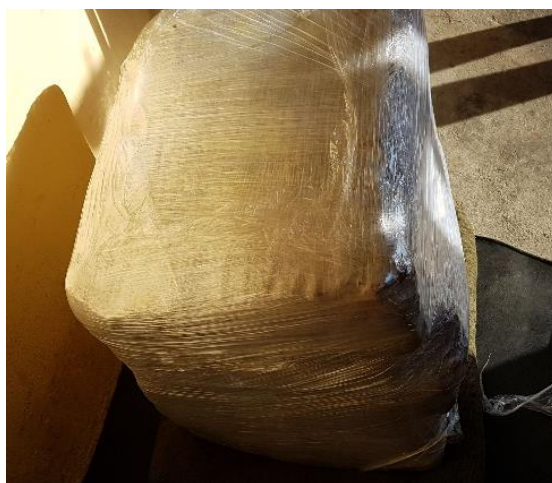
Fotografía 16: Obtención limite plástico

3.7.4 Procedimiento de los ensayos triaxiales

Se definieron los taludes de los cuales se tomarán los datos para dicho ensayo, el talud 3 ubicado en la abscisa 107+880 y el talud 10 ubicado en 94+240. Realizando una calicata de 2 metros cúbicos para extraer un testigo el cual tiene que encontrarse en estado natural es decir no tiene que estar alterada. Se trasporta al lugar donde se realizará los ensayos triaxiales. Una vez en el laboratorio se procede a tallar la muestra hasta dejarle de las dimensiones correctas que básicamente es en una forma cilíndrica de 25 cm de alto por 12 de diámetro, un total de 3 muestras se tallaron del mismo talud las cuales serán sometidas al ensayo hasta obtener los parámetros de cohesión y fricción.



Fotografía 18: Tallado de la muestra



Fotografía 19: Embalado de la muestra para envío



Fotografía 20: Tallado de la muestra



Fotografía 21: Testigo sometido al ensayo



Fotografía 22: Muestras después del ensayo

3.8 CANTERAS Y ESCOMBRERAS

Parte importante de la investigación se propuso buscar posibles lugares que sean factibles para utilizarlas como escombreras y canteras.

3.8.1 Escombrera.

Para la deposición del material que en caso de que se ejecute alguna obra de reparación de los taludes se puede colocar en dichos lugares, que de ser posibles tendrían que ubicarse en las cercanías de lugar. Mediante una búsqueda de campo se pudo encontrar un lugar ubicado en las siguientes coordenadas 811581/9751106 que por sus dimensiones se podría verter volúmenes considerables de material.



Fotografía 23: Posible ubicación de la escombrera

3.8.2 Cantera.

Se determinaron dos zonas que presentan las condiciones necesarias para la extracción de material, una de ellas se encuentra ubicado en las coordenadas 802752/9752529 perteneciente al rio abanico, y la otra se ubica en las coordenadas 822000/9745200 perteneciente al rio Upano.



Fotografía 24: Posible cantera

3.9 DESLIZAMIENTOS.

Se realizó una ficha de campo para cada uno de los deslizamientos permitiendo de esta manera conocer en forma breve las características de los mismos. A continuación, se describe cada sitio.

TALUD	COORDENADAS		TIPO DESLIZAMIENTO	C.SUCS	C.ASTHO
	X	Y			
1	9749628	813617	ROTACIONAL	MH	A6
2	9749491	813662	ROTACIONAL	CL	A7
3	9749330	813707	ROTACIONAL	CL	A4
4	9748763	813234	ROTACIONAL	GM	A2
5	9748611	812641	ROTACIONAL	OH	A6
6	9748781	812320	TRASLACION	CH	A7
7	9750346	811964	ROTACIONAL	OL	A2
8	9754517	808762	TRASLACION	OL	A4
9	9754272	808276	TRASLACION	OH	A5
10	9753883	807784	TRASLACION	GM	A1

Tabla 6: Deslizamientos.
fuente: (Rodríguez A, Veloz E, 2018).

3.10 MAPA DE UBICACIÓN DE DESLIZAMIENTO.

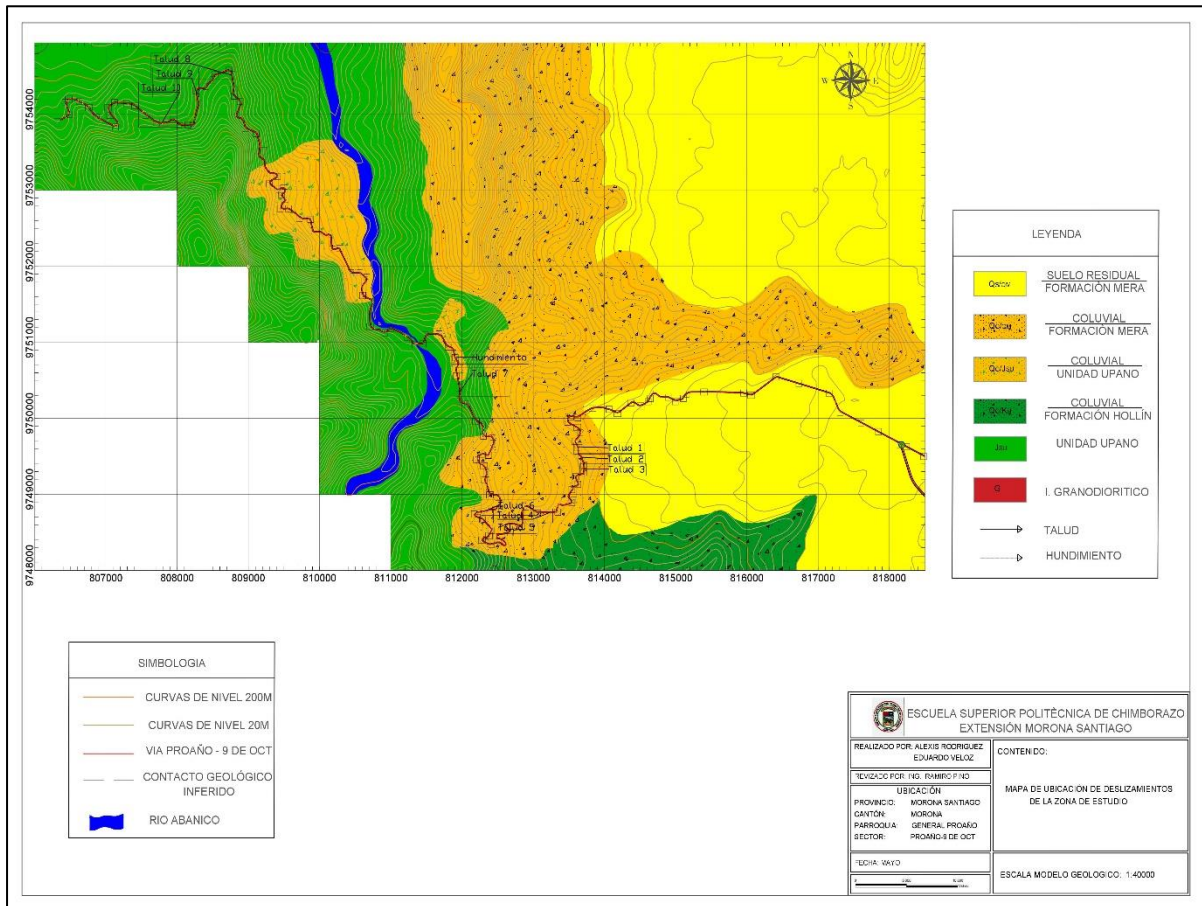


Imagen 12: Mapa de deslizamientos.
 Fuente: (Rodríguez A, Veloz E, 2018).

3.11 FICHA DE DESLIZAMIENTOS.

Talud: N: 1

Provincia: Morona Santiago

INSTITUCIÓN: ESPOCH

COORDENADAS: 9749628/813617

SECTOR: 9 de octubre Alshi

PROYECCIÓN: WGS-84

REALIZADO POR: ALEXIS R. EDUARDO V.

Tipo deslizamiento		Material			Protolito del material			
C L A S I F I C A C I O N	Rotación	<input checked="" type="checkbox"/>	Roca	<input checked="" type="checkbox"/>	10	HUMEDAD	Ígneo	<input type="checkbox"/>
	Translación	<input type="checkbox"/>	Suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	90	Seco	<input type="checkbox"/>	
	Vuelco	<input type="checkbox"/>	Tipo suelo			Húmedo	<input type="checkbox"/>	
	Caída	<input type="checkbox"/>				Muy húmedo	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Flujos	<input type="checkbox"/>	Grava		23.6%	Mojado	<input type="checkbox"/>	
	Complejos	<input type="checkbox"/>	Arena		35.5%	PLASTICIDAD	<input type="checkbox"/>	
			Finos		40.9%	Alta	<input checked="" type="checkbox"/>	
					Media	<input type="checkbox"/>		
					Baja	<input type="checkbox"/>		
					NP	<input type="checkbox"/>		
					Clasificación del material			
					Clasificación SUCS	Sistema clasificación		
					MH	Varnes 1978		
					Clasificación AASTHO	Tipo deslizamiento		
					A6 Fino Malo	Rotación		
C A U S A S	Detonantes	<input type="checkbox"/>	Esquema			Fotografía		
	Sismos	<input type="checkbox"/>						
	Lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>						
	Excavación base talud	<input type="checkbox"/>						
	Falta de drenaje	<input checked="" type="checkbox"/>						
Condiciones	<input type="checkbox"/>							
Intacto	<input type="checkbox"/>							
Alterado	<input checked="" type="checkbox"/>							
Meteorizado	<input type="checkbox"/>							

Ficha 1: Talud 1.

Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

MH: limos orgánicos, suelos finos arenosos de calidad regular a mala.

Talud: N: 2

Provincia: Morona Santiago


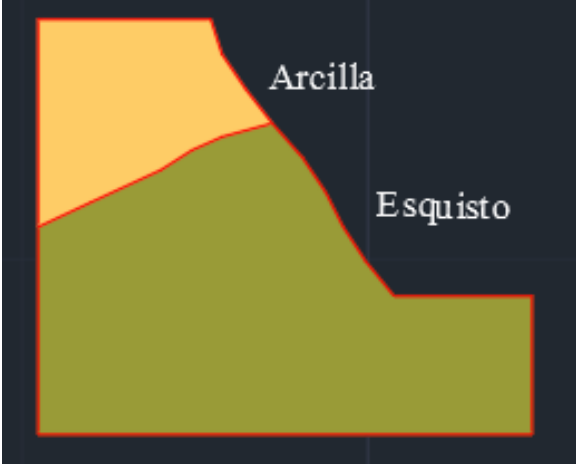
INSTITUCIÓN: ESPOCH

COORDENADAS: 9749491/813662

SECTOR: 9 de octubre Alshi

PROYECCIÓN: WGS-84

REALIZADO POR: ALEXIS R. EDUARDO V.

	Tipo deslizamiento	Material			Protolito del material										
C L A S I F I C A C I O N	Rotación	<input checked="" type="checkbox"/>	Roca	<input checked="" type="checkbox"/>	10	Ígneo Sedimentario Metamórfico Coluvial									
	Traslación	<input type="checkbox"/>	Suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	90										
	Vuelco	<input type="checkbox"/>	Tipo suelo				Clasificación del material <table border="1"> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td>Sistema clasificación</td> </tr> <tr> <td>CL</td> <td>Varnes 1973</td> </tr> <tr> <td>Clasificación AASTHO</td> <td>Tipo deslizamiento</td> </tr> <tr> <td>A7 Fino regular</td> <td>Rotación</td> </tr> </table>	Clasificación SUCS	Sistema clasificación	CL	Varnes 1973	Clasificación AASTHO	Tipo deslizamiento	A7 Fino regular	Rotación
	Clasificación SUCS	Sistema clasificación													
	CL	Varnes 1973													
	Clasificación AASTHO	Tipo deslizamiento													
	A7 Fino regular	Rotación													
Caída	<input type="checkbox"/>	Grava		21.23%											
Flujos	<input type="checkbox"/>	Arena		34.97%											
Complejos	<input type="checkbox"/>	Finos		43.81%											
			HUMEDAD			PLASTICIDAD									
					Alta										
					Media										
					Baja										
					NP										
C A U S A S	Detonantes	<input type="checkbox"/>	Esquema			Fotografía 									
	Sismos	<input type="checkbox"/>													
	Lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>													
	Excavación base talud	<input checked="" type="checkbox"/>													
	Falta de drenaje	<input type="checkbox"/>													
	Condiciones	<input type="checkbox"/>													
Intacto	<input type="checkbox"/>														
Alterado	<input checked="" type="checkbox"/>														
Meteorizado	<input type="checkbox"/>														

Ficha 2: Talud 2.

Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

CL: Arcillas orgánicas de baja a mediana plasticidad.

Talud: N: 3

Provincia: Morona Santiago

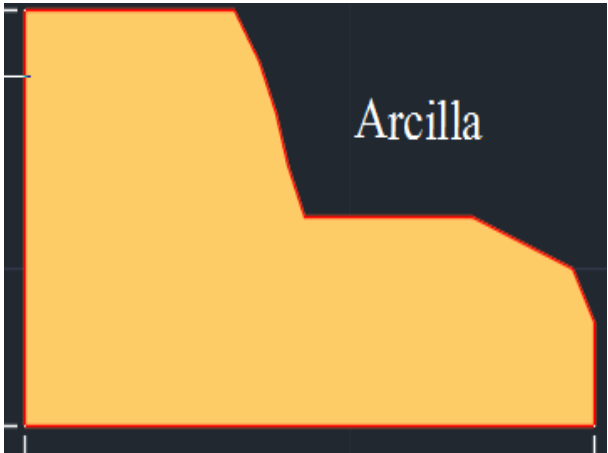

INSTITUCIÓN: ESPOCH

COORDENADAS:9749330/813707

SECTOR: 9 de octubre Alshi

PROYECCIÓN: WGS-84

REALIZADO POR: ALEXIS R. EDUARDO V.

Tipo deslizamiento		Material			Protolito del material			
C L A S I F I C A C I O N	Rotación	<input checked="" type="checkbox"/>	Roca	<input checked="" type="checkbox"/>	5	HUMEDAD	Ígneo	<input type="checkbox"/>
	Translación	<input type="checkbox"/>	Suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	95	Seco	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Vuelco	<input type="checkbox"/>	Tipo suelo			Húmedo	<input type="checkbox"/>	
	Caída	<input type="checkbox"/>	Grava		0.82%	Muy húmedo	<input type="checkbox"/>	
	Flujos	<input type="checkbox"/>	Arena		1.61%	Mojado	<input type="checkbox"/>	
	Complejos	<input type="checkbox"/>	Finos		97.58%	PLASTICIDAD	<input type="checkbox"/>	
						Alta	<input type="checkbox"/>	
					Media	<input checked="" type="checkbox"/>		
					Baja	<input type="checkbox"/>		
					NP	<input type="checkbox"/>		
					Clasificación del material			
					Clasificación SUCS	Sistema clasificación		
					CL	Varnes 1973		
					Clasificación AASTHO	Tipo deslizamiento		
					A4 fino regular	Rotación		
C A U S A S	Detonantes	<input type="checkbox"/>	Esquema			Fotografía		
	Sismos	<input type="checkbox"/>						
	Lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>						
	Excavación base talud	<input checked="" type="checkbox"/>						
	Falta de drenaje	<input type="checkbox"/>						
Condiciones	<input type="checkbox"/>							
Intacto	<input type="checkbox"/>							
Alterado	<input checked="" type="checkbox"/>							
Meteorizado	<input type="checkbox"/>							

Ficha 3: Talud 3.

Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

CL: Arcillas orgánicas de baja a mediana plasticidad.

Talud: N: 4

Provincia: Morona Santiago

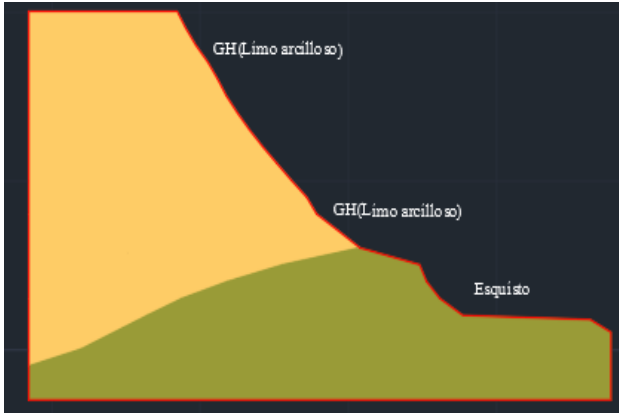

INSTITUCIÓN: ESPOCH

COORDENADAS:9748763/813234

SECTOR: 9 de octubre Alshi

PROYECCIÓN: WGS-84

REALIZADO POR: ALEXIS R. EDUARDO V.

Tipo deslizamiento		Material				Protolito del material									
C L A S I F I C A C I O N	Rotación	<input checked="" type="checkbox"/>	Roca	<input checked="" type="checkbox"/>	30	HUMEDAD	<input type="checkbox"/>	Ígneo Sedimentario Metamórfico Coluvial							
	Translación	<input type="checkbox"/>	Suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	70	Seco	<input checked="" type="checkbox"/>								
	Vuelco	<input type="checkbox"/>	Tipo suelo			Húmedo	<input type="checkbox"/>								
	Caída	<input type="checkbox"/>	Grava		24.16%	Muy húmedo	<input type="checkbox"/>								
	Flujos	<input type="checkbox"/>	Arena		69.67%	Mojado	<input type="checkbox"/>								
	Complejos	<input type="checkbox"/>	Finos		6.71%	PLASTICIDAD	<input type="checkbox"/>								
						Alta	<input type="checkbox"/>								
					Media	<input checked="" type="checkbox"/>									
					Baja	<input type="checkbox"/>									
					NP	<input type="checkbox"/>									
						Clasificación del material <table border="1"> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td>Sistema clasificación</td> </tr> <tr> <td>GM</td> <td>Varnes 1973</td> </tr> <tr> <td>Clasificación AASTHO</td> <td>Tipo deslizamiento</td> </tr> <tr> <td>A2 Granular Bueno</td> <td>Rotación</td> </tr> </table>		Clasificación SUCS	Sistema clasificación	GM	Varnes 1973	Clasificación AASTHO	Tipo deslizamiento	A2 Granular Bueno	Rotación
Clasificación SUCS	Sistema clasificación														
GM	Varnes 1973														
Clasificación AASTHO	Tipo deslizamiento														
A2 Granular Bueno	Rotación														
C A U S A S	Detonantes	<input type="checkbox"/>	Esquema 				Fotografía 								
	Sismos	<input checked="" type="checkbox"/>													
	Lluvias	<input type="checkbox"/>													
	Excavación base talud	<input type="checkbox"/>													
	Falta de drenaje	<input checked="" type="checkbox"/>													
Condiciones	<input type="checkbox"/>														
Intacto	<input checked="" type="checkbox"/>														
Alterado	<input type="checkbox"/>														
Meteorizado	<input type="checkbox"/>														

Ficha 4: Talud 4.

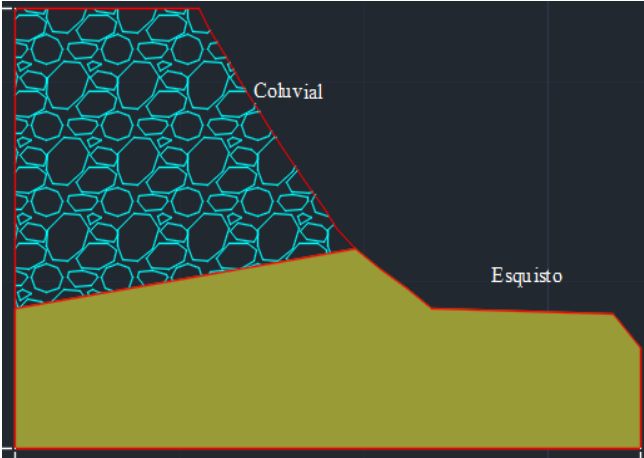

Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

GM: Limos arcilloso de muy baja plasticidad.

Talud: N: 5
9748611/812641

Provincia: Morona Santiago
SECTOR: 9 de octubre Alshi
PROYECCIÓN: WGS-84

INSTITUCIÓN: ESPOCH COORDENADAS:
REALIZADO POR: ALEXIS R. EDUARDO V.

Tipo deslizamiento		Material				Protolito del material			
C L A S I F I C A C I O N	Rotación	<input checked="" type="checkbox"/>	Roca	<input checked="" type="checkbox"/>	10	HUMEDAD	<input type="checkbox"/>	Ígneo	<input type="checkbox"/>
	Translación	<input type="checkbox"/>	Suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	90	Seco	<input type="checkbox"/>	Sedimentario	<input type="checkbox"/>
	Vuelco	<input type="checkbox"/>	Tipo suelo			Húmedo	<input checked="" type="checkbox"/>	Metamórfico	<input type="checkbox"/>
	Caída	<input type="checkbox"/>	Grava		21.25%	Muy húmedo	<input type="checkbox"/>	Coluvial	<input checked="" type="checkbox"/>
	Flujos	<input type="checkbox"/>	Arena		24.43%	Mojado	<input type="checkbox"/>	Clasificación del material	
	Complejos	<input type="checkbox"/>	Finos		54.33%	PLASTICIDAD	<input type="checkbox"/>	Clasificación SUCS	Sistema clasificación
						Alta	<input checked="" type="checkbox"/>	OH	VARNES 1976
					Media	<input type="checkbox"/>	Clasificación AASTHO	Tipo deslizamiento	
					Baja	<input type="checkbox"/>	A6 Fino Malo	Rotación	
					NP	<input type="checkbox"/>			
C A U S A S	Detonantes	<input type="checkbox"/>	Esquema				Fotografía		
	Sismos	<input type="checkbox"/>							
	Lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Excavación base talud	<input type="checkbox"/>							
	Falta de drenaje	<input checked="" type="checkbox"/>							
Condiciones	<input type="checkbox"/>								
Intacto	<input type="checkbox"/>								
Alterado	<input checked="" type="checkbox"/>								
Meteorizado	<input type="checkbox"/>								

Ficha 5: Talud 5.

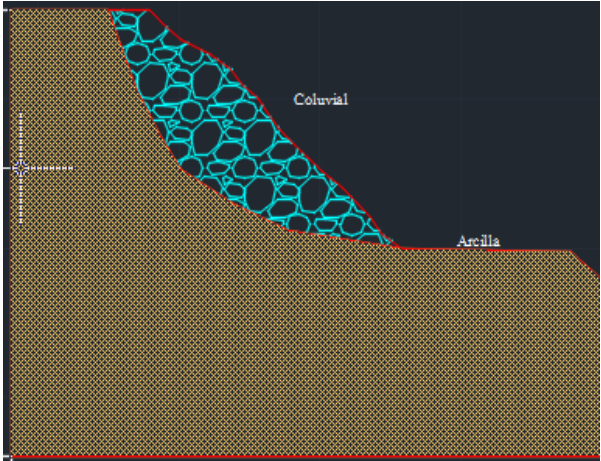

Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

OH: Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta.

Talud: N: 6
9748781/812320

Provincia: Morona Santiago
SECTOR: 9 de octubre Alshi
PROYECCIÓN: WGS-84

INSTITUCIÓN: ESPOCH COORDENADAS:
REALIZADO POR: ALEXIS R. EDUARDO V.

Tipo deslizamiento		Material		Protolito del material									
CLASIFICACION	Rotación	<input type="checkbox"/>	Roca <input checked="" type="checkbox"/>	HUMEDAD	<input type="checkbox"/>								
	Traslación	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Seco	<input type="checkbox"/>								
	Vuelco	<input type="checkbox"/>		Húmedo	<input type="checkbox"/>								
	Caída	<input type="checkbox"/>		Muy húmedo	<input checked="" type="checkbox"/>								
	Flujos	<input type="checkbox"/>	Tipo suelo	Mojado	<input type="checkbox"/>								
	Complejos	<input type="checkbox"/>	Grava <input type="checkbox"/>										
			Arena <input type="checkbox"/>	PLASTICIDAD									
		Fino <input type="checkbox"/>	Alta <input checked="" type="checkbox"/>										
			Media <input type="checkbox"/>										
			Baja <input type="checkbox"/>										
			NP <input type="checkbox"/>										
				Clasificación del material <table border="1"> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td>Sistema clasificación</td> </tr> <tr> <td>CH</td> <td>Varnes 1976</td> </tr> <tr> <td>Clasificación AASTHO</td> <td>Tipo deslizamiento</td> </tr> <tr> <td>A7 Fino Malo</td> <td>Traslación</td> </tr> </table>		Clasificación SUCS	Sistema clasificación	CH	Varnes 1976	Clasificación AASTHO	Tipo deslizamiento	A7 Fino Malo	Traslación
Clasificación SUCS	Sistema clasificación												
CH	Varnes 1976												
Clasificación AASTHO	Tipo deslizamiento												
A7 Fino Malo	Traslación												
CAUSAS	Detonantes	<input type="checkbox"/>	Esquema 										
	Sismos	<input type="checkbox"/>											
	Lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>											
	Excavación base talud	<input type="checkbox"/>											
	Falta de drenaje	<input checked="" type="checkbox"/>											
CONDICIONES	Condiciones	<input type="checkbox"/>											
	Intacto	<input type="checkbox"/>											
	Alterado	<input checked="" type="checkbox"/>											
	Meteorizado	<input type="checkbox"/>											
		Fotografía 											

Ficha 6: Talud 6.

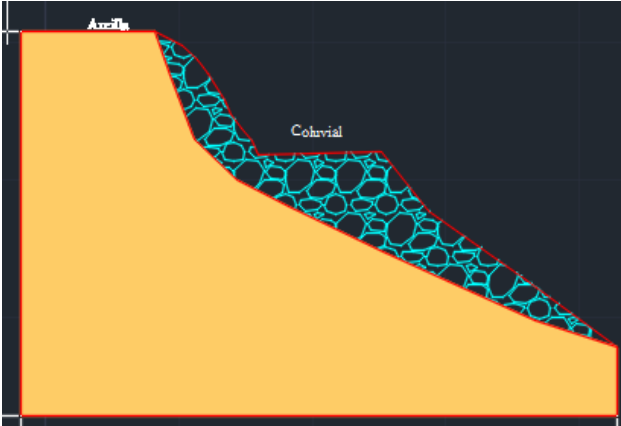

Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

CH: Arcillas orgánicas de elevada plasticidad.

Talud: N: 7
9750346/811964

Provincia: Morona Santiago
SECTOR: 9 de octubre Alshi
PROYECCIÓN: WGS-84

INSTITUCIÓN: ESPOCH COORDENADAS:
REALIZADO POR: ALEXIS R. EDUARDO V.

Tipo deslizamiento		Material			Protolito del material									
C L A S I F I C A C I O N	Rotación	<input checked="" type="checkbox"/>	Roca	<input type="checkbox"/>	HUMEDAD	Ígneo								
	Translación	<input type="checkbox"/>	Suelo	<input type="checkbox"/>	Seco	Sedimentario								
	Vuelco	<input type="checkbox"/>			Húmedo	Metamórfico								
	Caída	<input type="checkbox"/>			Muy húmedo	Coluvial								
	Flujos	<input type="checkbox"/>	Tipo suelo		Mojado									
	Complejos	<input type="checkbox"/>	Grava	23.59%										
			Arena	53.67%	PLASTICIDAD									
		Fino	22.74%	Alta										
				Media										
				Baja	<input checked="" type="checkbox"/>									
				NP	<input type="checkbox"/>									
					Clasificación del material <table border="1"> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td>Sistema clasificación</td> </tr> <tr> <td>OL</td> <td>Varnes 1976</td> </tr> <tr> <td>Clasificación AASTHO</td> <td>Tipo deslizamiento</td> </tr> <tr> <td>A2 Granular Bueno</td> <td>Rotación</td> </tr> </table>		Clasificación SUCS	Sistema clasificación	OL	Varnes 1976	Clasificación AASTHO	Tipo deslizamiento	A2 Granular Bueno	Rotación
Clasificación SUCS	Sistema clasificación													
OL	Varnes 1976													
Clasificación AASTHO	Tipo deslizamiento													
A2 Granular Bueno	Rotación													
C A U S A S	Detonantes	<input type="checkbox"/>	Esquema				Fotografía							
	Sismos	<input type="checkbox"/>												
	Lluvias	<input type="checkbox"/>												
	Excavación base talud	<input checked="" type="checkbox"/>												
	Falta de drenaje	<input checked="" type="checkbox"/>												
Condiciones	<input type="checkbox"/>													
Intacto	<input type="checkbox"/>													
Alterado	<input checked="" type="checkbox"/>													
Meteorizado	<input type="checkbox"/>													

Ficha 7: Talud 7.



Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

OL: Arcillas inorgánicas de baja plasticidad.

Talud: N: 8
9754517/808762

Provincia: Morona Santiago
SECTOR: 9 de octubre Alshi
PROYECCIÓN: WGS-84

INSTITUCIÓN: ESPOCH COORDENADAS:
REALIZADO POR: ALEXIS R. EDUARDO V.

Tipo deslizamiento		Material			Protolito del material									
C L A S I F I C A C I O N	Rotación	<input type="checkbox"/>	Roca	<input checked="" type="checkbox"/>	5	ígneo Sedimentario Metamórfico Coluvial Clasificación del material <table border="1"> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td>Sistema clasificación</td> </tr> <tr> <td>OL</td> <td>Varnes 1976</td> </tr> <tr> <td>Clasificación AASTHO</td> <td>Tipo deslizamiento</td> </tr> <tr> <td>A4 Fino Regular</td> <td>Translación</td> </tr> </table>	Clasificación SUCS	Sistema clasificación	OL	Varnes 1976	Clasificación AASTHO	Tipo deslizamiento	A4 Fino Regular	Translación
	Clasificación SUCS	Sistema clasificación												
	OL	Varnes 1976												
	Clasificación AASTHO	Tipo deslizamiento												
	A4 Fino Regular	Translación												
	Translación	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	95									
	Vuelco	<input type="checkbox"/>	Tipo suelo											
Caída	<input type="checkbox"/>	Grava	0.20%											
Flujos	<input type="checkbox"/>	Arena	17.52%											
Complejos	<input type="checkbox"/>	Fino	82.28%											
			HUMEDAD	<input type="checkbox"/>										
			Seco	<input type="checkbox"/>										
			Húmedo	<input checked="" type="checkbox"/>										
			Muy húmedo	<input type="checkbox"/>										
			Mojado	<input type="checkbox"/>										
			PLASTICIDAD	<input type="checkbox"/>										
			Alta	<input type="checkbox"/>										
			Media	<input checked="" type="checkbox"/>										
			Baja	<input type="checkbox"/>										
			NP	<input type="checkbox"/>										
C A U S A S	Detonantes	<input type="checkbox"/>	Esquema 			Fotografía 								
	Sismos	<input type="checkbox"/>												
	Lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>												
	Excavación base talud	<input type="checkbox"/>												
	Falta de drenaje	<input checked="" type="checkbox"/>												
Condiciones	<input type="checkbox"/>													
Intacto	<input type="checkbox"/>													
Alterado	<input checked="" type="checkbox"/>													
Meteorizado	<input type="checkbox"/>													

Ficha 8: Talud 8.

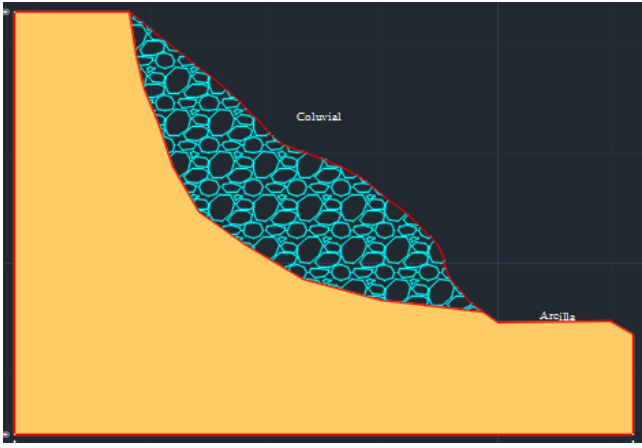

Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

OL: Arcillas inorgánicas de baja plasticidad.

Talud: N: 9
9754272/808276

Provincia: Morona Santiago
SECTOR: 9 de octubre Alshi
PROYECCIÓN: WGS-84

INSTITUCIÓN: ESPOCH COORDENADAS:
REALIZADO POR: ALEXIS R. EDUARDO V.

Tipo deslizamiento		Material				Protolito del material			
CLASIFICACION	Rotación	<input type="checkbox"/>	Roca	<input checked="" type="checkbox"/>	10	HUMEDAD	<input type="checkbox"/>	Ígneo	<input type="checkbox"/>
	Translación	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	90	Seco	<input checked="" type="checkbox"/>	Sedimentario	<input type="checkbox"/>
	Vuelco	<input type="checkbox"/>	Tipo suelo			Húmedo	<input type="checkbox"/>	Metamórfico	<input type="checkbox"/>
	Caída	<input type="checkbox"/>	Grava		3.67%	Muy húmedo	<input type="checkbox"/>	Coluvial	<input checked="" type="checkbox"/>
	Flujos	<input type="checkbox"/>	Arena		19.69%	Mojado	<input type="checkbox"/>	Clasificación del material	
	Complejos	<input type="checkbox"/>	Fino		76.64%	PLASTICIDAD	<input type="checkbox"/>	Clasificación SUCS	Sistema clasificación
						Alta	<input checked="" type="checkbox"/>	ML	Varnes 1976
					Media	<input type="checkbox"/>	Clasificación AASTHO	Tipo deslizamiento	
					Baja	<input type="checkbox"/>	A5 Fino Regular	Translación	
					NP	<input type="checkbox"/>			
CAUSAS	Detonantes	<input type="checkbox"/>	Esquema 				Fotografía 		
	Sismos	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Excavación base talud	<input type="checkbox"/>							
	Falta de drenaje	<input type="checkbox"/>							
Condiciones	<input checked="" type="checkbox"/>								
Intacto	<input type="checkbox"/>								
Alterado	<input type="checkbox"/>								
Meteorizado	<input type="checkbox"/>								

Ficha 9: Talud 9.

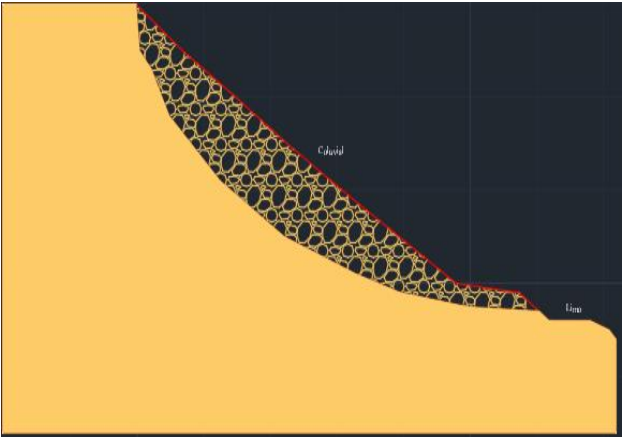

Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

OH: Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta.

Talud: N: 10
9753883/807784

Provincia: Morona Santiago
SECTOR: 9 de octubre Alshi
PROYECCIÓN: WGS-84

INSTITUCIÓN: ESPOCH COORDENADAS:
REALIZADO POR: ALEXIS R. EDUARDO V.

Tipo deslizamiento		Material			Protolito del material				
CLASIFICACION	Rotación	<input type="checkbox"/>	Roca	<input checked="" type="checkbox"/>	10	HUMEDAD	Ígneo	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Traslación	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	90		Seco	<input type="checkbox"/>	
	Vuelco	<input type="checkbox"/>	Tipo suelo				Húmedo	<input type="checkbox"/>	
	Caída	<input type="checkbox"/>					Grava	4.89%	Muy húmedo
	Flujos	<input type="checkbox"/>	Arena	87.25%	PLASTICIDAD			Coluvial	<input type="checkbox"/>
	Complejos	<input type="checkbox"/>	Limo	7.86%				Alta	<input type="checkbox"/>
						Baja	<input checked="" type="checkbox"/>	Clasificación del material	
					NP	<input type="checkbox"/>	Clasificación SUCS	Sistema clasificación	
							GM	Varnes 1976	
							Clasificación AASTHO	Tipo deslizamiento	
							A1 Gravas Buenas	Traslación	
CAUSAS	Detonantes	<input type="checkbox"/>	Esquema						
	Sismos	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Lluvias	<input type="checkbox"/>							
	Excavación base talud	<input type="checkbox"/>							
	Falta de drenaje	<input checked="" type="checkbox"/>							
Condiciones	Intacto	<input type="checkbox"/>							
	Alterado	<input checked="" type="checkbox"/>							
	Meteorizado	<input type="checkbox"/>							
		Fotografía							

Ficha 10: Talud 10.

Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

GM: Gravas limosas mal graduadas, mezcla de gravas, arenas y limos.

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se presentan los resultados de los ensayos de clasificación de suelos de los 10 taludes y del ensayo triaxial para el talud 3 y de corte directo para el talud 10.

4.1 ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR EL SUCS Y ASSTHO.

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: TESIS	ABSCISA: 109+180	ENSAYADO POR: ALEXIS RODRIGUEZ Y EDUARDO VELOZ
COORDENADAS: X: 813617.00 Y: 9749628.00	MUESTRA: TALUD 1	FECHA DE TOMA: 11/10/2017
USO: TESIS	PROFUNDIDAD: 1 METRO	FECHA DE ENSAYO: 11/14/2017

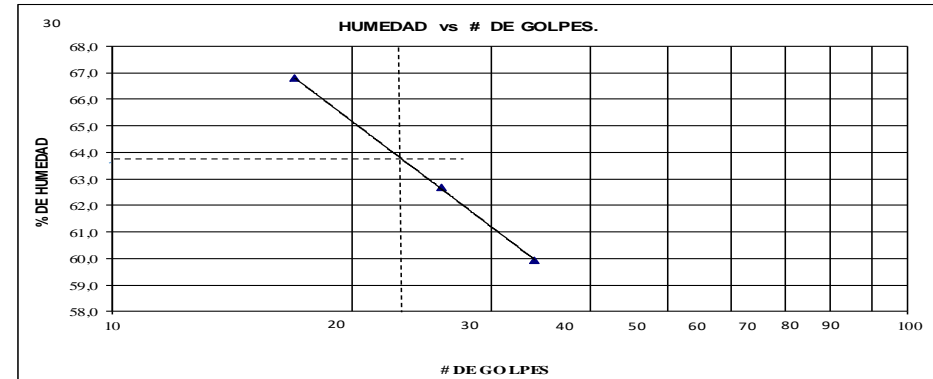
ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
1"	25	-	0,0	0,00	100,00	
3/4"	19	9,80	9,8	2,24	97,76	
1/2"	12,5	41,60	51,4	11,74	88,26	
3/8"	9,5	26,00	77,4	17,68	82,32	
N°4	4,7	27,40	104,8	23,94	76,06	
N°8	2,36	27,60	132,4	30,25	69,75	
N°10	2	5,60	138,0	31,53	68,47	
N°40	0,42	46,60	184,6	42,18	57,82	
N°50	0,3	12,80	197,4	45,10	54,90	
N°80	0,18	24,00	221,4	50,58	49,42	
N°100	0,15	7,80	229,2	52,36	47,64	
N°200	0,07	29,20	258,4	59,04	40,96	
< N°200			179,3	40,96		
TOTAL			437,7			

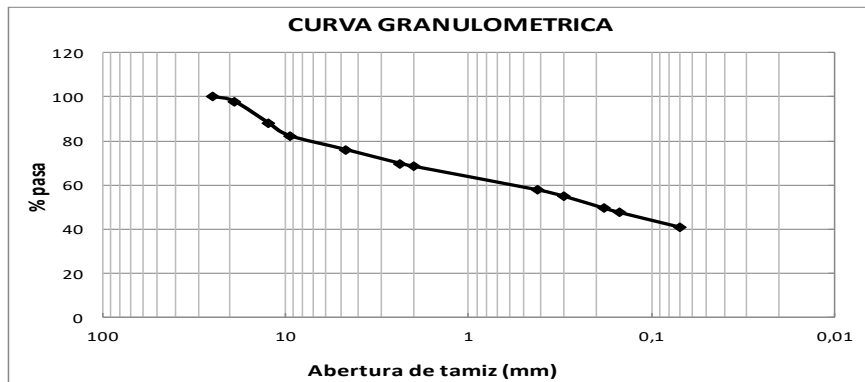
PESO ANTES DEL LAVADO= 437,70 gr
 PESO DESPUES DEL LAVADO= 258,40 gr

ÁRIDO	%
GRAVA	23,94
ARENA	35,09
FINOS	40,96
TOTAL %	100,00

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
26		133,20	101,07	28,03	43,99	
27		132,49	100,16	28,02	44,82	44,40
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
23	34	44,68	38,25	27,52	59,93	
26	26	46,23	39,22	28,03	62,65	
27	17	48,20	40,12	28,02	66,78	
						63,12
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
24		17,27	16,14	13,24	38,97	
40		16,44	15,59	13,40	38,81	
						38,89



CLASIFICACION:	
SUCS	MH
AASTHO	A6- Fino-Regular-Malo
HUMEDAD NATURAL:	44,40 %
LIMITE LIQUIDO:	63,12 %
LIMITE PLASTICO:	38,89
INDICE PLASTICO:	24,23
INDICE DE GRUPO:	6



Ficha 11: Talud 1 Ficha de laboratorio de suelos.
 Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: TESIS	ABSCISA: 108+840	ENSAYADO POR: ALEXIS RODRIGUEZ Y EDUARDO VELOZ
COORDENADAS: X: 813662.00 Y: 9749491.00	MUESTRA : TALUD 2	FECHA DE TOMA: 11/10/2017
USO: TESIS	PROFUNDIDAD 1 METRO	FECHA DE ENSAYO: 11/14/2017

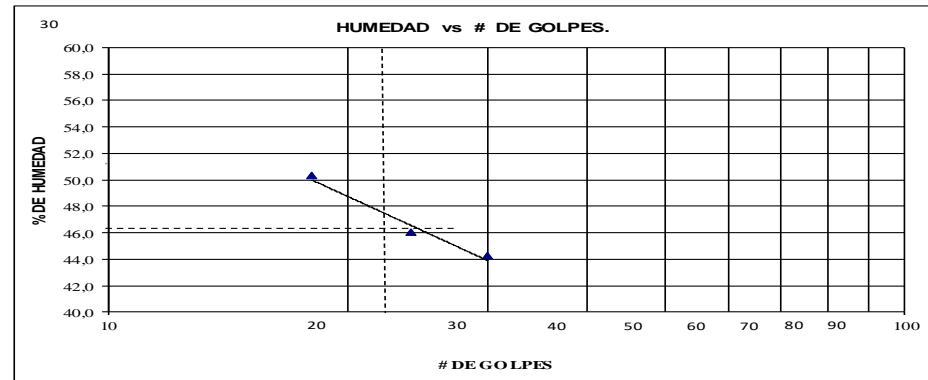
ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. CUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
		-				
3/4"	19	-	0,00	0,00	100,00	
1/2"	12,5	35,60	35,60	5,01	94,99	
3/8"	9,5	24,80	60,40	8,50	91,50	
N°4	4,7	90,40	150,80	21,23	78,77	
N°8	2,36	66,40	217,20	30,57	69,43	
N°10	2	13,00	230,20	32,40	67,60	
N°40	0,42	97,40	327,60	46,11	53,89	
N°50	0,3	16,60	344,20	48,45	51,55	
N°80	0,18	24,80	369,00	51,94	48,06	
N°100	0,15	7,20	376,20	52,96	47,04	
N°200	0,07	23,00	399,20	56,19	43,81	
< N°200			311,20	43,81		
TOTAL			710,40			

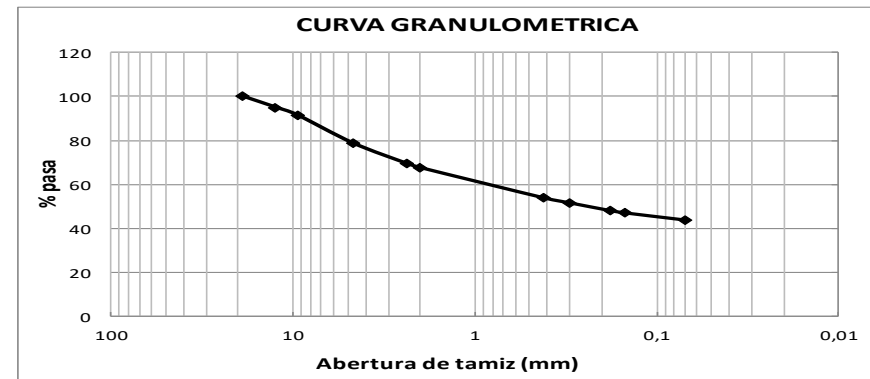
PESO ANTES DEL LAVADO= 710,40 gr
 PESO DESPUES DEL LAVADO= 399,20 gr

ÁRIDO	%
GRAVA	21,23
ARENA	34,97
FINOS	43,81
TOTAL %	100,00

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
36		178,54	150,75	28,06	22,65	
37		174,23	148,20	27,39	21,55	22,10
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
31	30	51,83	44,29	27,23	44,20	
36	24	49,71	42,89	28,06	45,99	
37	18	47,96	41,08	27,39	50,26	
						46,81
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
41		18,15	17,20	13,41	25,07	
42		18,30	17,37	13,81	26,12	
						25,59



CLASIFICACION:	
SUCS	CL
AASTHO	A7- Fino-Regular-Malo
HUMEDAD NATURAL:	22,10 %
LIMITE LIQUIDO:	46,81 %
LIMITE PLASTICO:	25,59
INDICE PLASTICO:	21,22
INDICE DE GRUPO:	5



Ficha 12: Talud 2 Ficha de laboratorio de suelos.
 Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO:	TESIS	ABSCISA: 107+880	ENSAYADO POR:	ALEXIS RODRIGUEZ Y EDUARDO VELOZ
COORDENADAS:	X: 813707.00 Y: 9749330.00	MUESTRA :	FECHA DE TOMA:	11/10/2017
USO:	TESIS	PROFUNDIDAD	FECHA DE ENSAYO:	11/14/2017
		1 METRO		

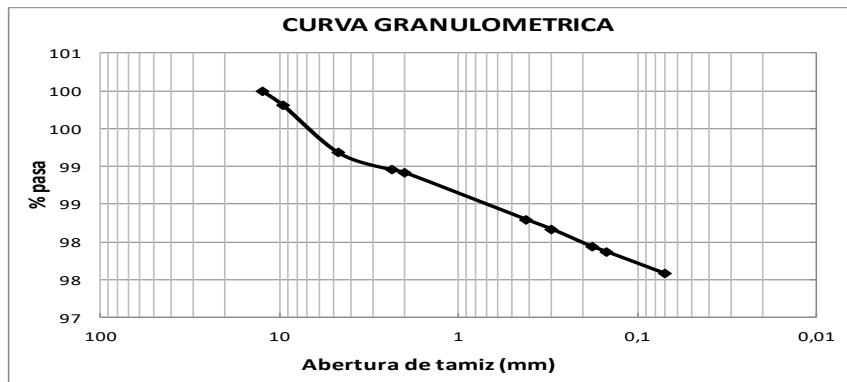
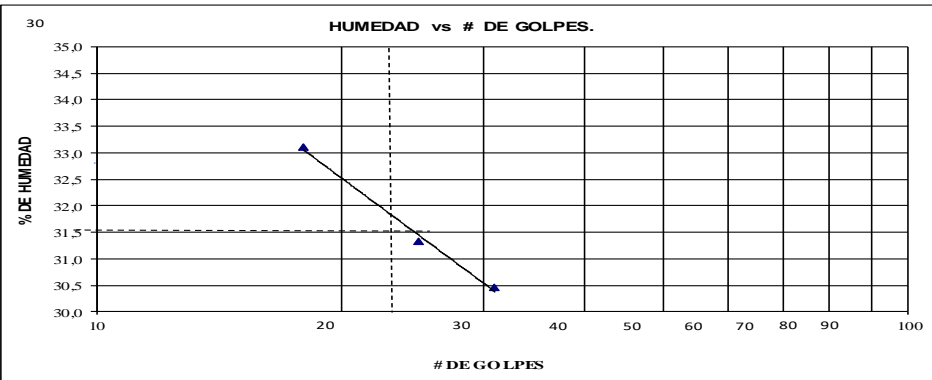
ENSAYOS DE CLASIFICACION

TAMIZ	ABERTURA (mm)	GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
		PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
1/2"	12,5	-	0,00	0,00	100,00	
3/8"	9,5	1,20	1,20	0,20	99,80	
N°4	4,7	3,80	5,00	0,82	99,18	
N°8	2,36	1,40	6,40	1,05	98,95	
N°10	2	0,20	6,60	1,08	98,92	
N°40	0,42	3,80	10,40	1,70	98,30	
N°50	0,3	0,80	11,20	1,83	98,17	
N°80	0,18	1,40	12,60	2,06	97,94	
N°100	0,15	0,40	13,00	2,13	97,87	
N°200	0,07	1,80	14,80	2,42	97,58	
< N°200			595,8	97,58		
TOTAL			610,6			

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
23		182,05	158,17	27,52	18,28	
31		159,09	136,50	27,23	20,67	19,48
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
26	31	55,88	49,38	28,03	30,44	
29	25	50,51	44,81	26,61	31,32	
37	18	49,83	44,25	27,39	33,10	
						31,62
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
38		15,97	14,94	10,57	23,57	
39		19,02	17,99	13,58	23,36	
						23,46

PESO ANTES DEL LAVADO= 610,58 gr
 PESO DESPUES DEL LAVADO= 14,80 gr

ÁRIDO	%
GRAVA	0,82
ARENA	1,61
FINOS	97,58
TOTAL %	100,00



CLASIFICACION:	
SUCS	CL
AASTHO	A4- Fino regular
HUMEDAD NATURAL:	19,48 %
LIMITE LIQUIDO:	31,62 %
LIMITE PLASTICO:	23,46
INDICE PLASTICO:	8,16
INDICE DE GRUPO:	8

Ficha 13: Talud 3 Ficha de laboratorio de suelos.

Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO:	TESIS		ABSCISA:	107+560		ENSAYADO POR:	ALEXIS RODRIGUEZ Y EDUARDO VELOZ	
COORDENADAS:	X 813234	Y 9748763	MUESTRA :	TALUD 4		FECHA DE TOMA:	11/10/2017	
USO:	TESIS		PROFUNDIDAD	1 METRO		FECHA DE ENSAYO:	11/14/2017	

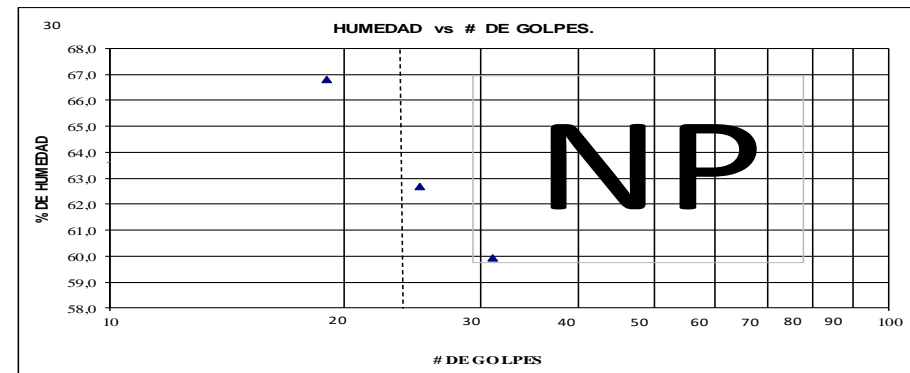
ENSAYOS DE CLASIFICACION

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	PESO RET.	%	%	%
	(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RETENIDO	QUE PASA	ESPECIFICADO
3/4"	19	-	0,00	0,00	100,00	
1/2"	12,5	21,40	21,40	4,98	95,02	
3/8"	9,5	23,80	45,20	10,52	89,48	
N°4	4,7	58,60	103,80	24,16	75,84	
N°8	2,36	49,40	153,20	35,66	64,34	
N°10	2	10,40	163,60	38,08	61,92	
N°40	0,42	114,60	278,20	64,75	35,25	
N°50	0,3	31,60	309,80	72,11	27,89	
N°80	0,18	43,00	352,80	82,12	17,88	
N°100	0,15	12,20	365,00	84,96	15,04	
N°200	0,07	38,20	403,20	93,85	6,15	
< N°200			26,43	6,15		
TOTAL			429,63			

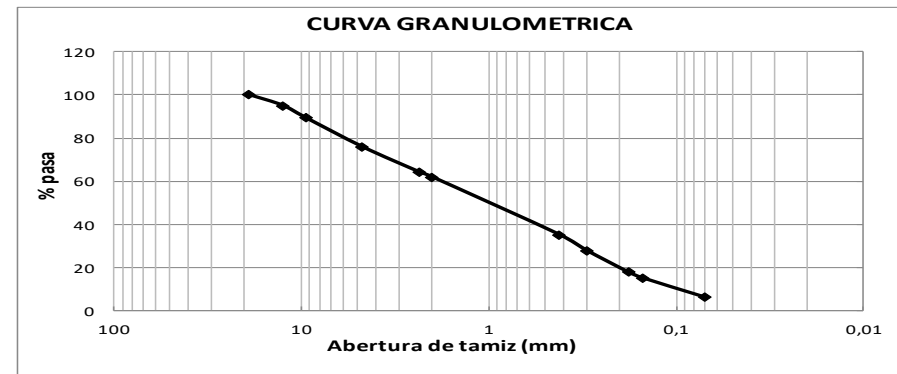
PESO ANTES DEL LAVADO= 429,63 gr
 PESO DESPUES DEL LAVADO= 403,20 gr

ÁRIDO	%
GRAVA	24,16
ARENA	69,69
FINOS	6,15
TOTAL %	100,00

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
33		135,93	62,50	28,27	214,52	
34		143,97	64,59	28,86	222,17	218,34
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						



CLASIFICACION:	
SUCS	GM
AASTHO	A1 Gravas, Arenas
HUMEDAD NATURAL:	218,34 %
LIMITE LIQUIDO:	0,00 %
LIMITE PLASTICO:	0,00
INDICE PLASTICO:	0,00
INDICE DE GRUPO:	0



Ficha 14: Talud 4 Ficha de laboratorio de suelos.
 Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

LABORATORIO DE SUELOS

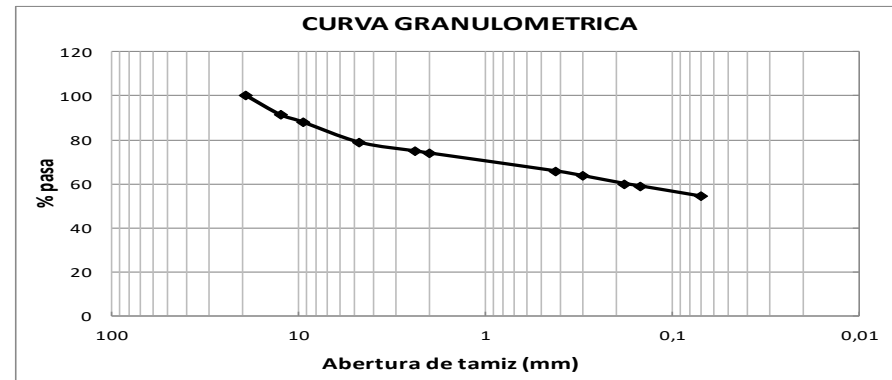
PROYECTO: TESIS	ABSCISA: 106+980	ENSAYADO POR: ALEXIS RODRIGUEZ Y EDUARDO VELOZ
COORDENADAS: X: 812641.00 Y: 9748611.00	MUESTRA : TALUD 5	FECHA DE TOMA: 11/10/2017
USO: TESIS	PROFUNDID. 1 METRO	FECHA DE ENSAYO: 11/15/2017

ENSAYOS DE CLASIFICACION

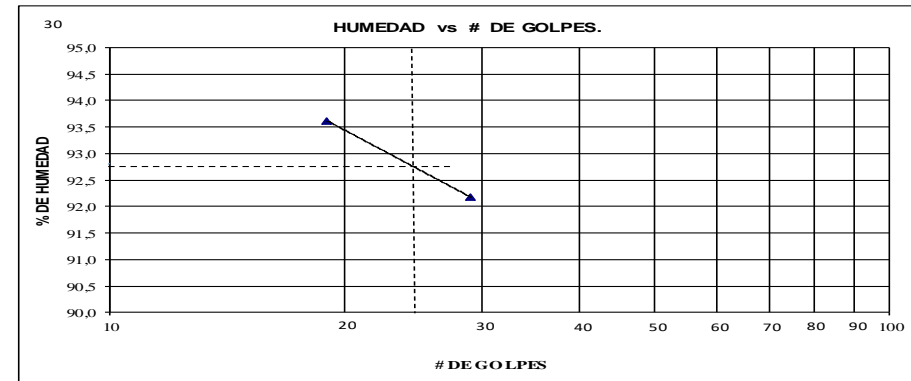
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% SPECIFICADO
3/4"	19	-	0,0	0,00	100,00	
1/2"	12,5	13,60	13,6	8,65	91,35	
3/8"	9,5	5,20	18,8	11,96	88,04	
N°4	4,7	14,60	33,4	21,25	78,75	
N°8	2,36	6,20	39,6	25,19	74,81	
N°10	2	1,40	41,0	26,08	73,92	
N°40	0,42	12,80	53,8	34,22	65,78	
N°50	0,3	3,40	57,2	36,39	63,61	
N°80	0,18	5,60	62,8	39,95	60,05	
N°100	0,15	1,60	64,4	40,97	59,03	
N°200	0,07	7,40	71,8	45,67	54,33	
< N°200			85,4	54,33		
TOTAL			157,2			

PESO ANTES DEL LAVADO= 157,20 gr
 PESO DESPUES DEL LAVADO= 71,80 gr

ÁRIDO	%
GRAVA	21,25
ARENA	24,43
FINOS	54,33
TOTAL %	100,00



HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
29		124,85	71,08	26,61	120,91	
24		125,44	70,68	29,13	131,79	126,35
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
24	29	47,31	38,59	29,13	92,18	
29	19	46,92	37,10	26,61	93,61	
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
39		17,41	15,80	13,58	72,52	
41		16,95	15,46	13,41	72,68	72,60



CLASIFICACION:	
SUCS	OH
AASTHO	A6 Fino Regular
HUMEDAD NATURAL:	126,35 %
LIMITE LIQUIDO:	92,90 %
LIMITE PLASTICO:	72,60
INDICE PLASTICO:	20,29
INDICE DE GRUPO:	13

Ficha 15: Talud 5 Ficha de laboratorio de suelos.
 Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: TESIS	ABSCISA: 103+180	ENSAYADO POR: ALEXIS RODRIGUEZ Y EDUARDO VELOZ
COORDENADAS: X: 811964.00 Y: 9750346.00	MUESTRA: TALUD 7	FECHA DE TOMA: 11/10/2017
USO: TESIS	PROFUNDIDAD 1 METRO	FECHA DE ENSAYO: 11/15/2017

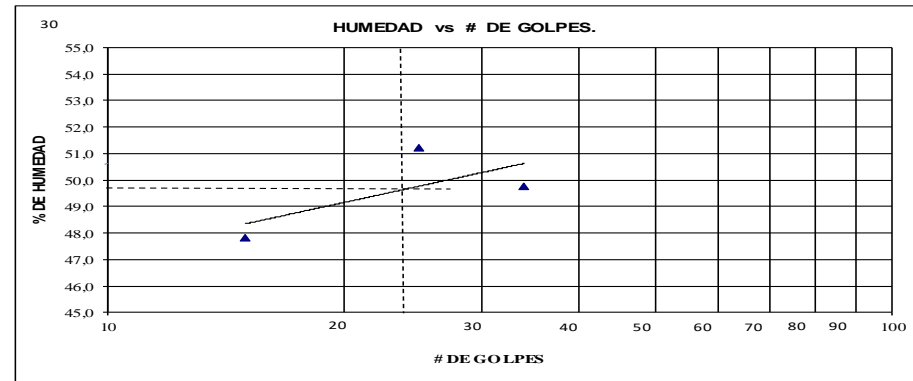
ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
1"	25	-	0,00	0,00	100,00	
3/4"	19	12,00	12,00	3,30	96,70	
1/2"	12,5	22,80	34,80	9,57	90,43	
3/8"	9,5	17,40	52,20	14,35	85,65	
N°4	4,7	33,60	85,80	23,59	76,41	
N°8	2,36	26,20	112,00	30,79	69,21	
N°10	2	5,40	117,40	32,28	67,72	
N°40	0,42	74,00	191,40	52,63	47,37	
N°50	0,3	20,80	212,20	58,34	41,66	
N°80	0,18	33,20	245,40	67,47	32,53	
N°100	0,15	9,40	254,80	70,06	29,94	
N°200	0,07	26,20	281,00	77,26	22,74	
< N°200			82,7	22,74		
TOTAL			363,7			

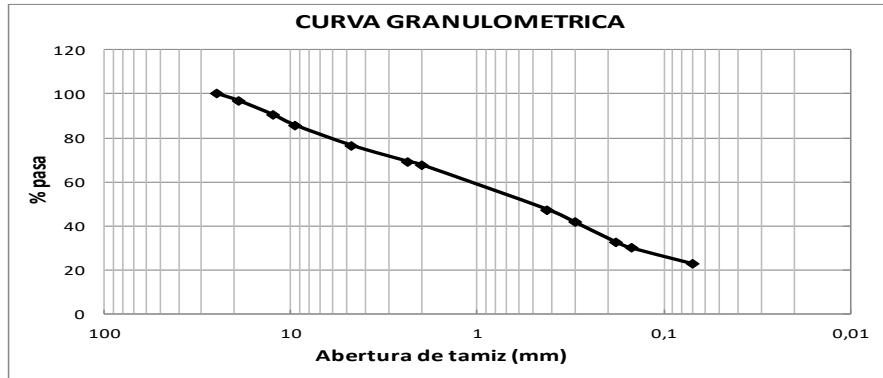
PESO ANTES DEL LAVADO= 363,70 gr
 PESO DESPUES DEL LAVADO= 281,00 gr

ÁRIDO	%
GRAVA	23,59
ARENA	53,67
FINOS	22,74
TOTAL %	100,00

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
41		165,62	116,90	26,64	53,98	
44		164,77	116,06	29,09	56,01	54,99
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
38	34	47,09	40,61	27,58	49,73	
33	25	50,15	42,74	28,27	51,21	
34	15	49,08	42,54	28,86	47,81	
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
29		17,70	16,48	13,42	39,87	
30		17,98	16,66	13,36	40,00	
49,58						
39,93						



CLASIFICACION:	
SUCS	OL
AASTHO	A2 Bueno
HUMEDAD NATURAL:	54,99 %
LIMITE LIQUIDO:	49,58 %
LIMITE PLASTICO:	39,93
INDICE PLASTICO:	9,65
INDICE DE GRUPO:	-3



Ficha 17: Talud 7 Ficha de laboratorio de suelos.
 Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).



LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO:	TESIS	ABSCISA:	94+640	ENSAYADO POR:	ALEXIS RODRIGUEZ Y EDUARDO VELOZ
COORDENADAS:	X: 807784.00 Y: 9753883.00	MUESTRA :	TALUD 10	FECHA DE TOMA:	11/10/2017
USO:	TESIS	PROFUNDID.	1 METRO	FECHA DE ENSAYO:	11/16/2017

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

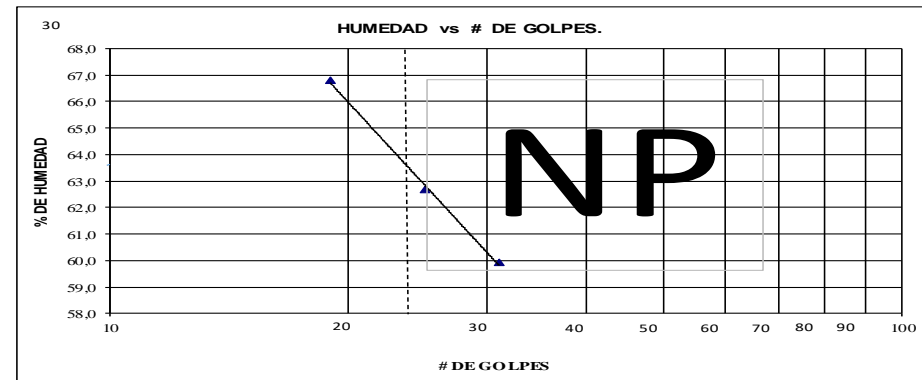
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% SPECIFICADO
3/8"	9,5	-	0,0	0,00	100,00	
N°4	4,7	21,40	21,4	4,89	95,11	
N°8	2,36	51,20	72,6	16,57	83,43	
N°10	2	15,60	88,2	20,14	79,86	
N°40	0,42	213,40	301,6	68,85	31,15	
N°50	0,3	35,80	337,4	77,03	22,97	
N°80	0,18	34,80	372,2	84,97	15,03	
N°100	0,15	7,00	379,2	86,57	13,43	
N°200	0,07	24,40	403,6	92,14	7,86	
< N°200			34,4	7,86		
TOTAL			438,0			

PESO ANTES DEL LAVADO= 438,03 gr
 PESO DESPUES DEL LAVADO= 403,60 gr

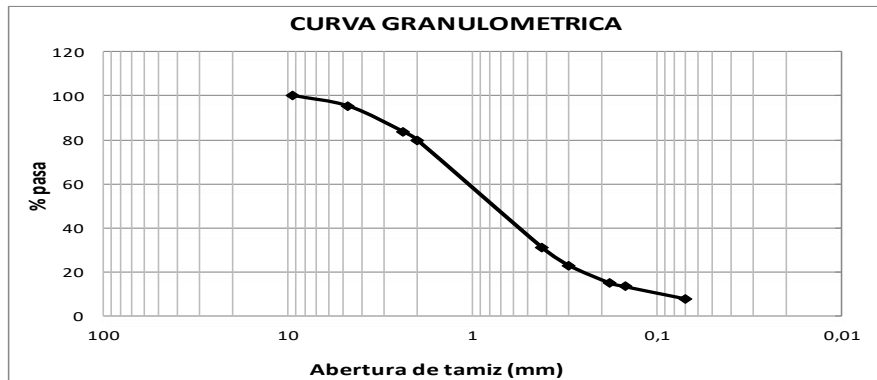
ÁRIDO	%
GRAVA	4,89
ARENA	87,25
FINOS	7,86
TOTAL %	100,00

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
23		151,46	135,16	27,52	15,14	
24		167,00	149,62	29,13	14,42	14,78
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						



CLASIFICACION:	
SUCS	GM
AASTHO	A1
HUMEDAD NATURAL:	14,78 %
LIMITE LIQUIDO:	0,00 %
LIMITE PLASTICO:	0,00
INDICE PLASTICO:	0,00
INDICE DE GRUPO:	0



Ficha 20: Talud 10 Ficha de laboratorio de suelos.
 Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

Se realizó el análisis de 10 muestras de los taludes seleccionados; los resultados se muestran a continuación en la siguiente tabla.

TALUD	SUCS	AASTHO	OBSERVACIONES
1	MH (Limo orgánico)	A6	Se puede observar un material regular a malo, es un material impermeable con un índice de plasticidad baja.
2	CL (Arcillas orgánicas)	A7	Es un material de clase 3 de regular malo, impermeable con un índice de plasticidad baja.
3	CL (Arcillas orgánicas)	A4	Se tiene un material de clase 4 regular, impermeable con índice de plasticidad muy baja.
4	GM (Limos arcillosos)	A1	Material de clase 1 bueno, semipermeable y con un índice de plasticidad nulo.
5	OH (Arcilla orgánica)	A6	Material de clase 6 regular malo, impermeable y un índice de plasticidad baja.
6	CH (Arcillas orgánica)	A7	Material muy malo, impermeable con un índice de plasticidad media.
7	OL (Arcillas inorgánicas)	A2	Material de clase 2 bueno impermeable y con un índice de plasticidad muy bajo.
8	OL (Arcillas inorgánicas)	A4	Material regular, impermeable y un índice de plasticidad muy baja.
9	ML (Limo orgánicas)	A6	Material regular malo, impermeable con un índice de plasticidad bajo.
10	GM (Gravas limosos)	A1	Material bueno, impermeable con un índice de plasticidad nulo.

Tabla 7: Resumen de los ensayo de los 10 deslizamientos.
Fuente: Rodríguez A. Veloz E.

4.2 RESULTADOS DEL ENSAYO TRIAXIAL PARA EL TALUD 3

PROYECTO :	TESIS DE GRADO					
OBRA :	ESTABILIDAD DE TALUDES			FECHA :	DICIEMBRE DE 2017	
UBICACIÓN :	ALSHI - MORONA SANTIAGO			ENSAYADO :	RODRIGUEZ ALEXIS Y VELOZ	
INEN		COMPRESION TRIAXIAL				ASTM 2486
DATOS GENERALES DE LAS PROBETAS						
PROBETA No.	1	2	3	4		
DIMENSIONES						
DIAMETRO (cm)	7,00	7,00	7,00			
ALTURA (cm)	14,00	14,00	14,00			
AREA (cm ²)	38,48	38,48	38,48			
VOLUMEN (cm ³)	538,78	538,78	538,78			
PESO (g)	6012,00	6065,00	6135,00			
CONTENIDO DE AGUA						
No. Recipiente	18	18	22	22	55	55
Masa del Recipiente (g)	28,53	28,53	30,02	30,02	29,17	29,17
Masa Humeda (g)	191,74	191,74	192,31	192,31	194,50	194,50
Masa Seca (g)	120,15	120,15	121,17	121,17	121,55	121,55
Contenido de agua (%)	78,14	78,14	78,05	78,05	78,97	78,97
w (Promedio) (%)	78,14	78,05	78,97			
PESOS UNITARIOS						
Peso Húmedo (g/cm ³)	11,16	11,26	11,39			
Peso Seco (g/cm ³)	6,26	6,32	6,36			
Peso de sólidos (g/cm ³)	2,67	2,67	2,67			
SATURACION						
Saturación (%)	-363,62	-360,72	-363,30			
Relación de vacíos	-0,57	-0,58	-0,58			

Tabla 8: Datos generales de las probetas del talud 3.
Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

INEN		COMPRESION TRIAXIAL										ASTM 2486				
REGISTRO DE DATOS DEL ENSAYO																
PROBETA No.			1			2			3			4				
Constante de anillo de prueba			0,8822			0,8944			0,8944							
Presión de Confinam. (Kg/cm ²)			σ ₃ 0,70			σ ₃ 1,40			σ ₃ 2,10							
ANILLO LC - 9		Deform.	Area	ANILLO	CARGA	Esfuerzo	ANILLO	CARGA	Esfuerzo	ANILLO	CARGA	Esfuerzo	ANILLO	CARGA	Esfuerzo	
10 ⁻³ pulg	mm	Unitaria	Corregida	LC - 2		Desviad.	LC - 2		Desviad.	LC - 2		Desviad.	LC - 2		Desviad.	
			cm ²	10 ⁻⁴ pulg	Kg	Kg/cm ²	10 ⁻⁴ pulg	Kg	Kg/cm ²	10 ⁻⁴ pulg	Kg	Kg/cm ²	10 ⁻⁴ pulg	Kg	Kg/cm ²	
0	0,00	0,00	38,48	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
10	0,03	0,18	38,55	10,0	8,82	0,23	14,0	12,35	0,32	19,0	16,76	0,43	0	0,00	0,00	
20	0,05	0,36	38,62	16,0	14,12	0,37	19,0	16,76	0,43	25,0	22,06	0,57	0	0,00	0,00	
30	0,08	0,54	38,70	22,0	19,41	0,50	25,0	22,06	0,57	30,0	26,47	0,68	0	0,00	0,00	
40	0,10	0,73	38,77	26,0	22,94	0,59	30,0	26,47	0,68	36,0	31,76	0,82	0	0,00	0,00	
50	0,13	0,91	38,84	30,0	26,47	0,68	34,0	29,99	0,77	41,0	36,17	0,93	0	0,00	0,00	
60	0,15	1,09	38,91	33,0	29,11	0,75	38,0	33,52	0,86	45,0	39,70	1,02	0	0,00	0,00	
70	0,18	1,27	38,98	35,5	31,32	0,80	42,0	37,05	0,95	49,0	43,23	1,11	0	0,00	0,00	
80	0,20	1,45	39,05	38,0	33,52	0,86	45,0	39,70	1,02	52,7	46,49	1,19	0	0,00	0,00	
90	0,23	1,63	39,12	40,0	35,29	0,90	48,0	42,35	1,08	55,4	48,87	1,25	0	0,00	0,00	
100	0,25	1,81	39,20	42,0	37,05	0,95	50,0	44,11	1,13	57,6	50,81	1,30	0	0,00	0,00	
125	0,32	2,27	39,38	45,0	39,70	1,01	55,0	48,52	1,23	62,0	54,70	1,39	0	0,00	0,00	
150	0,38	2,72	39,56	48,0	42,35	1,07	58,5	51,61	1,30	65,0	57,34	1,45	0	0,00	0,00	
175	0,44	3,18	39,75	50,0	44,11	1,11	61,0	53,81	1,35	68,0	59,99	1,51	0	0,00	0,00	
200	0,51	3,63	39,93	51,0	44,99	1,13	63,0	55,58	1,39	70,0	61,75	1,55	0	0,00	0,00	
250	0,64	4,54	40,31	53,0	46,76	1,16	65,0	57,34	1,42	73,0	64,40	1,60	0	0,00	0,00	
300	0,76	5,44	40,70	54,0	47,64	1,17	66,0	58,23	1,43	75,6	66,69	1,64	0	0,00	0,00	
350	0,89	6,35	41,09	55,0	48,52	1,18	67,0	59,11	1,44	76,6	67,58	1,64	0	0,00	0,00	
400	1,02	7,26	41,50	56,0	49,40	1,19	68,0	59,99	1,45	78,0	68,81	1,66	0	0,00	0,00	
450	1,14	8,16	41,91	56,5	49,84	1,19	68,5	60,43	1,44	79,0	69,69	1,66	0	0,00	0,00	
500	1,27	9,07	42,32	57,5	50,73	1,20	69,0	60,87	1,44	80,0	70,58	1,67	0	0,00	0,00	
550	1,40	9,98	42,75		0,00	0,00		0,00	0,00	81,0	71,46	1,67	0	0,00	0,00	
600	1,52	10,89	43,19		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0	0,00	0,00	
650	1,65	11,79	43,63		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0	0,00	0,00	
700	1,78	12,70	44,08		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0	0,00	0,00	
			σ ₂			σ ₂			σ ₂							
RESULTADOS		ESF. DESVIADOR (Kg/cm ²)		1,20			1,45			1,67						
		ESF. PRINCIPAL (Kg/cm ²)		1,90			2,85			3,77			0,00			

Tabla 9: Registro de datos de ensayo del talud 3.
Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

Análisis:

$$\sigma_1 \neq \sigma_2 = \sigma_3$$

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \sigma_3$$

$$\sigma_1 = \sigma_2 + \sigma_3$$

$$\sigma_1 = 0.70 + 1.20 = \mathbf{1.90 \text{ kg/cm}^2}$$

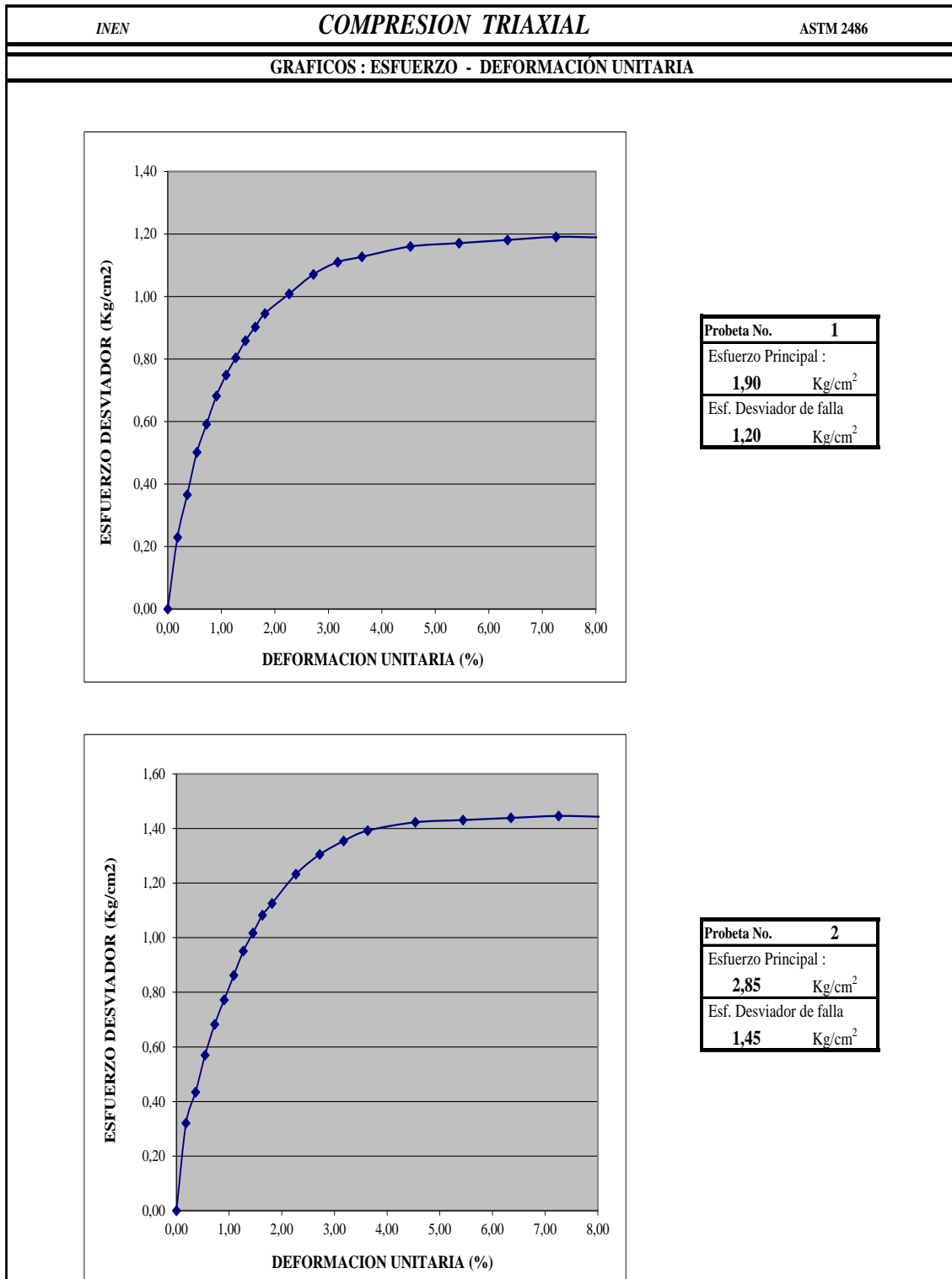


Tabla 10: Gráfico de Esfuerzo – deformación unitaria probeta 1 y 2 del talud 3.
Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

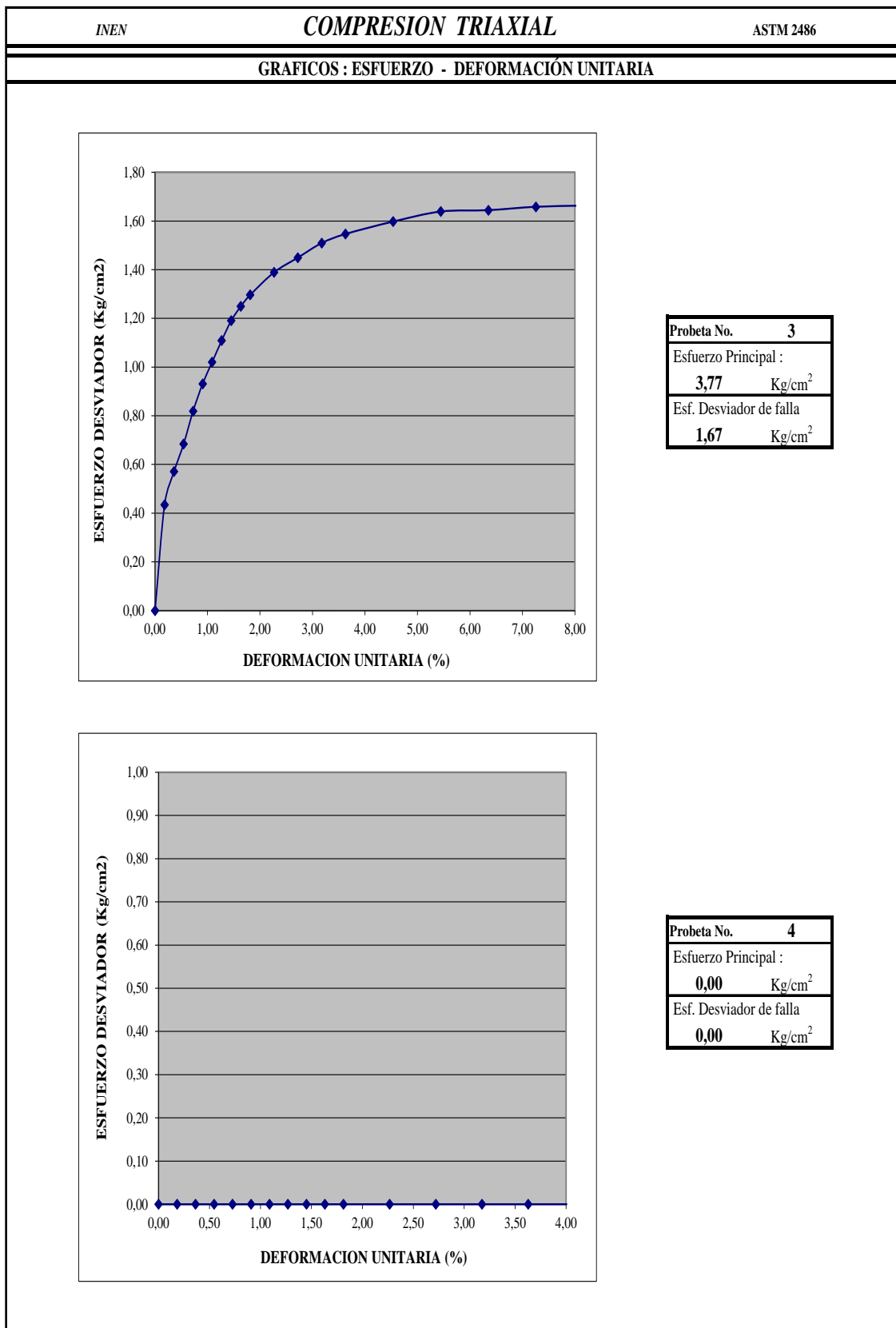


Tabla 11: Gráfico de Esfuerzo – deformación unitaria probeta 3 y 4 del talud 3
 Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

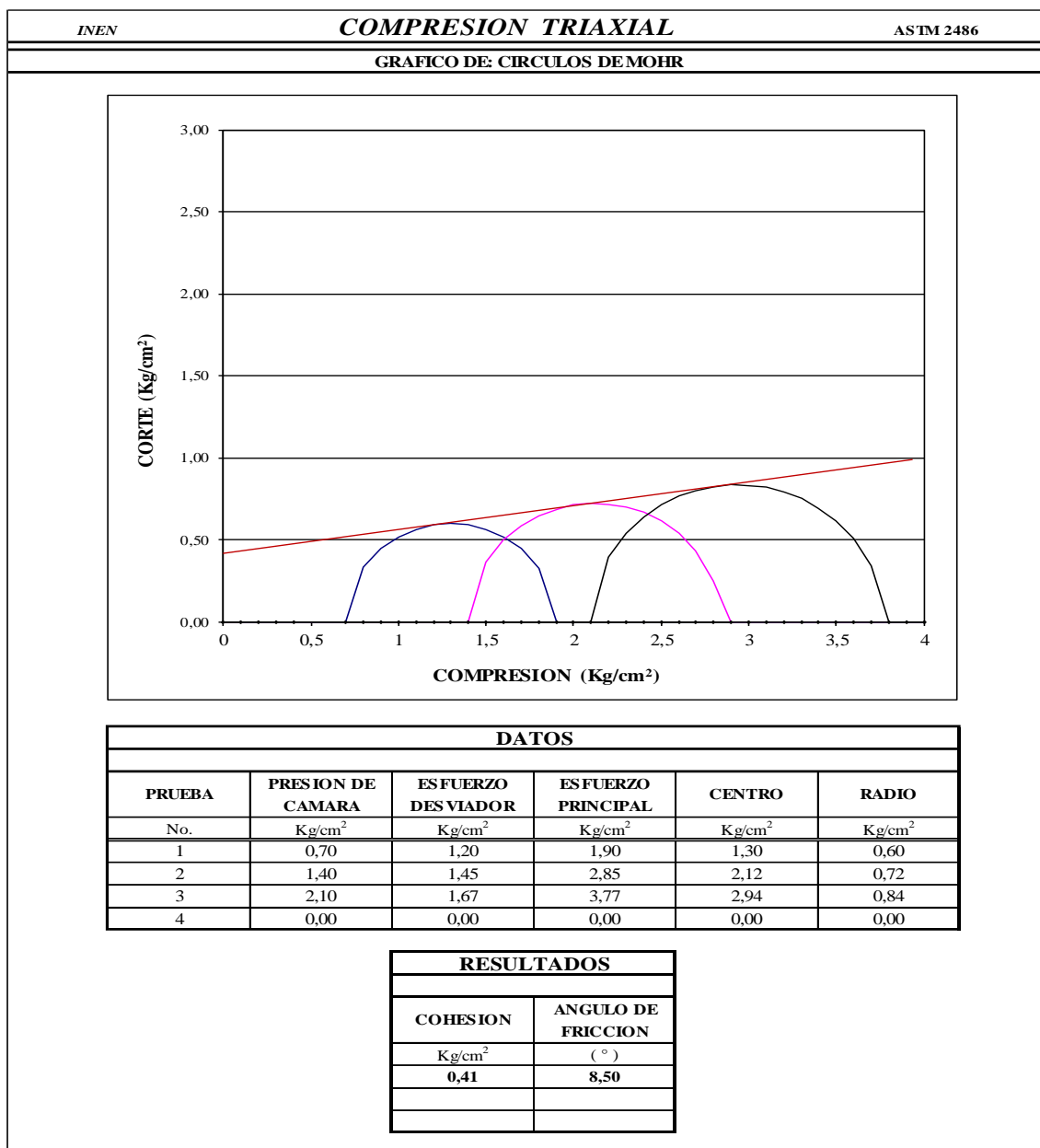


Tabla 12: Gráfico del círculo de Mohr del talud 3.
Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

Análisis.

La muestra ensayada fue sometida a 3 presiones de confinamiento, presión de la cámara (0.70, 1.40, 2.10)kg/cm²; esfuerzo desviador (1.20, 1.45, 1.67)kg/cm² y un esfuerzo principal (1.90, 2.85, 3.77)kg/cm², que nos permitió observar el comportamiento del suelo ante dichos esfuerzos y obtener parámetros de cohesión (0.41 kg/cm²) y fricción (8.50°) para el talud 3. Estos datos fueron utilizados para el análisis de estabilidad de taludes.

4.3 ENSAYOS DE CORTE DIRECTO PARA EL TALUD 10

CORTE DIRECTO								ASTM D 3080
EJECUCION DEL ENSAYO								DATOS DEL EQUIPO
DEFORMACIONES					ESFUERZO CORTANTE			CAJA
CORTE LC-8		NORMAL LC - 9		ANILLO LC - 2	FUERZA	ESFUER. UNITAR.	RELACI.	Lado L = 5,08 cm
0.001 pulg.	mm	0.001 pulg.	mm	0.0001 pul.	Kg.	Kg/cm ²	τ / σ	Area A = 25,81 cm ²
0	0,000	300	7,620	0	0,00	0,00	0,00	Profundidad D = 4,12 cm
10	0,254	299	7,595	117	16,08	0,62	0,42	Alt. Del bloq. B = 2,93 cm
20	0,508	298	7,569	155	21,30	0,83	0,55	Distanc. Topes T = 0,81 cm
30	0,762	297	7,544	182	25,01	0,97	0,65	ANILLO DE CARGA No. 6984
40	1,016	297	7,544	202	27,75	1,08	0,72	CONSTANTE = 0,1374 Kg
50	1,270	298	7,569	221	30,37	1,18	0,78	
60	1,524	299	7,595	235	32,29	1,25	0,83	DATOS DE LA MUESTRA
70	1,778	300	7,620	247	33,94	1,31	0,88	Espesor = 1,19 cm
80	2,032	301	7,645	254	34,90	1,35	0,90	Volumen = 30,71 cm ³
90	2,286	302	7,671	260	35,72	1,38	0,92	Masa inicial = 84,67 g
100	2,540	303	7,696	265	36,41	1,41	0,94	Masa final = 32,17 g
110	2,794	203	5,156	269	36,96	1,43	0,95	Masa del suelo = 52,50 g
120	3,048	304	7,722	271	37,24	1,44	0,96	Masa Unitaria = 1,71 g/cm ³
								ESFUERZO NORMAL
								CARGA TOTAL = 38,7 Kg
								PRESION = 1,5 Kg/cm ²

ESFUERZO CORTANTE DE FALLA = 1,44 Kg / cm²

Tabla 13: Ejecución del ensayo de corte directo, probeta 2 del talud 10.
Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

EJECUCION DEL ENSAYO								DATOS DEL EQUIPO	
DEFORMACIONES					ESFUERZO CORTANTE			CAJA	
CORTE LC-8		NORMAL LC - 9		ANILLO LC - 2	FUERZA	ESFUER. UNITAR.	RELACI.	Lado	L = 5,08 cm
0.001 pulg.	mm	0.001 pulg.	mm	0.0001 pul.	Kg.	Kg/cm ²	τ / σ	Area	A = 25,81 cm ²
0	0,000	200	5,080	0	0,00	0,00	0,00	Profundidad	D = 4,12 cm
10	0,254	199	5,055	68	9,34	0,36	0,36	Alt. Del bloq.	B = 2,93 cm
20	0,508	199	5,055	91	12,50	0,48	0,48	Distanc. Topes	T = 0,88 cm
30	0,762	198	5,029	114	15,66	0,61	0,61	ANILLO DE CARGA No. 6984	
40	1,016	198	5,029	135	18,55	0,72	0,72	CONSTANTE = 0,1374 Kg	
50	1,270	199	5,055	151	20,75	0,80	0,80	DATOS DE LA MUESTRA	
60	1,524	101	2,565	165	22,67	0,88	0,88	Espesor = 1,19 cm	
70	1,778	102	2,591	174	23,91	0,93	0,93	Volumen = 30,71 cm ³	
80	2,032	103	2,616	183	25,14	0,97	0,97	Masa inicial = 93,90 g	
90	2,286	104	2,642	189	25,97	1,01	1,01	Masa final = 28,31 g	
100	2,540	106	2,692	193	26,52	1,03	1,03	Masa del suelo = 65,59 g	
110	2,794	108	2,743	195	26,79	1,04	1,04	Masa Unitaria = 2,14 g/cm ³	
120	3,048	110	2,794	198	27,21	1,05	1,05	ESFUERZO NORMAL	
130	3,302	110	2,794	198	27,21	1,05	1,05	CARGA TOTAL = 25,8 Kg	
								PRESION = 1 Kg/cm ²	

ESFUERZO CORTANTE DE FALLA = 1,05 Kg / cm²

Tabla 14: Ejecución del ensayo de corte directo, probeta 3 del talud 10.
Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

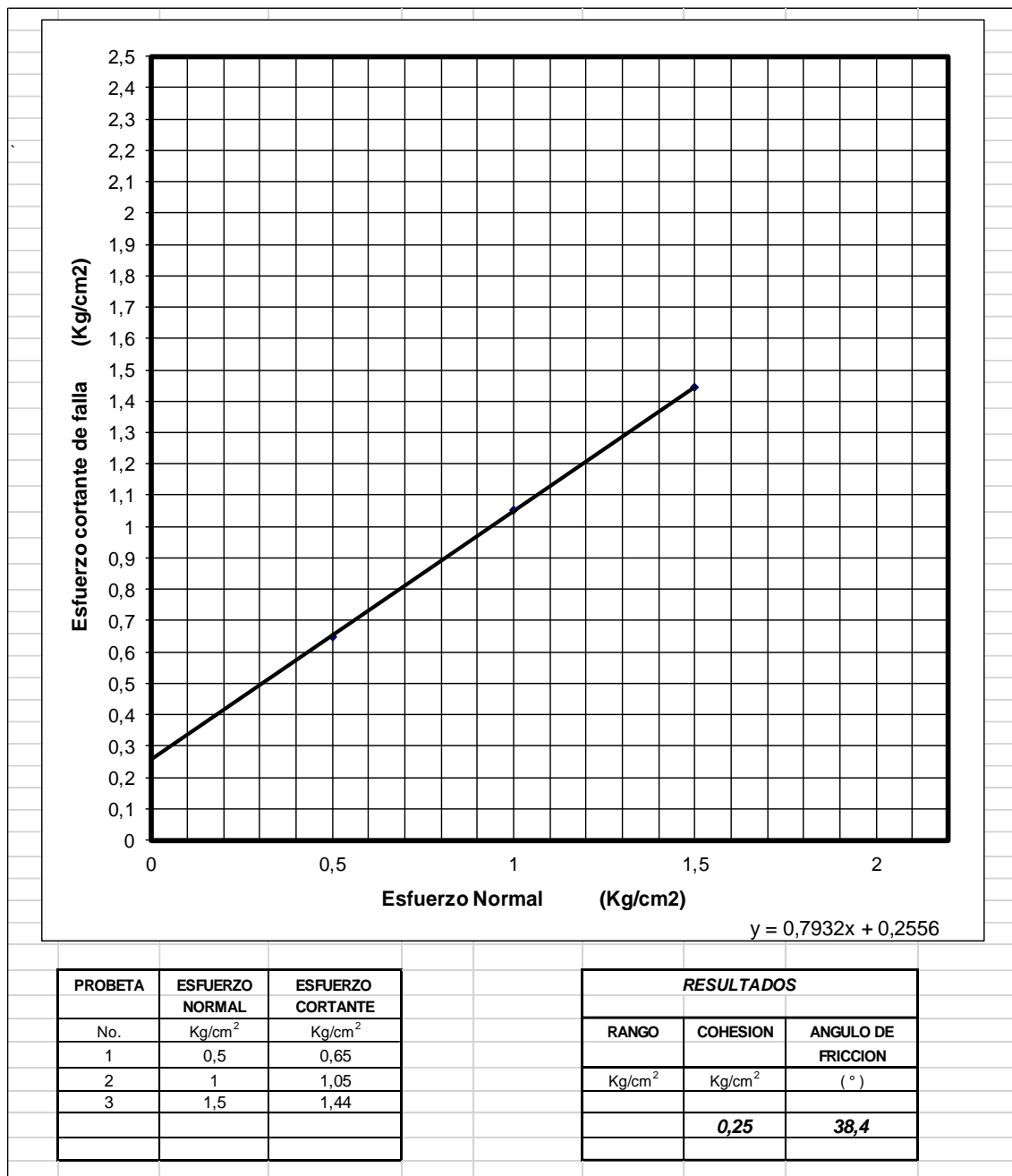


Tabla 15: Gráfica de esfuerzo cortante/ Esfuerzo normal del talud 10
Elaborado por: Rodríguez A. y Veloz E. (2017).

Análisis:

De acuerdo al procesamiento de los datos del ensayo de corte directo, se pudo realizar la gráfica (τ vs σ_n) obteniendo como resultado una cohesión (0.25 kg/cm²), y una fricción de (38.4°) que pertenecen al talud 10. Estos resultados fueron utilizados para el cálculo de estabilidad y taludes.

4.4 MODELAMIENTOS DE LOS TALUDES

COORDENADAS									
TALUD	X	Y	MATERIAL	INCLINACIÓN (°)	P.E (MN/m3)	COHESION (KPa)	FRICCIÓN (°)	M. DE YOUNG'S (Mpa)	POISSON'S
1	9749628	813617	LIMO ARCILLOSO / GRANITO ALTERADO	45	0,021	0,0402	8.5	14	0,42
2	9749491	813662	ARCILLA LIMOSA / ESQUISTOS	56	0,024	0,0129	28	20	0,4
3	9749330	813707	ARCILLA LIMOSA	67	0,024	0,0129	28	20	0,4
4	9748763	813234	LIMO ARCILLOSO / ESQUISTOS PELITICOS	49	0,024	0,0402	8,5	14	0,42
5	9748611	812641	COLUVIAL / ARCILLAS ORGANICAS	50	0,019	5	35	30	0,3
6	9748781	812320	COLUVIAL / ARCILLAS ORGANICAS	42	0,019	5	30	30	0,3
7	9750346	811964	COLUVIAL / ARCILLAS LIMOSA	55	0,019	5	35	30	0,3
8	9754517	808762	ARCILLA LIMOSA / ESQUISTOS	73	0,024	0,0129	28	20	0,4
9	9754272	808276	COLUVIAL / ARCILLAS ORGANICAS	41	0,019	10	35	30	0,3
10	9753883	807784	INTRUSIVO	34	0,019	0,0245	38	5	0,25

Tabla 16: Parámetros de los taludes

Fuente: Rodríguez A. y Veloz E.

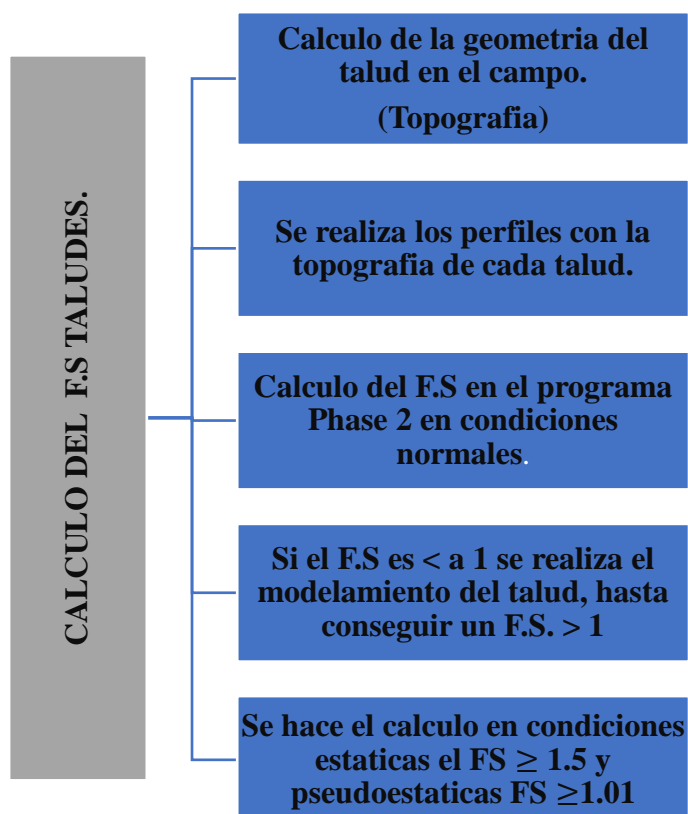


Tabla 17: Pasos a seguir para la obtención del FS. de los taludes seleccionados.

4.5. CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES SELECCIONADOS.

Se realizará el modelamiento de los taludes de acuerdo a la geometría obtenida en el campo para determinar el factor de seguridad en las condiciones estáticas y pseudoestáticas.

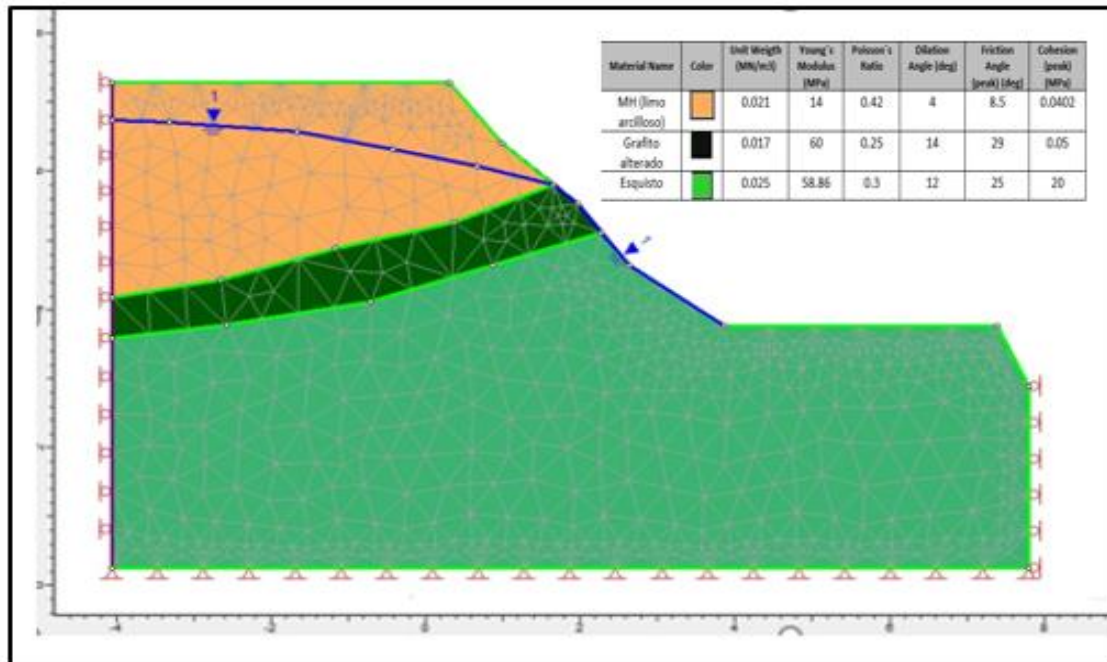


Imagen 13: Talud 1 compuesto de una capa limo arcillosa, capa intermedia de grafito y de esquistos un ángulo natural 45 grados

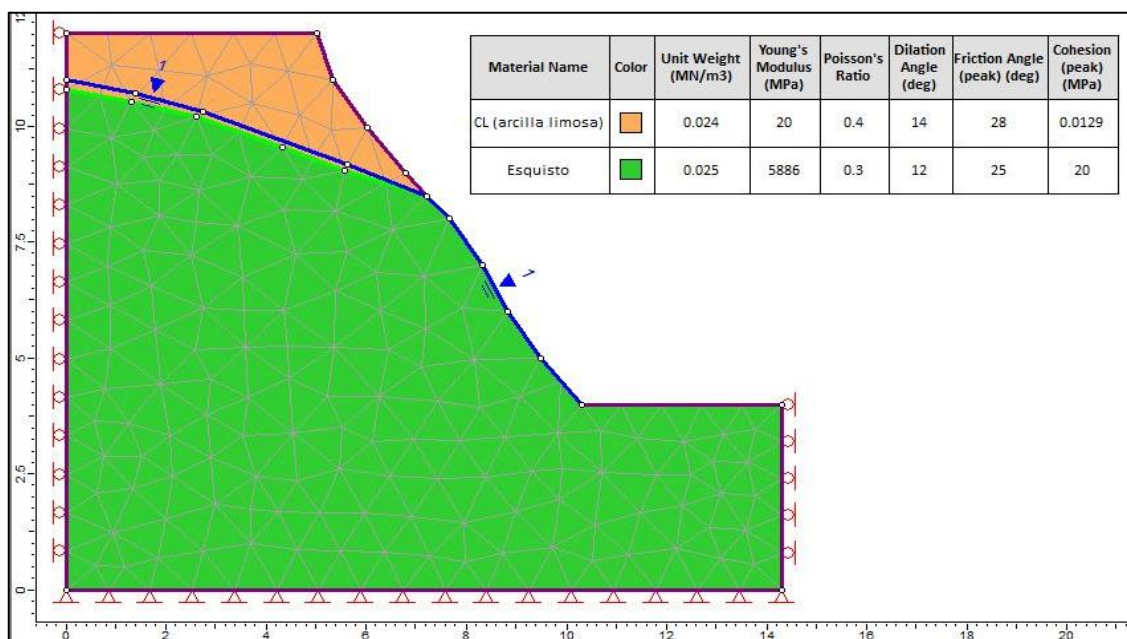


Imagen 14: Talud 2 compuesto de una capa de arcilla limosa, una capa de esquistos con un ángulo de 56 grados

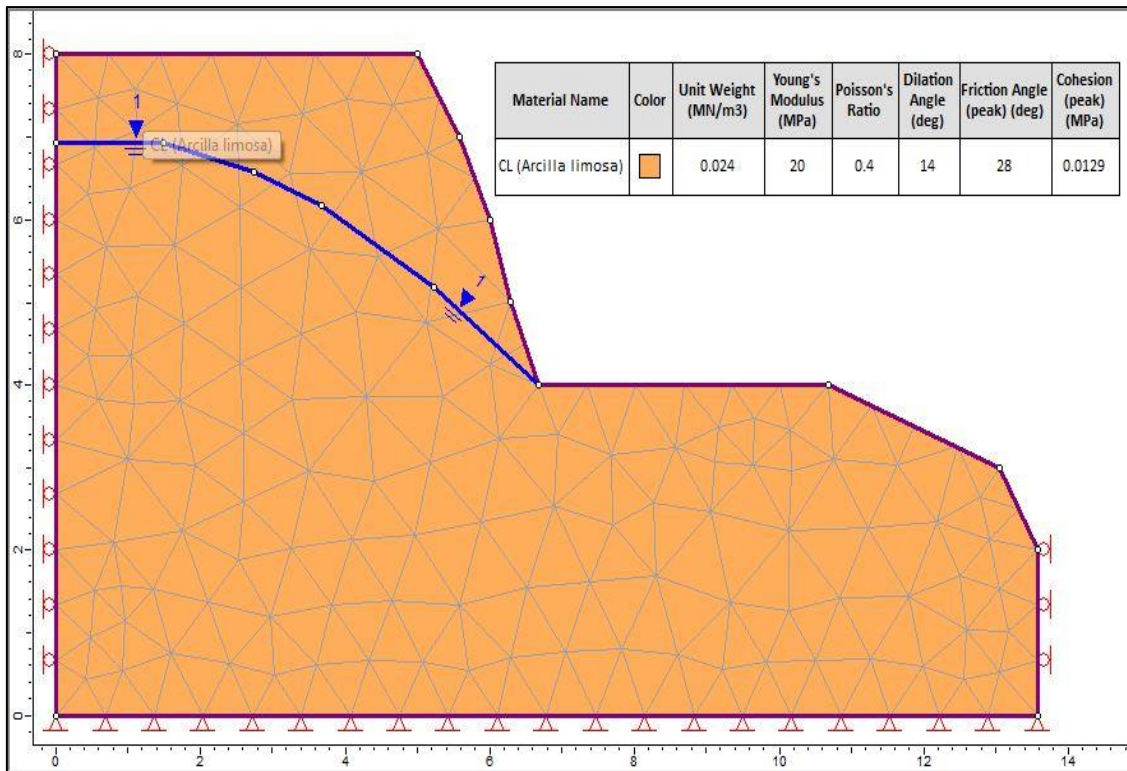


Imagen 15: Talud 3 compuesto de arcilla limosa con un ángulo natural de 67 grados

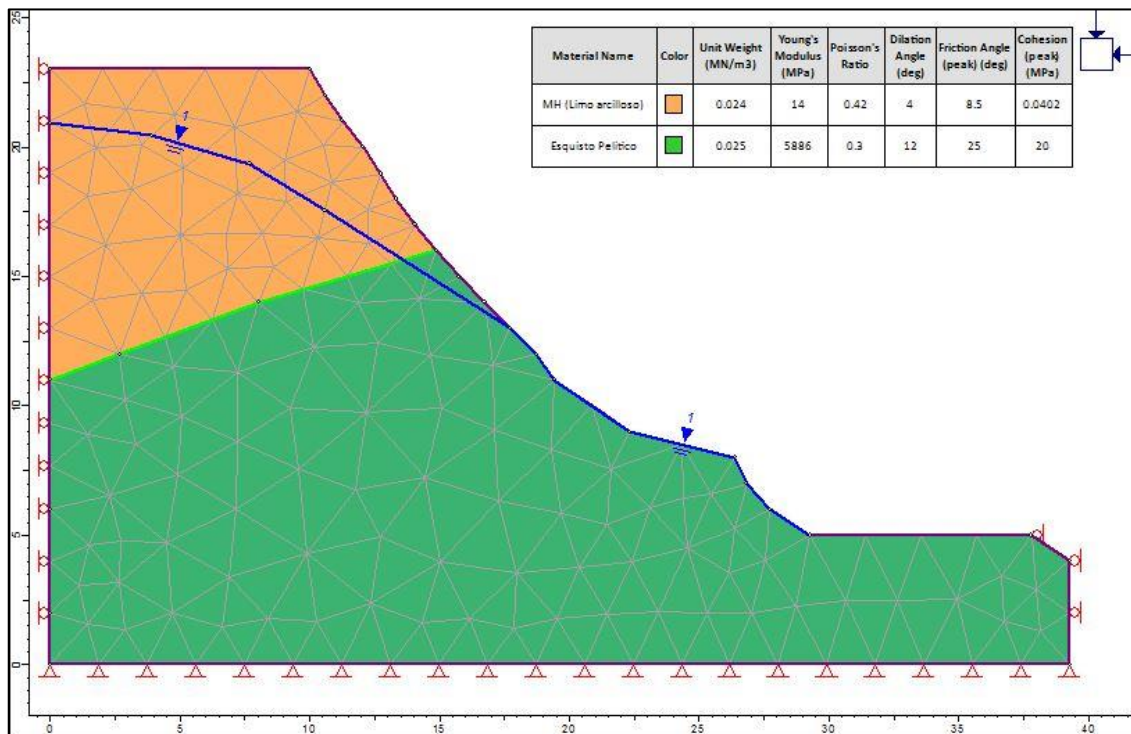


Imagen 16: Talud 4 compuesto por una capa de limo arcilloso y una capa de esquistos pelíticos con un ángulo natural de 49 grados.

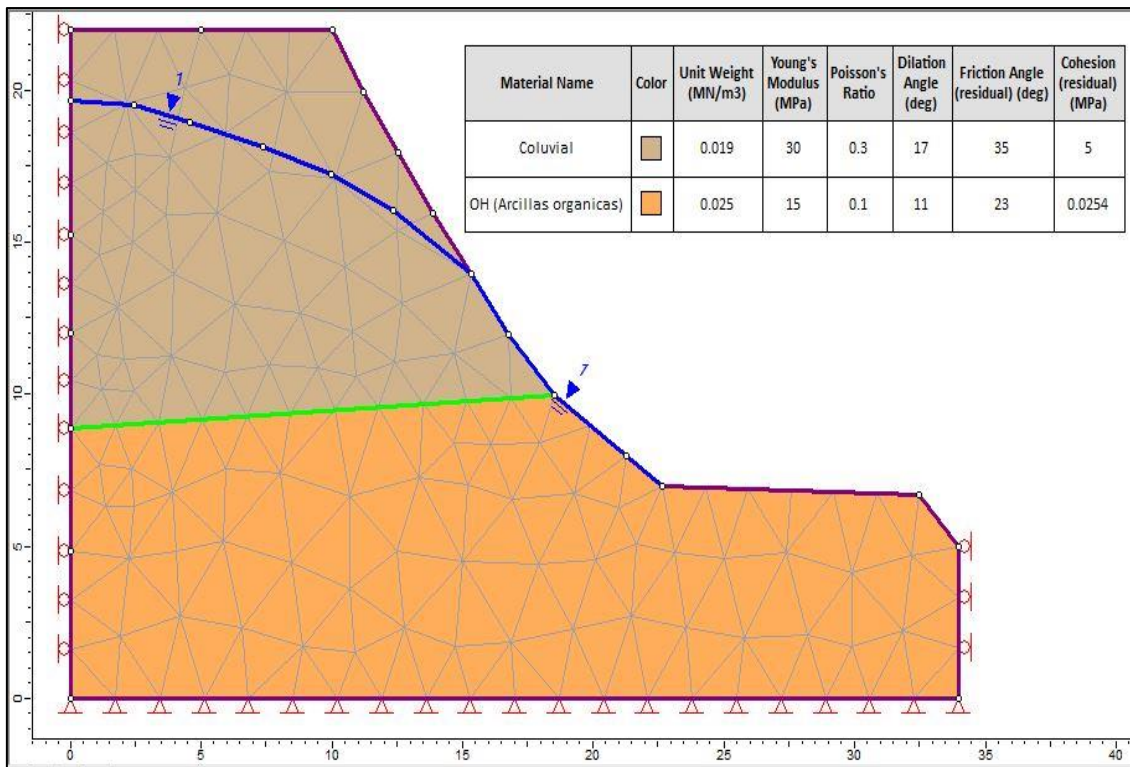


Imagen 17: Talud 5 compuesta por una capa de material coluvial y una capa de arcilla orgánica con un ángulo natural de 55 grados.

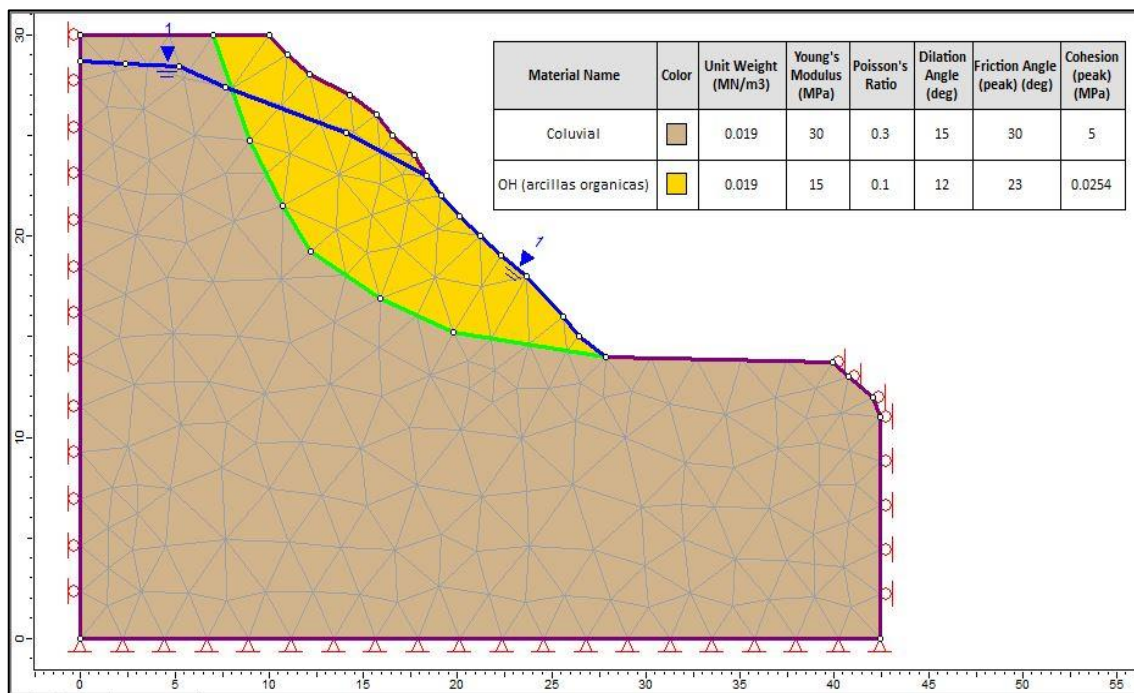


Imagen 18: Talud 6 tenemos una capa de arcilla orgánico y una capa de material coluvial con un ángulo natural de 42 grados.

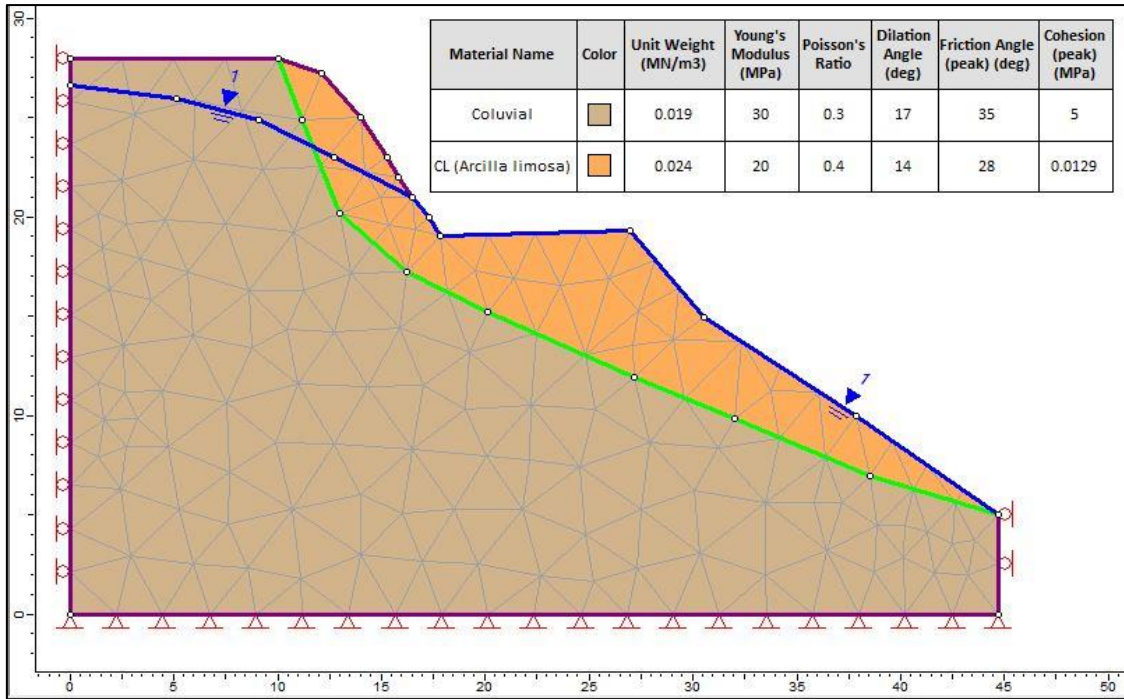


Imagen 19: Talud 7 compuesto por un material de tipo coluvial y una capa de arcilla limosa con un ángulo natural de 55 grados.

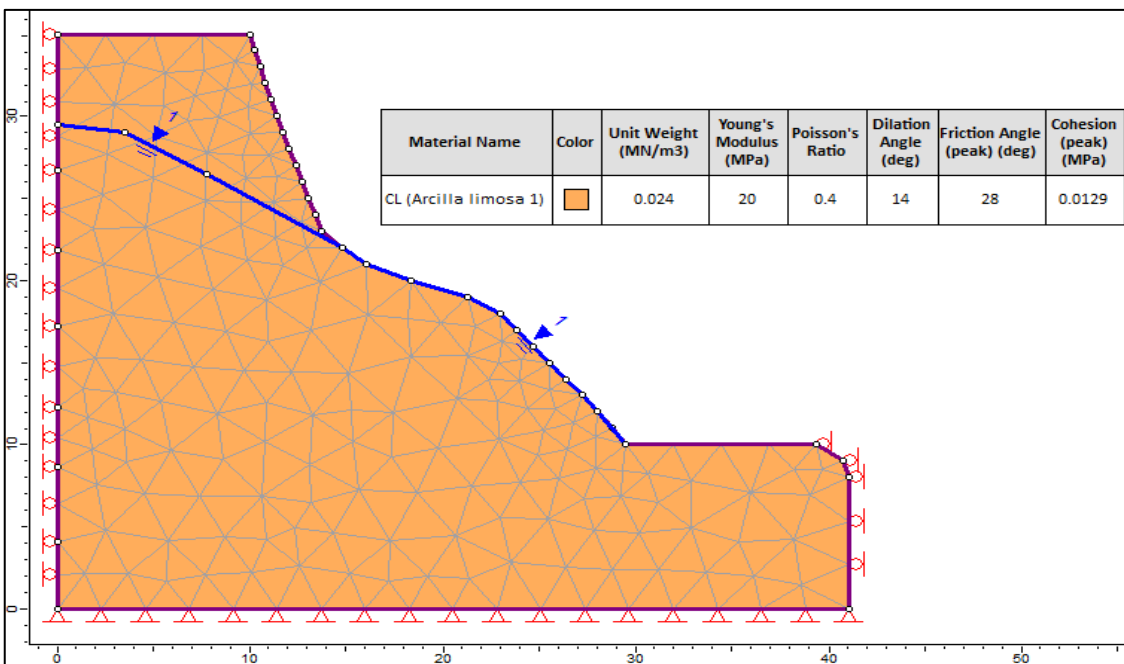


Imagen 20: Talud 8 compuesto en su totalidad por una capa de arcilla limosa con un ángulo natural de 51 grados.

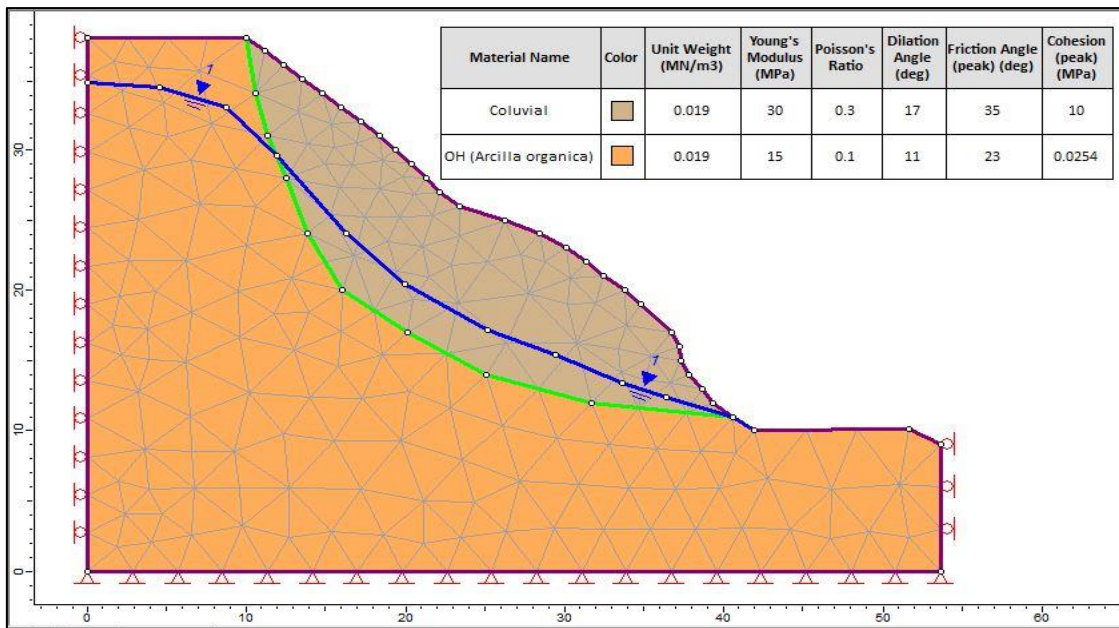


Imagen 21: Talud 9 compuesto por dos materiales una capa superior de coluvial y una capa inferior de arcilla orgánica con un ángulo de 41 grados.

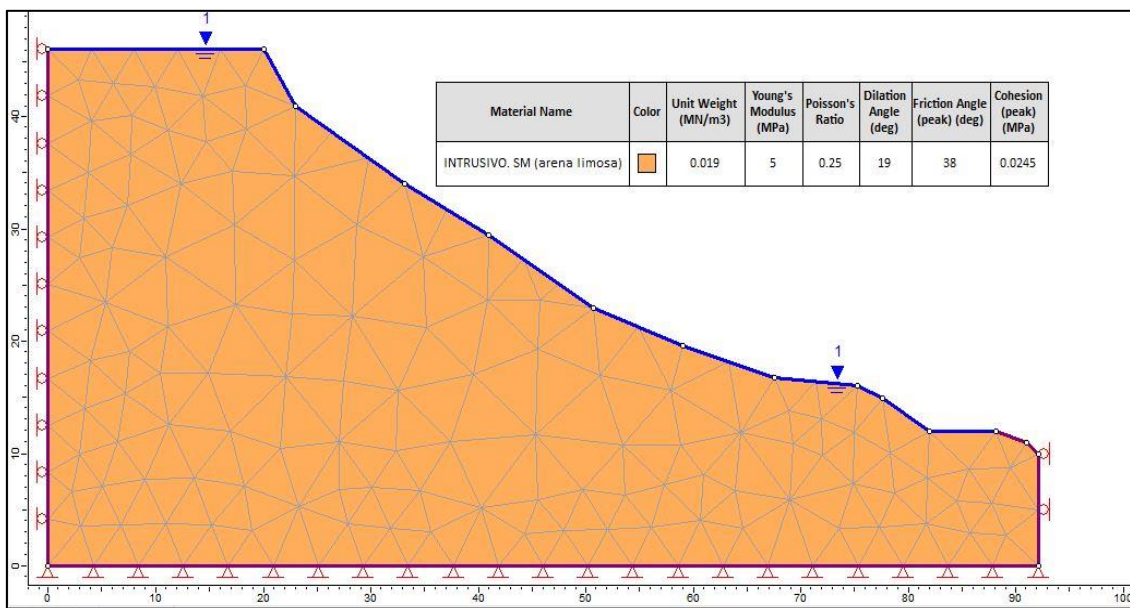


Imagen 22: Talud 10 compuesta por una arena limosa con un ángulo de 32 grados en su parte baja y de 34 en su parte alta.

De acuerdo a los modelamientos mostrados anteriormente, se realizó el cálculo del factor de seguridad en el software especializado Phase 2 de cada uno de los taludes en condiciones estáticas.

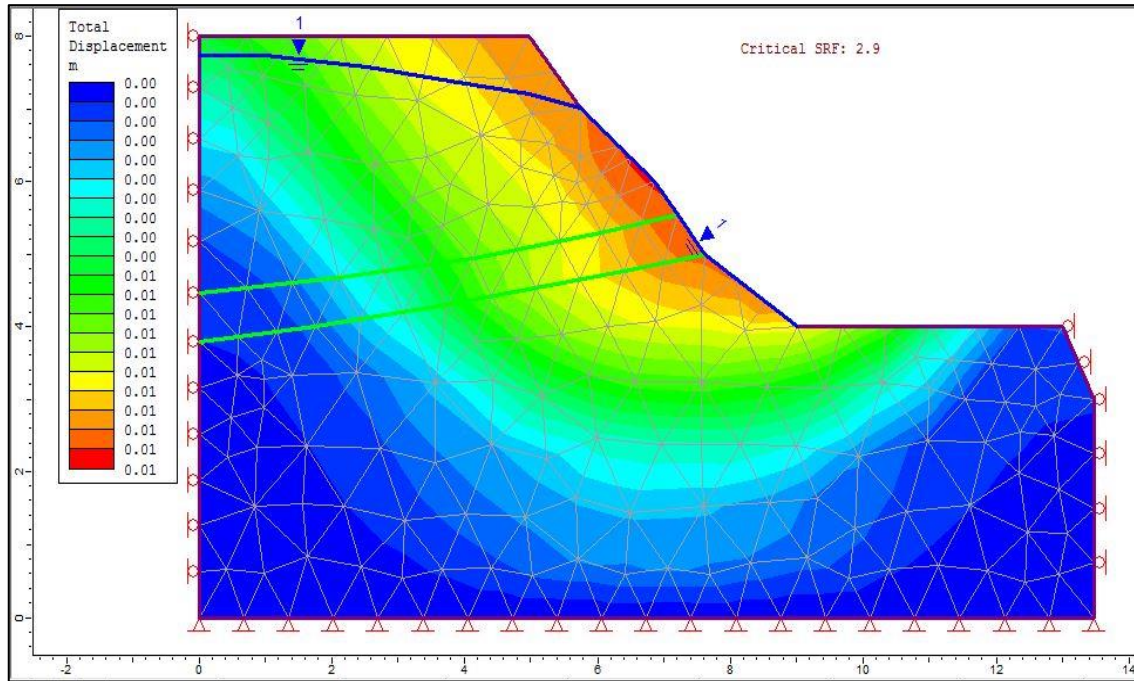


Imagen 23: Cálculo del factor de seguridad del talud 1 obteniendo un FS de 2.9.

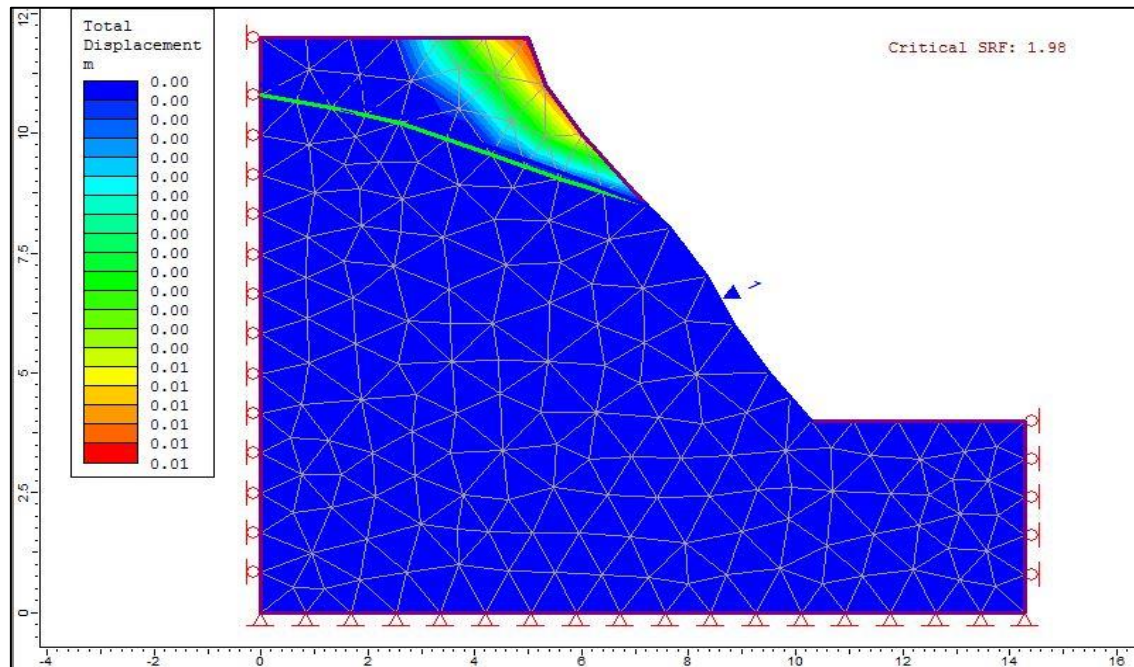


Imagen 24: Cálculo del factor de seguridad del talud 2 obteniendo un FS de 1.98.

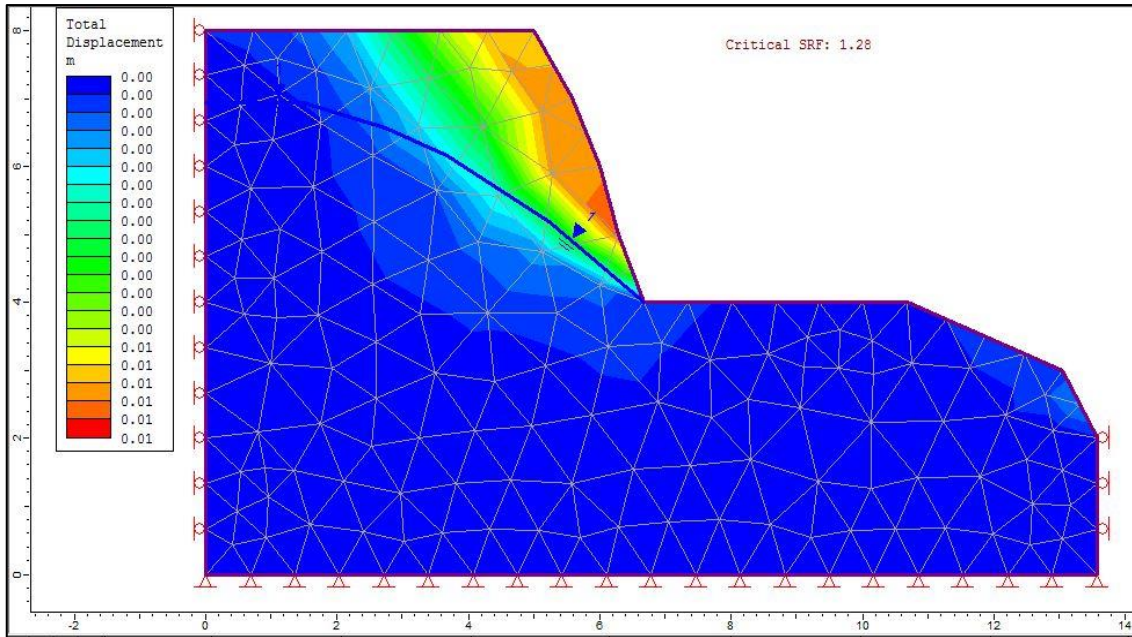


Imagen 25: Cálculo del factor de seguridad del talud 3 obteniendo un FS de 1.28.

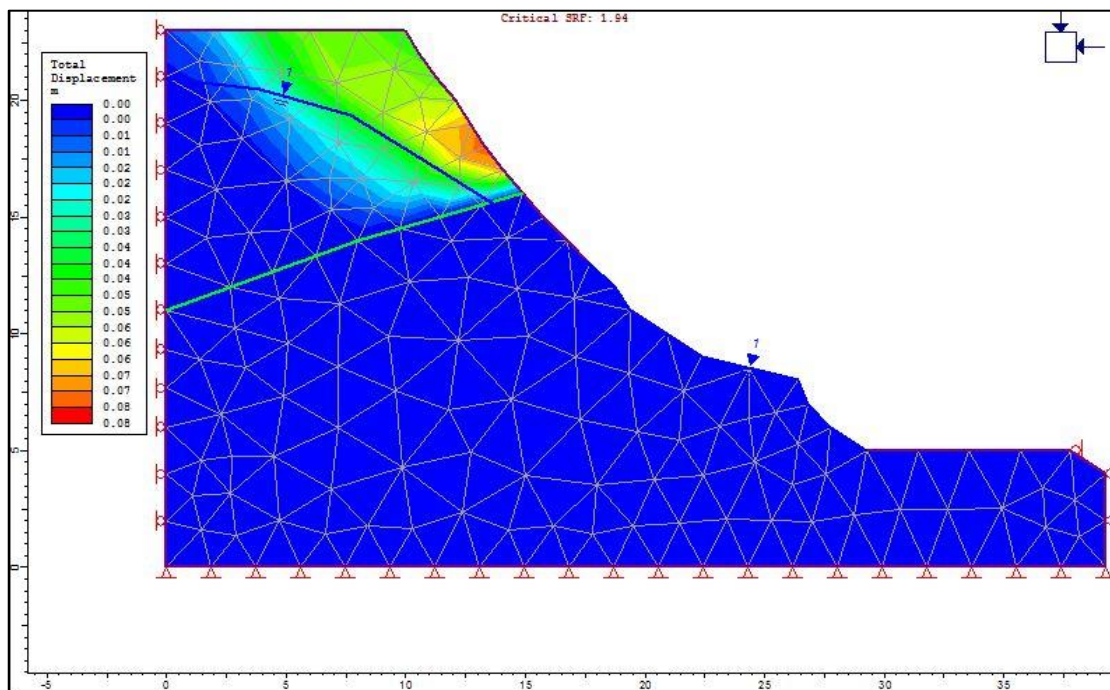


Imagen 26: Cálculo del factor de seguridad del talud 4 obteniendo un FS de 1.94

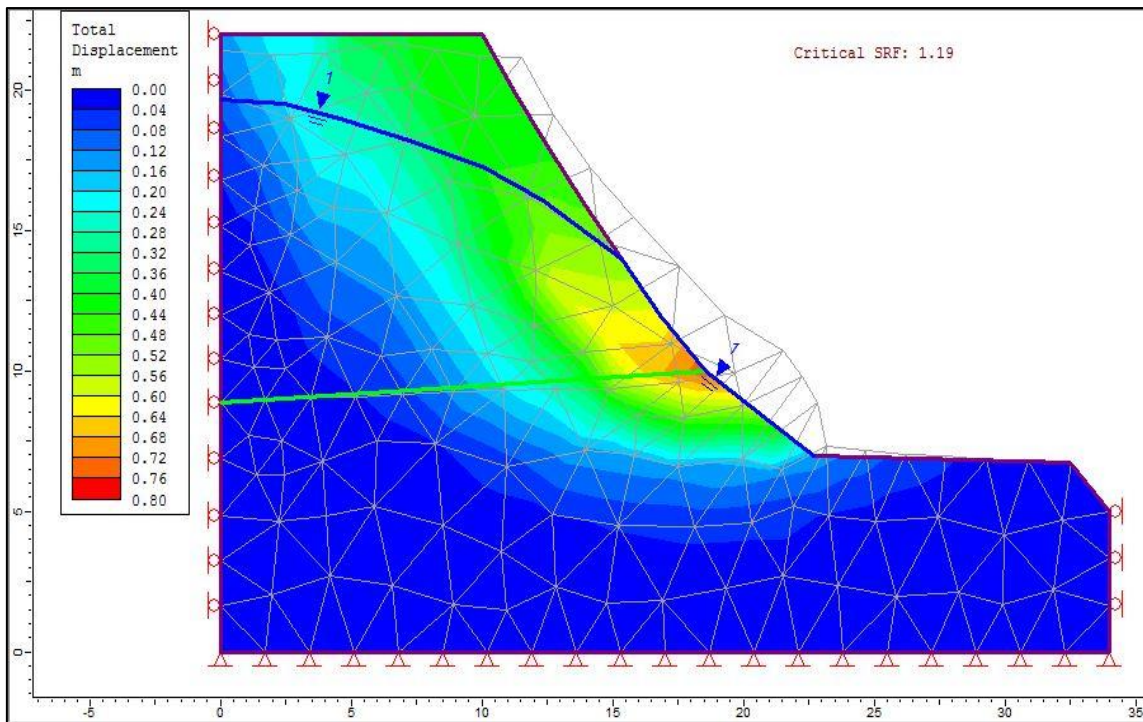


Imagen 27: Cálculo del factor de seguridad del talud 5 obteniendo un FS de 1.19.

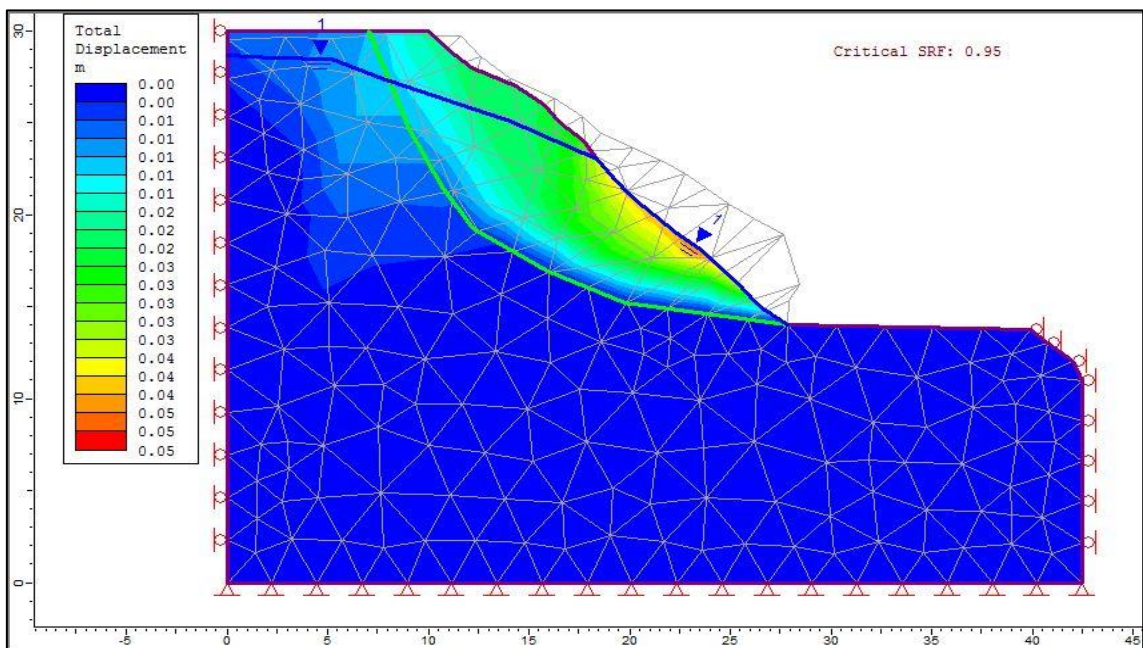


Imagen 28: Cálculo del factor de seguridad del talud 6 obteniendo un FS de 0.95.

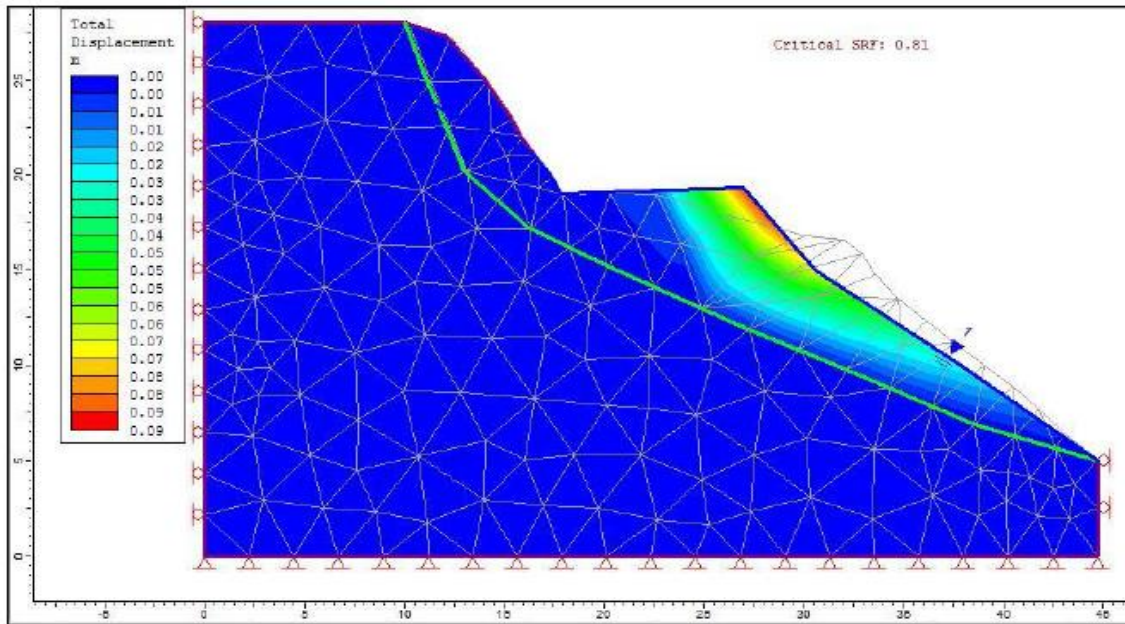


Imagen 29: Cálculo del factor de seguridad del talud 7 obteniendo un FS de 0.81

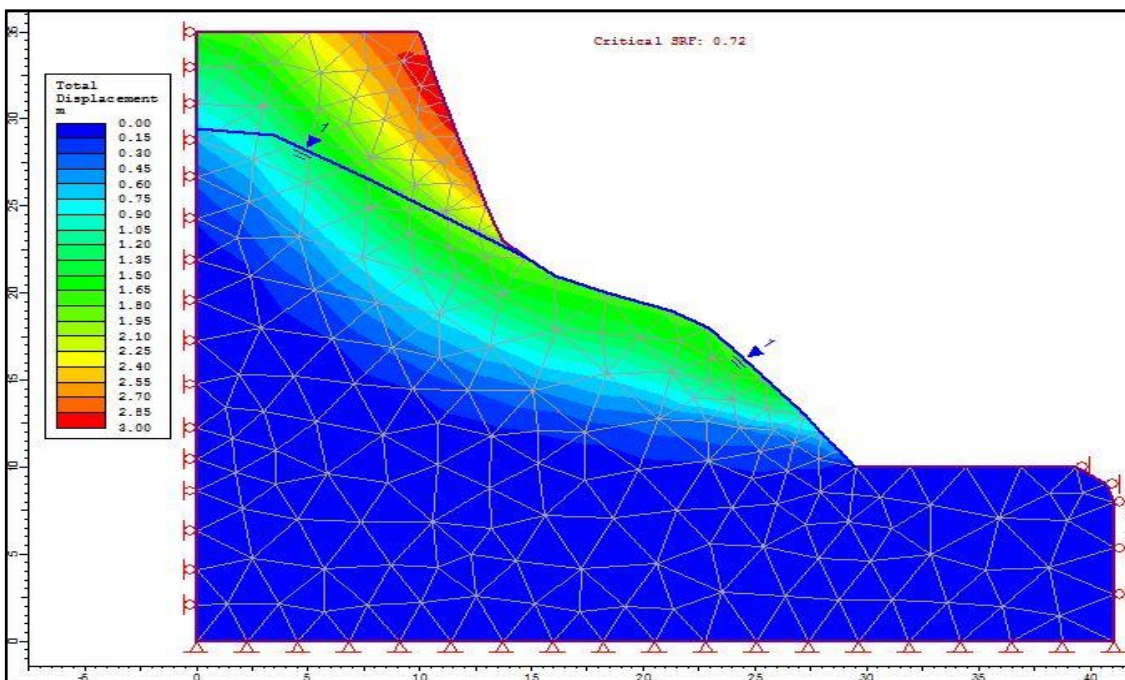


Imagen 30: Cálculo del factor de seguridad del talud 8 obteniendo un FS de 0.72.

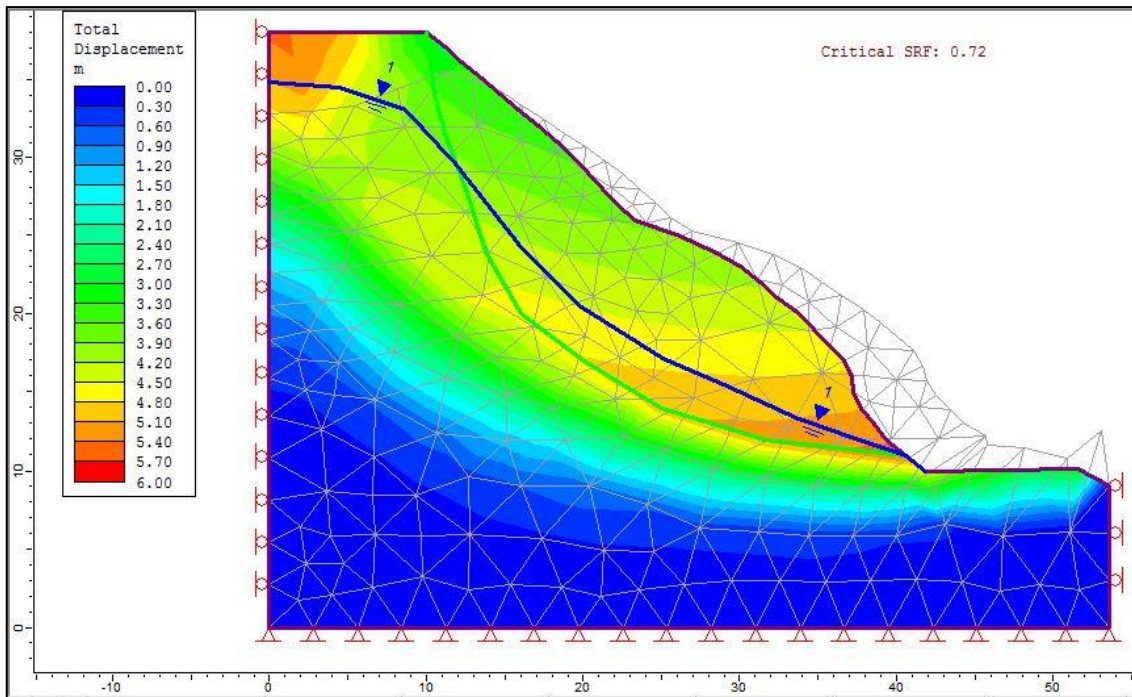


Imagen 31: Cálculo del factor de seguridad del talud 9 obteniendo un FS de 0.72

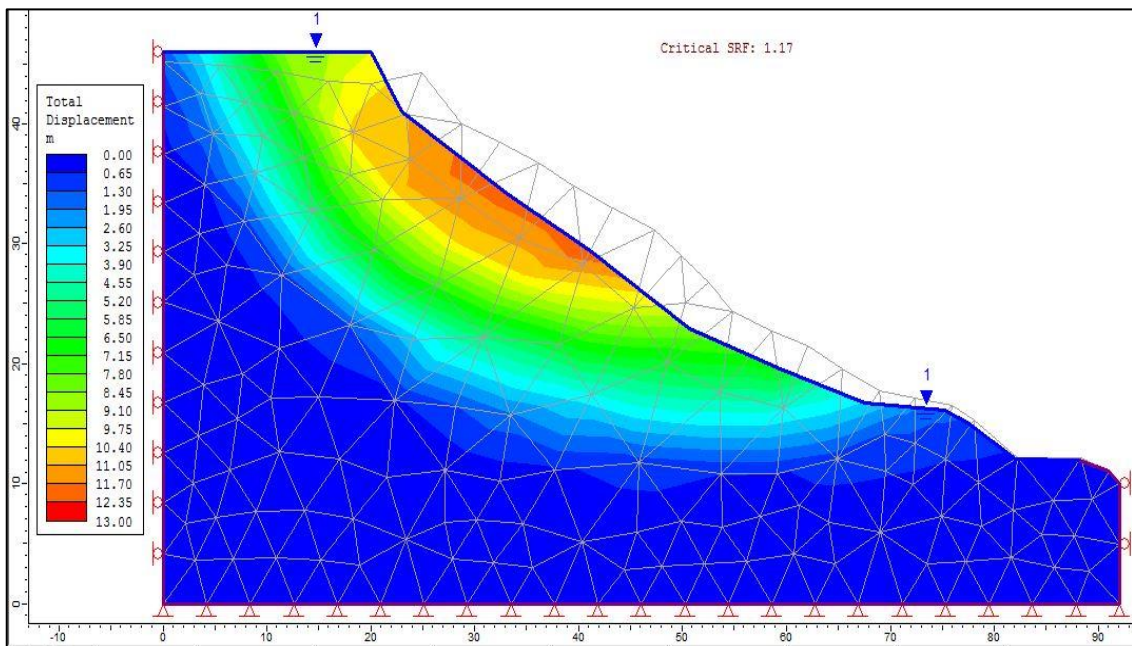


Imagen 32: Cálculo del factor de seguridad del talud 10 obteniendo un FS de 1.17.

4.5.1 Diseño de estabilización de los taludes para obtener un factor de seguridad igual a 1.5

Se presentan los modelamientos de los diseños para la estabilización de los taludes, reduciendo su carga portante, mejorando su geometría con ángulos estables y soluciones de ingeniería como hormigón proyectado (shotcrete) en ciertos taludes, para mejorar su estabilidad.

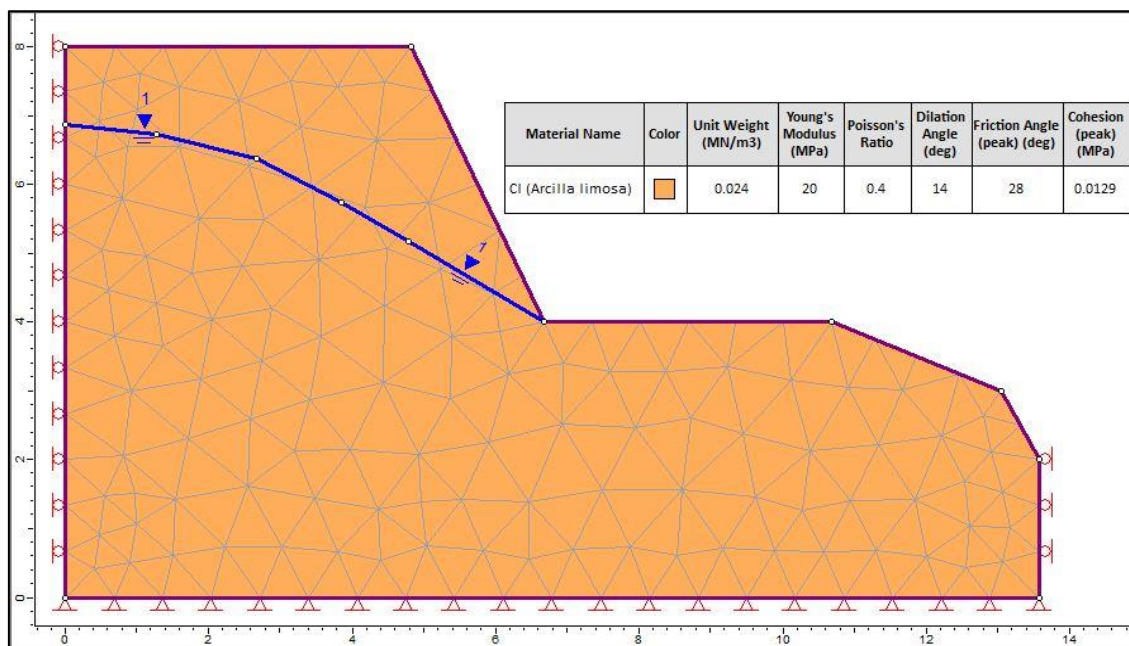


Imagen 34: Modelamiento del talud 3 estabilizado, con un ángulo de 65 grados

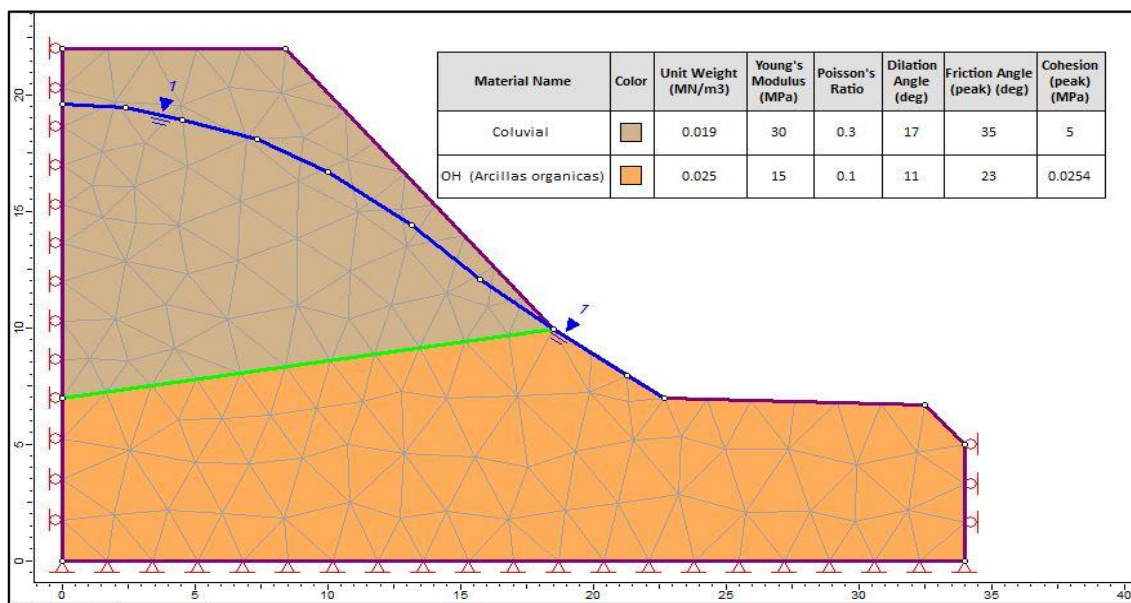


Imagen 33: Modelamiento del talud 5 estabilizado, con un ángulo de 55 grados.

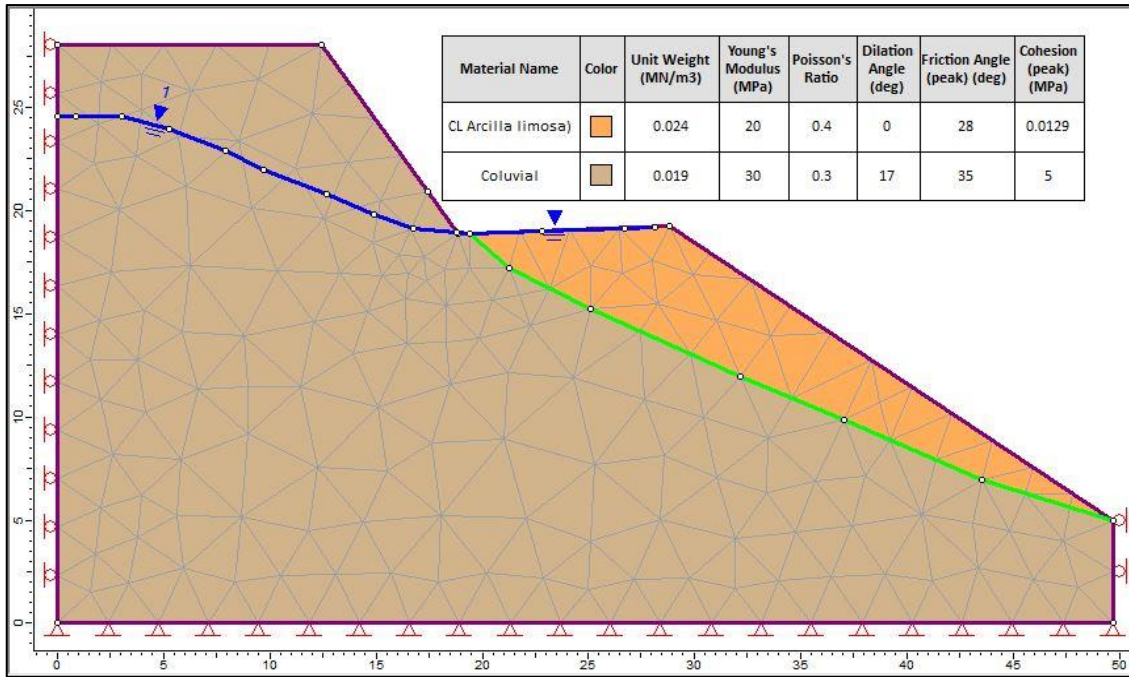


Imagen 35: Modelamiento del talud 6 estabilizado, con un ángulo de 38 grados

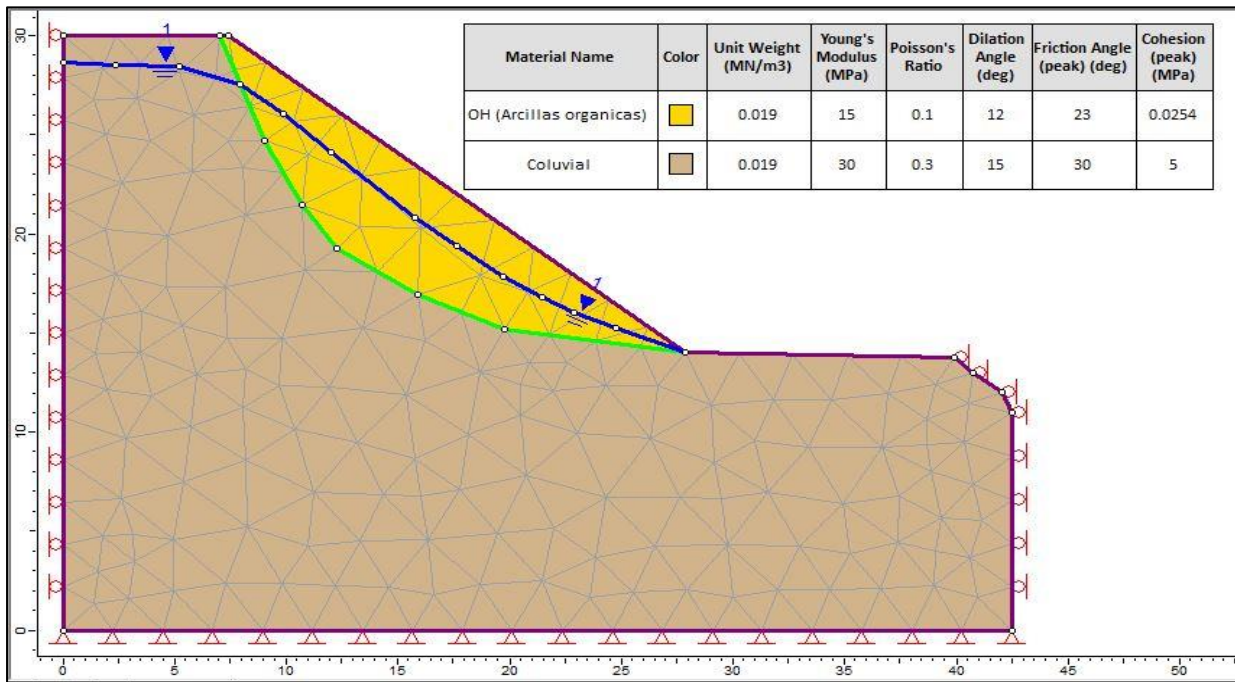


Imagen 36: Modelamiento del talud 7 estabilizado, con un ángulo de 55 grados.

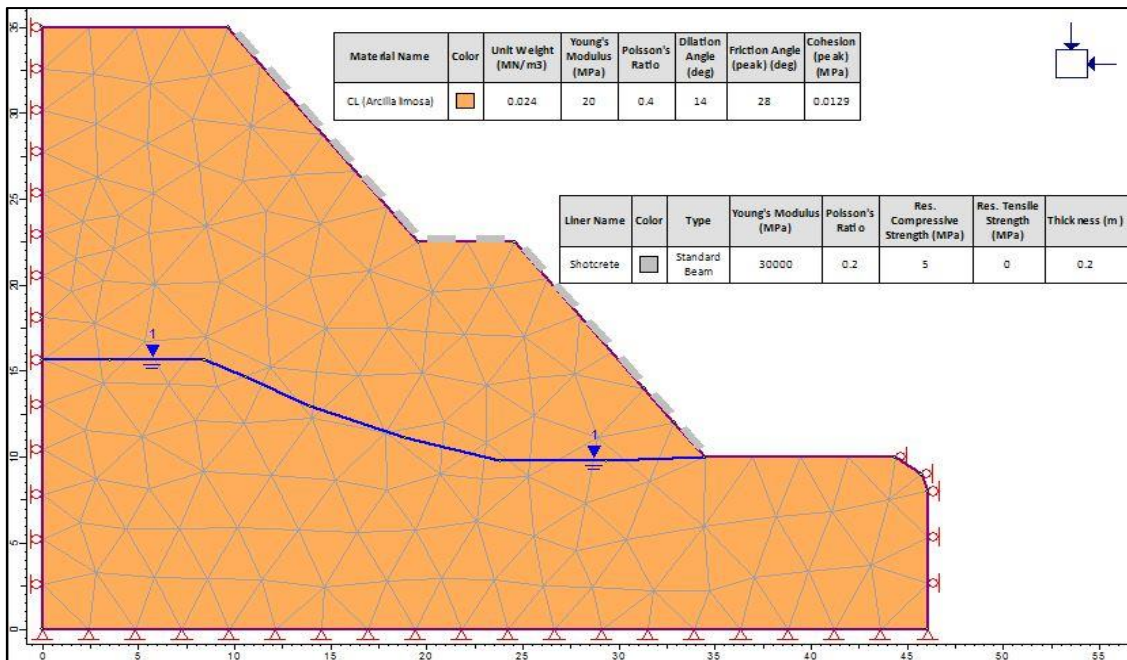


Imagen 38: Modelamiento del talud 8 estabilizado, con bancos superior 12.5 m con un ángulo de 52 grados, inferior 12.5 y un ángulo de 52 grados. Una berma de seguridad de 5m y revestimiento de hormigón proyectado de 20 cm de espesor.

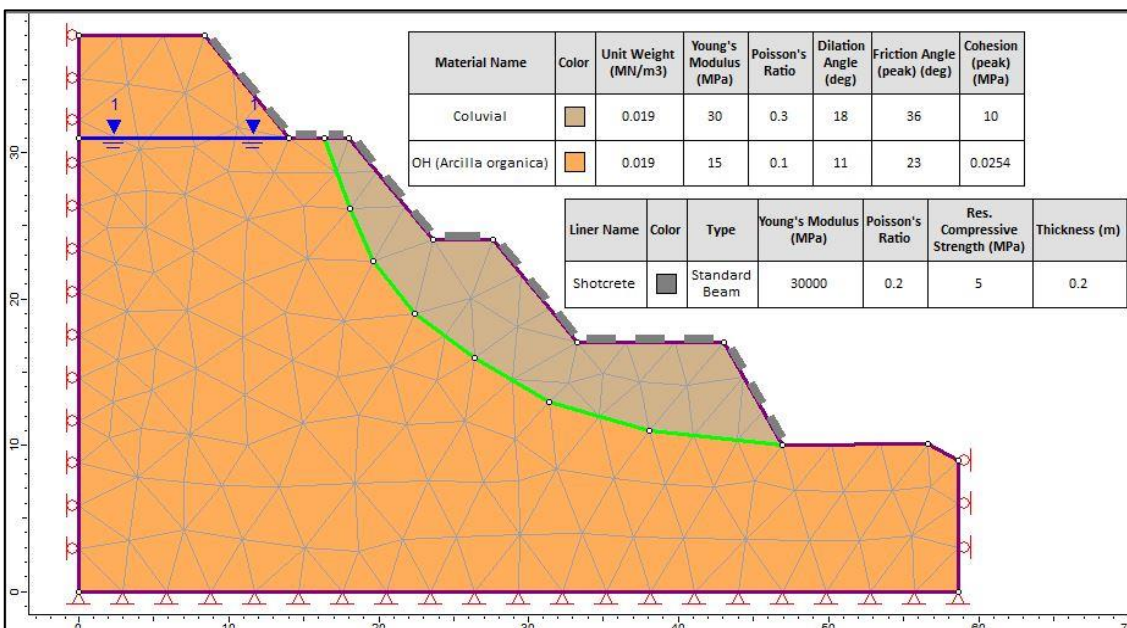


Imagen 37: Modelamiento del talud 9 estabilizado con 4 bancos de 7 m, 2 bancos superiores con ángulos de 36 grados y bermas de 4 m, 1 intermedio con un ángulo de 51 grados y una berma de 4 m y el inferior con un ángulo de 36 grados y una berma de 10 m.

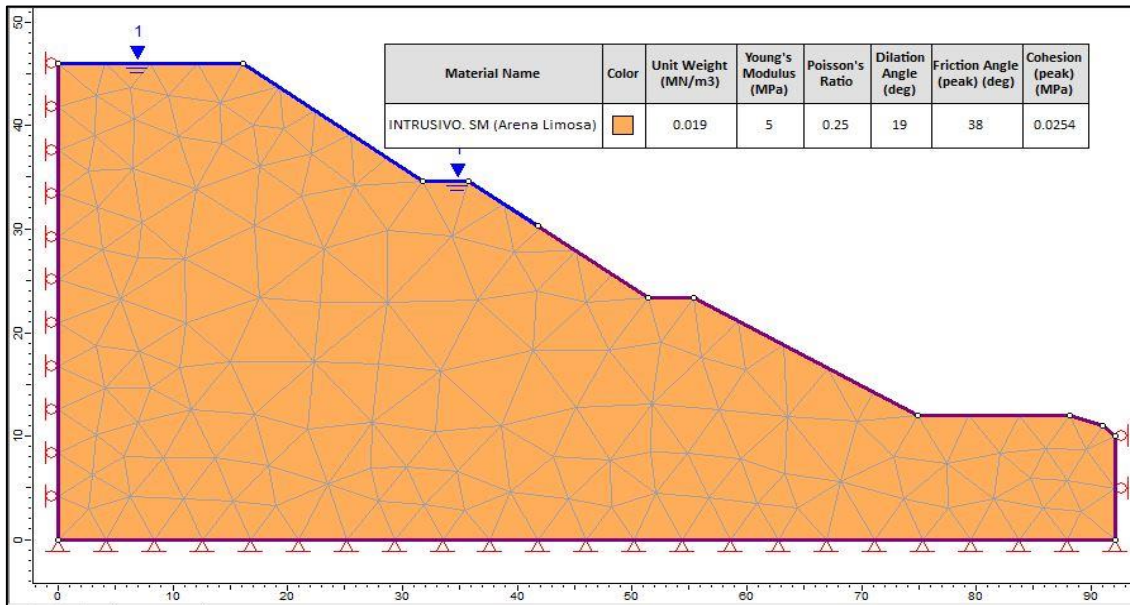


Imagen 39: Modelamiento del talud 10 estabilizado con 3 bancos de 11.3 metros y ángulos de 36 grados los dos superiores, 0 grados el inferior y una berma de 4 m.

4.5.2. Cálculo del factor de seguridad con el modelamiento estable.

De acuerdo a los modelamientos mostrados anteriormente, se realizó el cálculo de seguridad de cada uno de los taludes en condiciones estáticas.

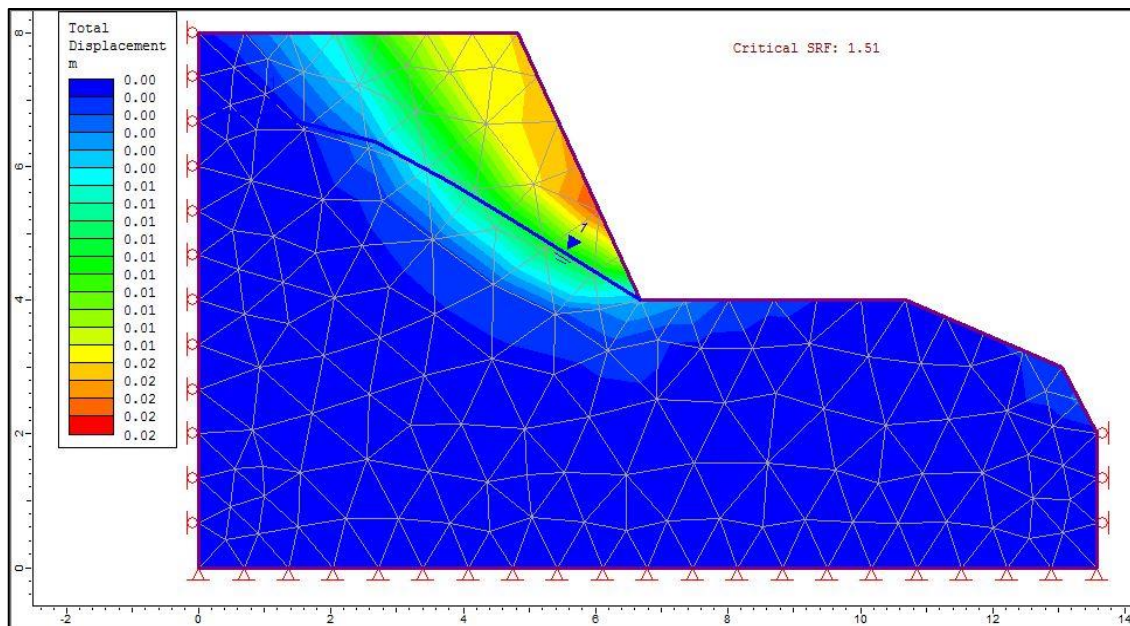


Imagen 40: Cálculo del factor de seguridad del talud 3, obteniendo un FS de 1.51

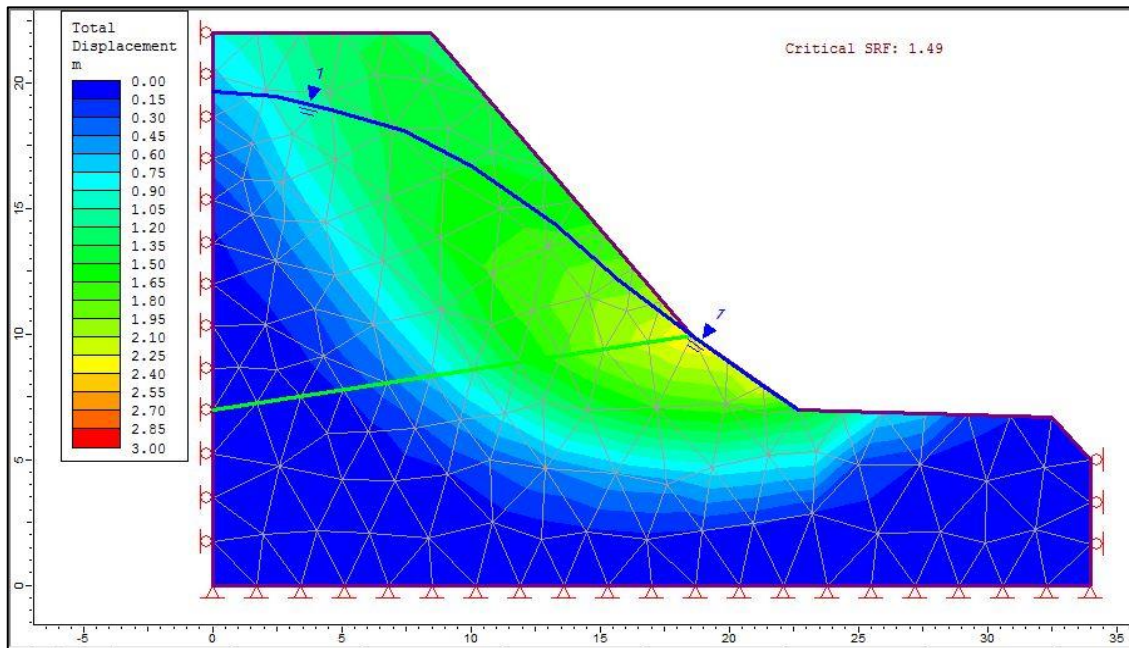


Imagen 41: Cálculo del factor de seguridad del talud 5, obteniendo un factor de seguridad de 1.49

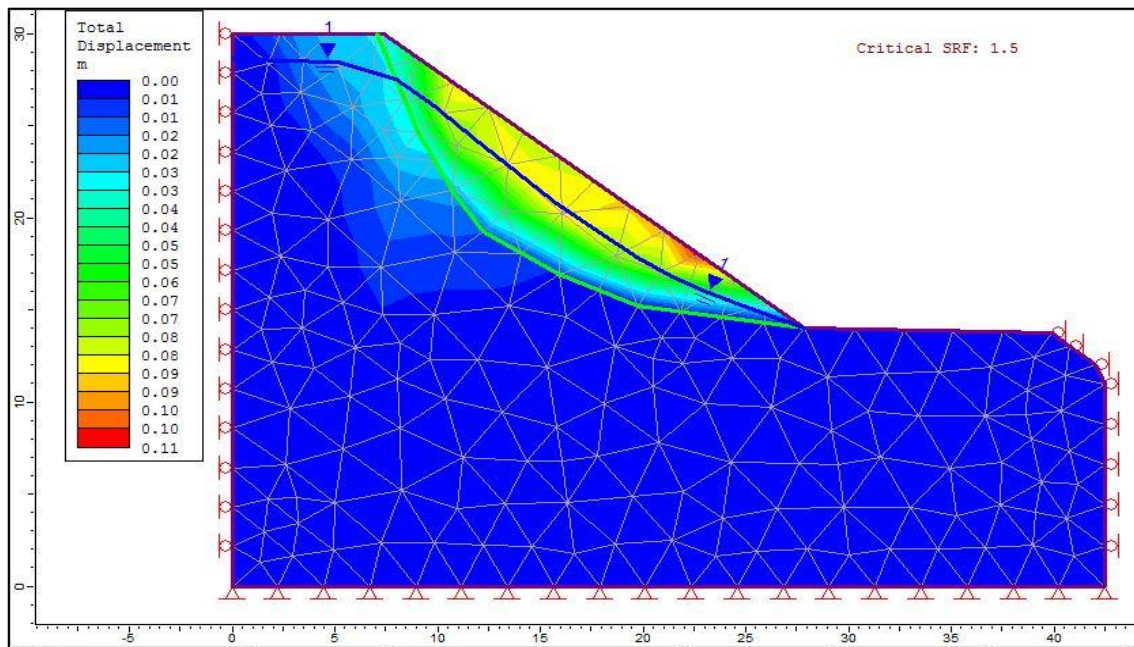


Imagen 42: Cálculo del factor de seguridad del talud 6, obteniendo un factor de seguridad de 1.5

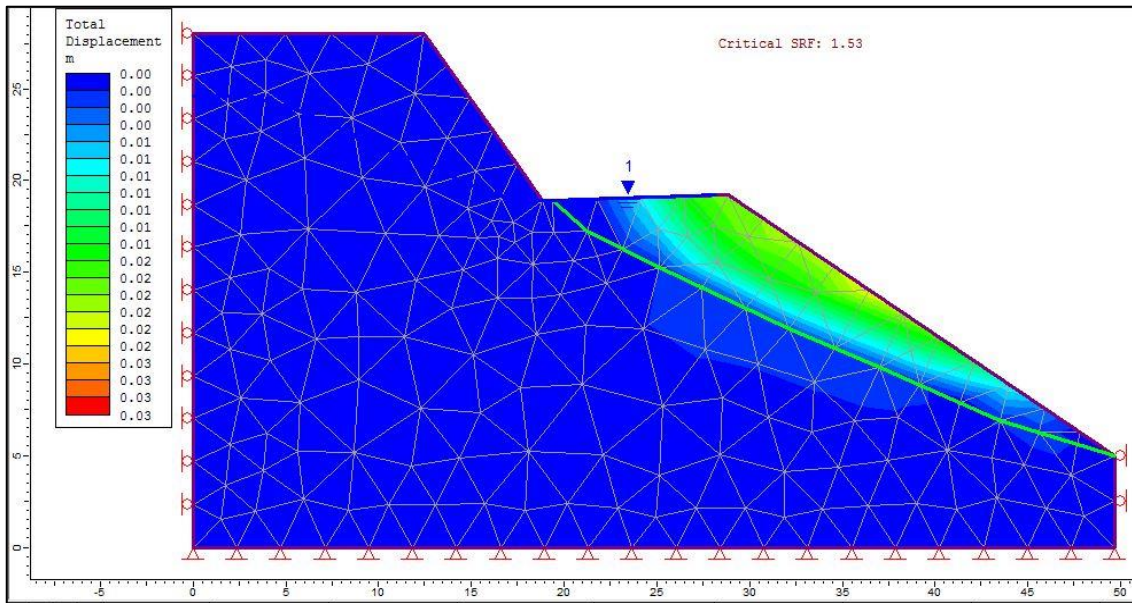


Imagen 43: Cálculo del factor de seguridad del talud 7, obteniendo un factor de seguridad de 1.53

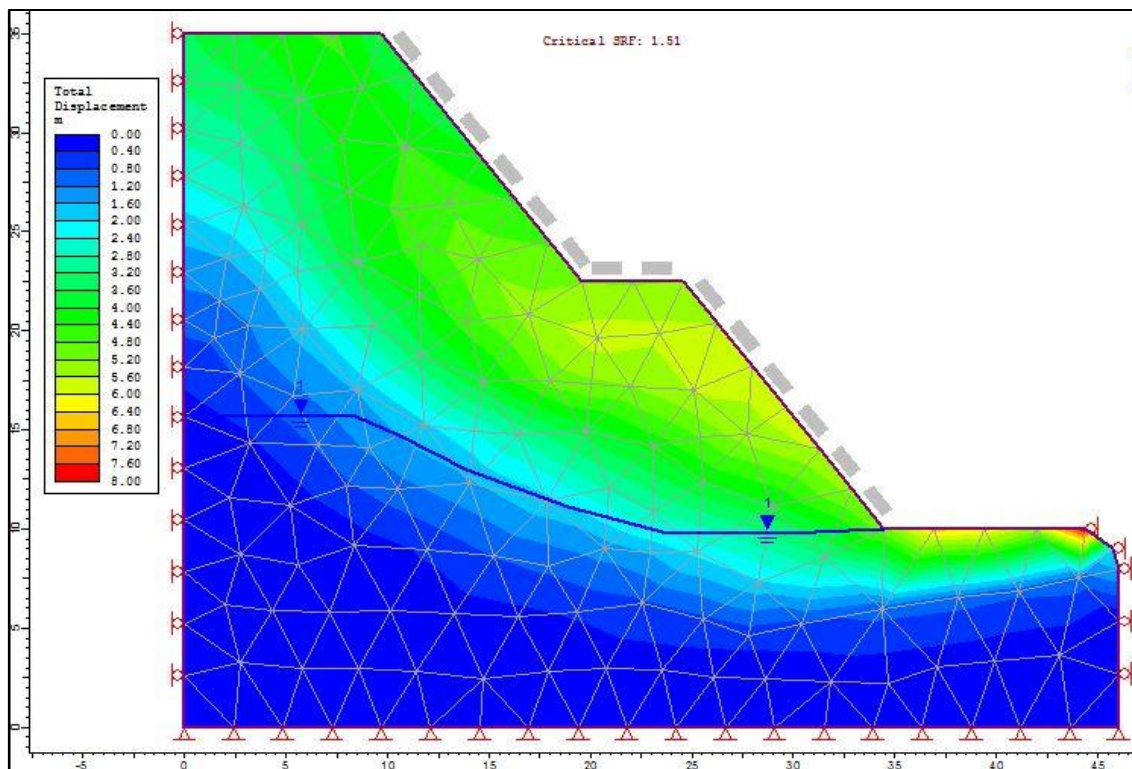


Imagen 44: Cálculo del factor de seguridad del talud 8, obteniendo un factor de seguridad de 1.51

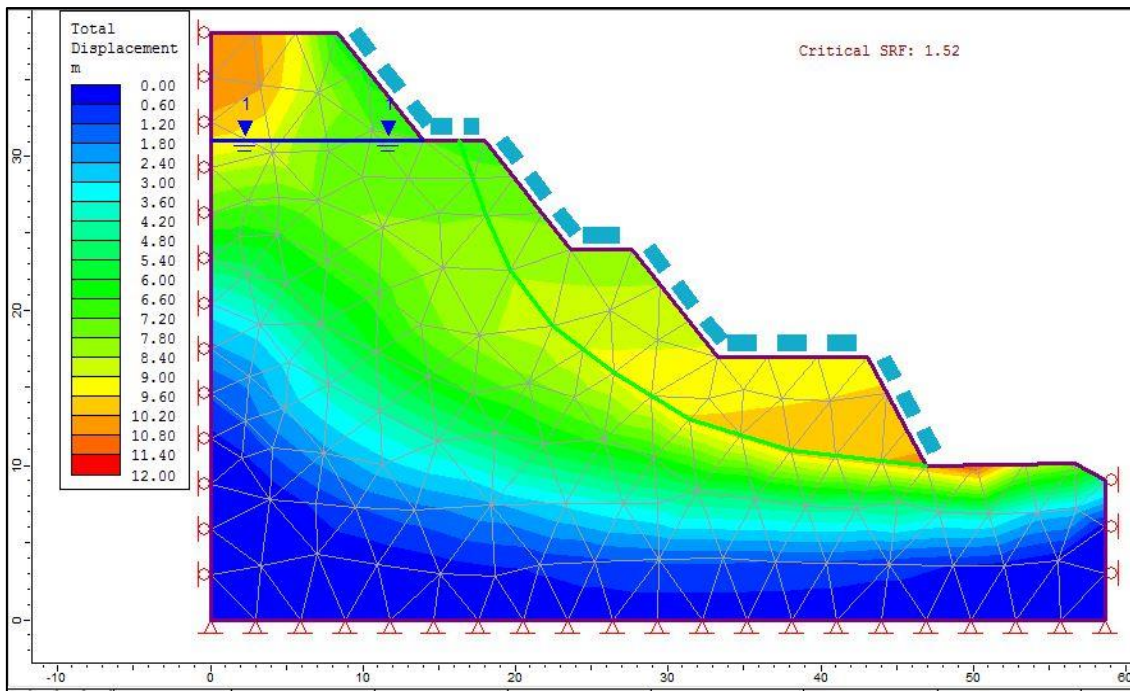


Imagen 45: Cálculo del factor de seguridad del talud 9, obteniendo un factor de seguridad de 1.52

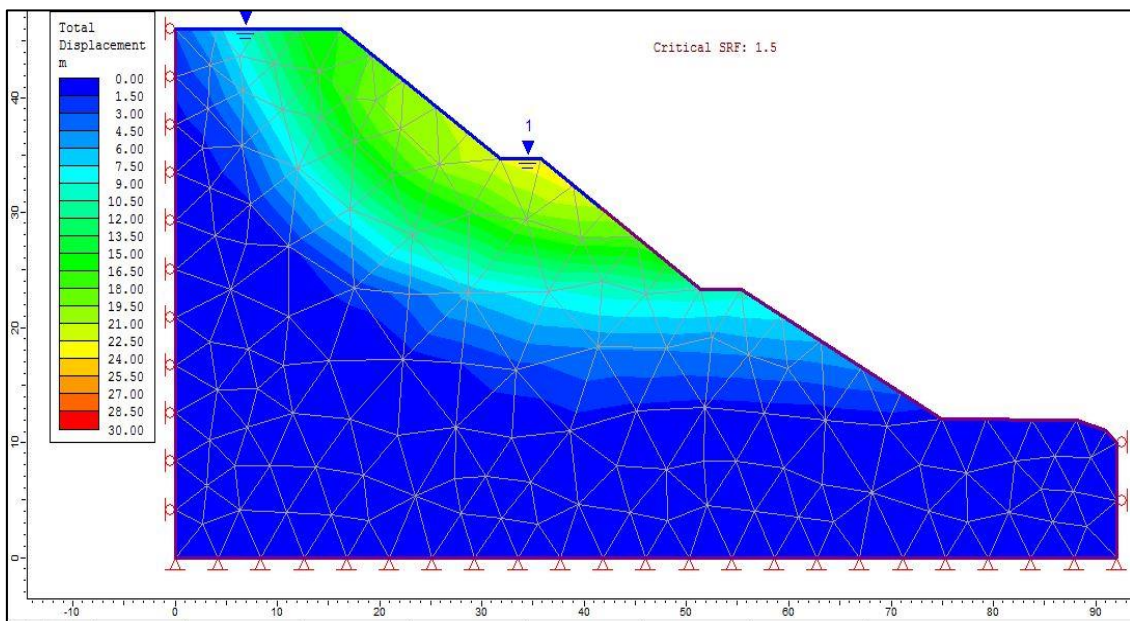


Imagen 46: Cálculo del factor de seguridad del talud 10, obteniendo un factor de seguridad de 1.5

4.5.3. Cálculo del factor de seguridad en condiciones pseudoestáticas para obtener un Fs. de 1 - 1.15.

Se realizó el cálculo del factor de seguridad de cada uno de los taludes en condiciones pseudoestáticas, tomando en cuenta los valores sísmicos iguales a: $K_h = 0.19$ y $K_v = 0.095$, en donde se pretende obtener un FS entre los rangos de 1 - 1.15 para considerarlos estables.

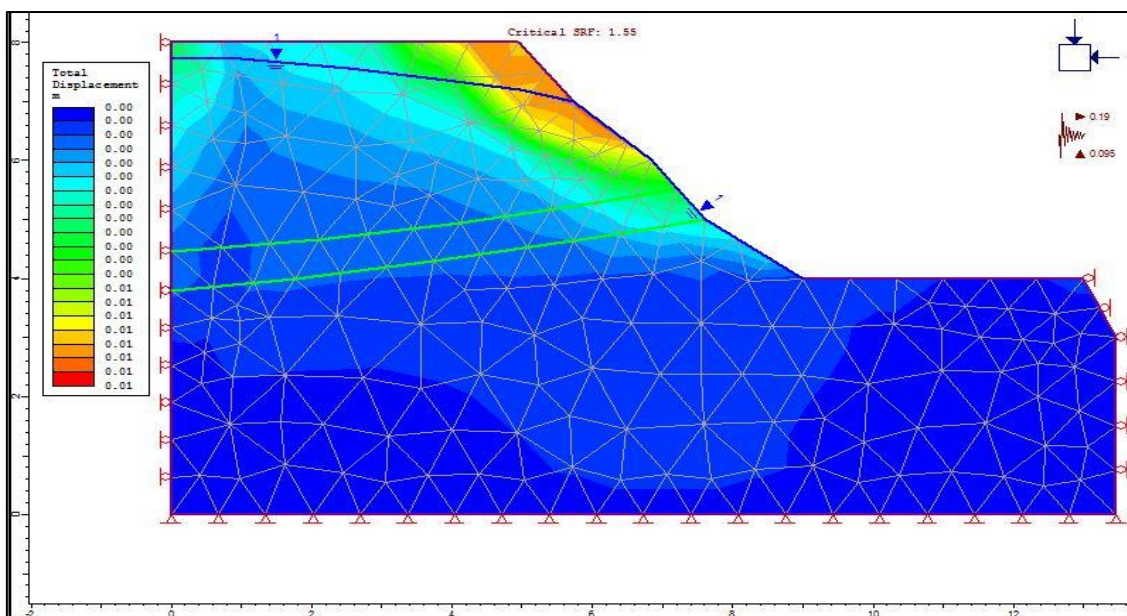


Imagen 47: Cálculo del factor de seguridad del talud 1, obteniendo un factor de seguridad de 1.55

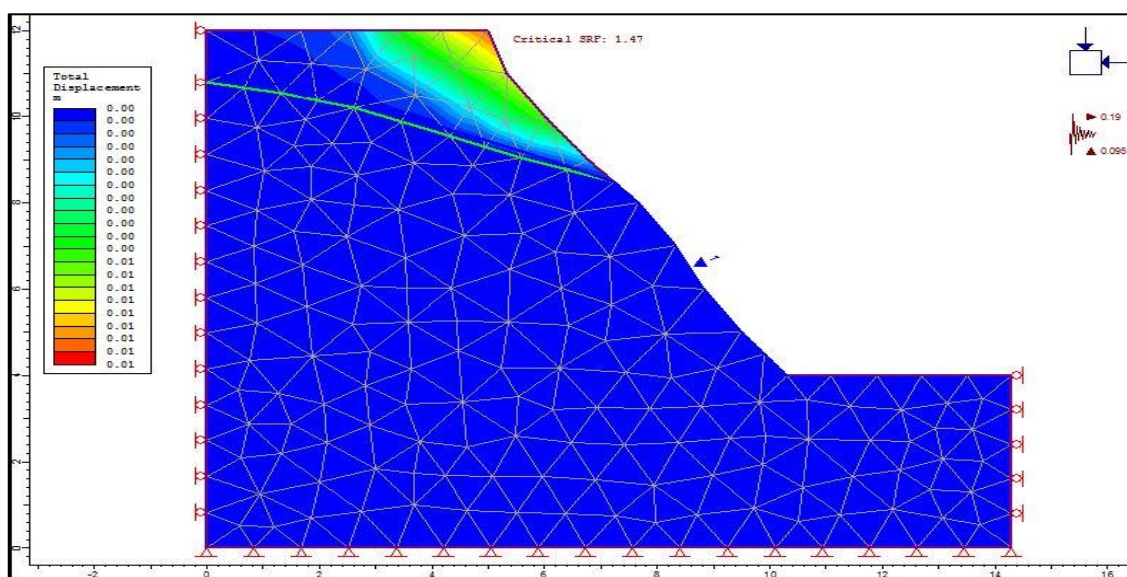


Imagen 48: Cálculo del factor de seguridad del talud 2, obteniendo un factor de seguridad de 1.47

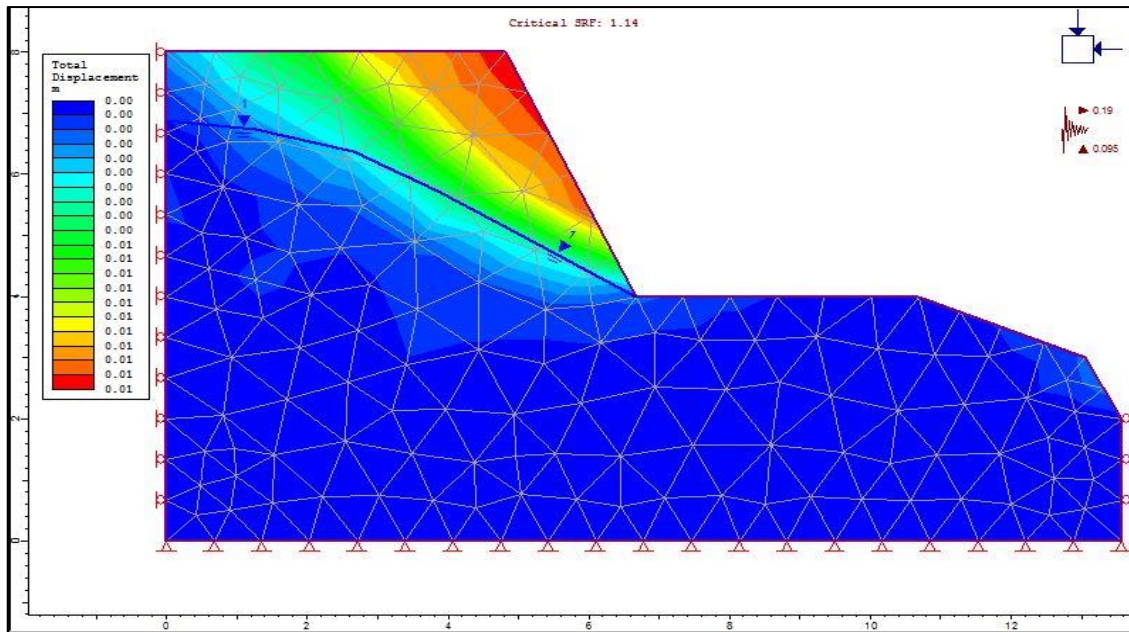


Imagen 49: Cálculo del factor de seguridad del talud 3, obteniendo un factor de seguridad de 1.14

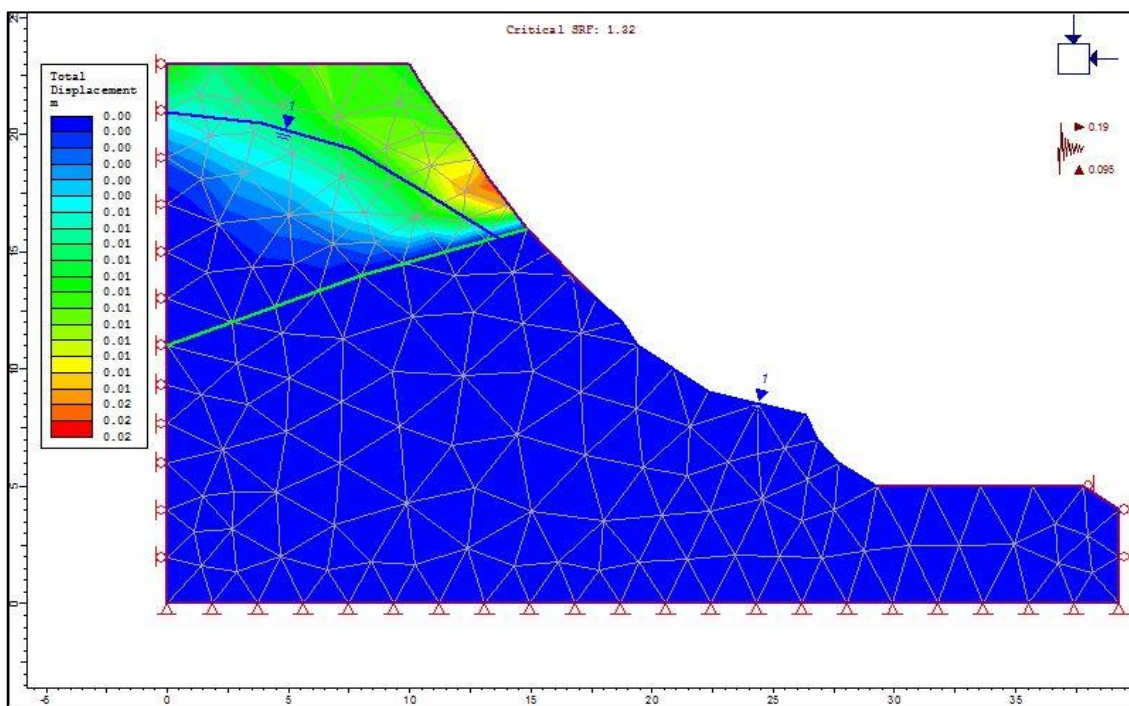


Imagen 50: Cálculo del factor de seguridad del talud 4, obteniendo un factor de seguridad de 1.32

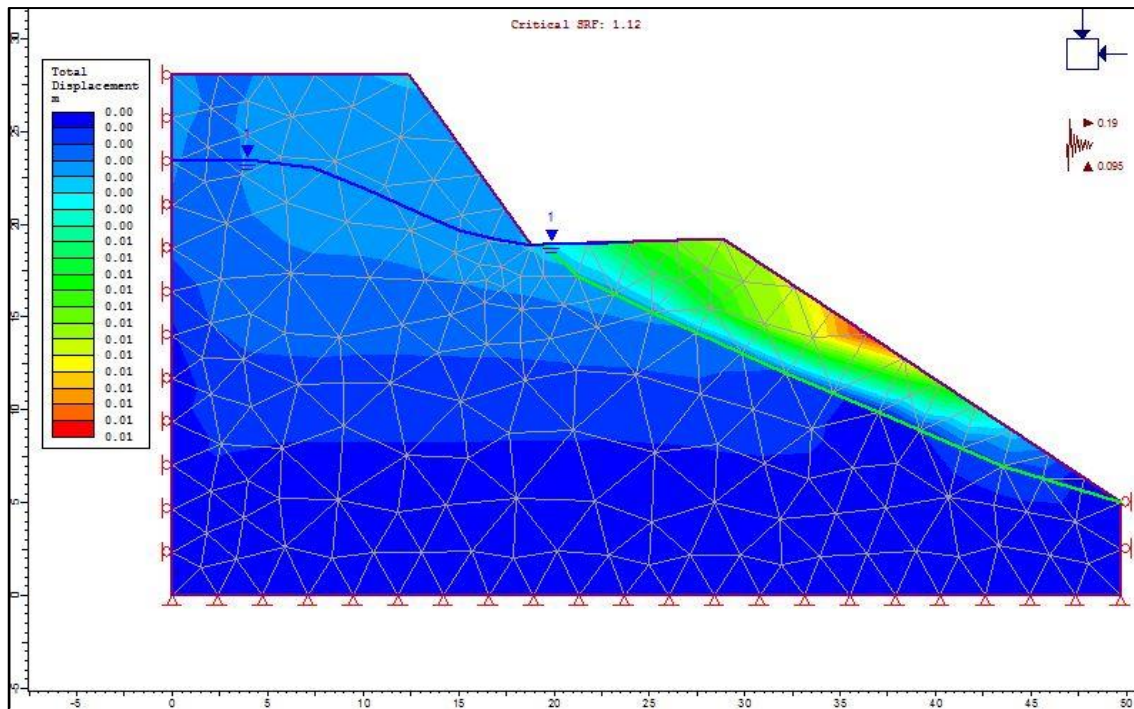


Imagen 51: Cálculo del factor de seguridad del talud 5, obteniendo un factor de seguridad de 1.12.

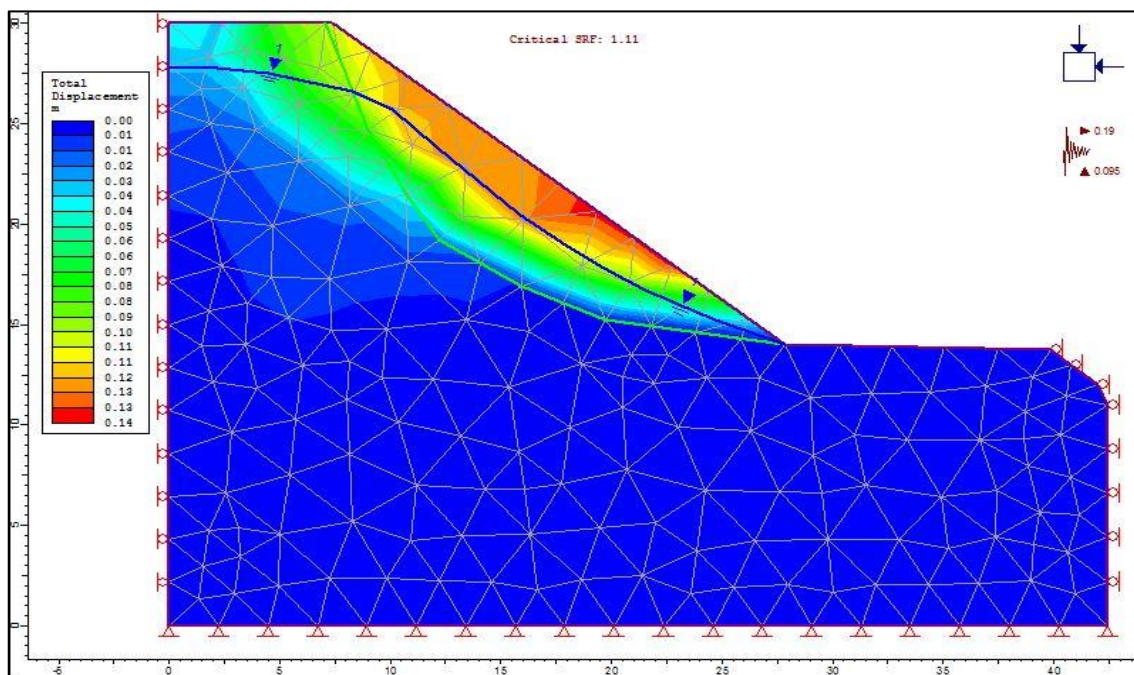


Imagen 52: Cálculo del factor de seguridad del talud 6, obteniendo un factor de seguridad de 1.11.

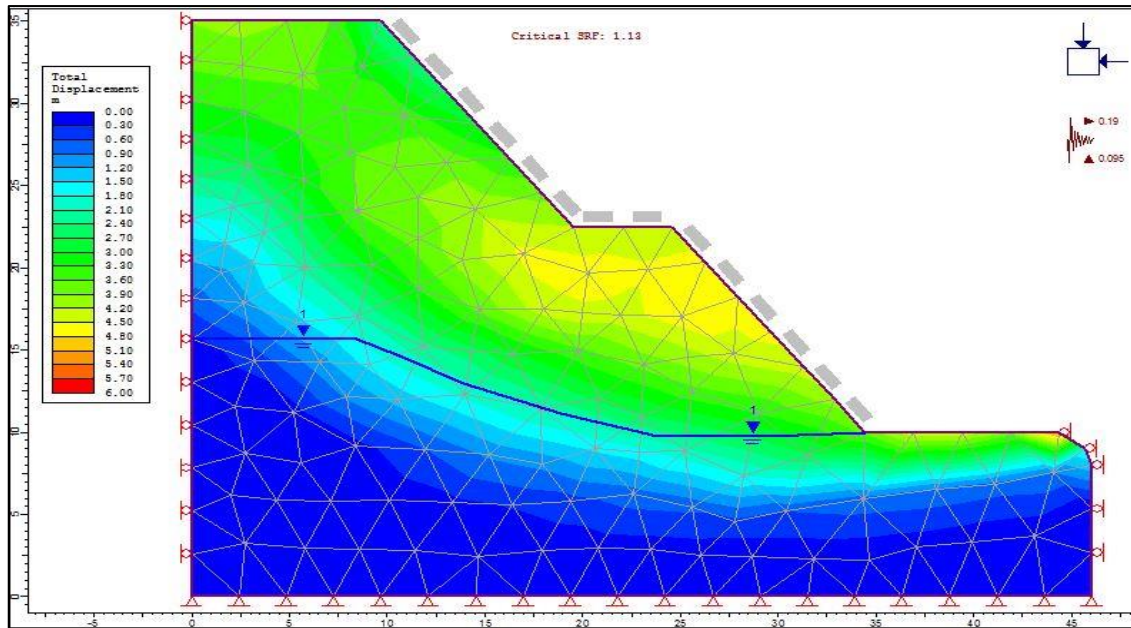


Imagen 55: Cálculo del factor de seguridad del talud 9, obteniendo un FS de 1.13

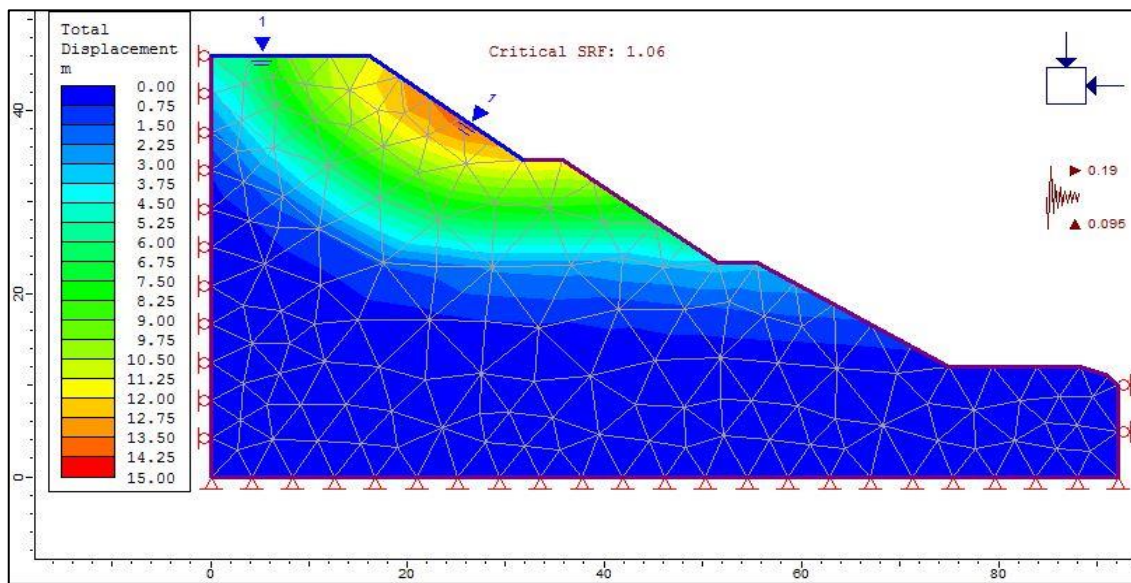


Imagen 56: Cálculo del factor de seguridad del talud 10, obteniendo un FS de 1.06

DESCRIPCION	F.S.ESTATICAS	F.S.MEJORADAS	F.S.PSEUDOESTATICAS
TALUD 1	2.9	2.9	1.55
TALUD 2	1.98	1.98	1.47
TALUD 3	1.28	1.51	1.14
TALUD 4	1.94	1.94	1.32
TALUD 5	1.19	1.49	1.12
TALUD 6	0.95	1.5	1.11
TALUD 7	0.81	1.53	1.12
TALUD 8	0.72	1.51	1.01
TALUD 9	0.72	1.52	1.13
TALUD 10	1.17	1.5	1.06

Tabla 18: Resultado del cálculo del FS.

TALUDES CON UN F.S. MAYOR A 1.5			
DESCRIPCIÓN	F.S CRITICAS	F.S NORMALES	F.S PSEUDOESTATICAS
Talud 1	2.9	2.9	1.55
Talud 2	1.98	1.98	1.47
Talud 4	1.94	1.94	1.32

Tabla 19: Taludes con un F.S mayor a 1.5.

Se pudo comprobar que de los 10 taludes analizados en condiciones normales solo 3 presentan un F.S. mayor o igual a 1.5, el talud 1,2,4; por lo que se las considera estables y no requieren medidas correctivas.

4.6 CALCULO DEL RMR.

En todo el tramo de estudio se pudo identificar únicamente un talud en roca bien representativo que aflora al margen derecho de la vía en las coordenadas X 810867 Y 9751205, en él se realizó la clasificación geomecánica para determinar la calidad del macizo rocoso de acuerdo al criterio de Bieniawski. A continuación, se representan los resultados de dicho cálculo.

PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD	PUNTUACIÓN
Resistencia a la compresión simple	250-100	MPA	12
RQD	75-50	%	13
Separación entre diaclasas	06-2	M	15
Longitud de discontinuidades	1-3	m	4
Abertura	1-0.1	mm	3
Rugosidad	Rugosa	-	5
Relleno	Ninguno	-	6
Alteración	Ligeramente alterada	-	5
Nivel Freático	Fluyendo	-	0
Buzamiento del Talud	Favorable	-	-5
Calidad del macizo rocoso		58 %	
Tipo de Roca		Media de clase 3	
Cohesión Kg/cm2		2-3	
Fricción (Grados)		25-35	

Tabla 20: Parámetros del macizo rocoso.
Elaborado: (Rodríguez A. & Veloz E, 2018).

Una vez realizado el cálculo para determinar el RQD del macizo rocoso mencionado anteriormente, se pudo comprobar que es una roca clase 3 de calidad media. Se puede concluir que dicha roca no requiere de un mecanismo adicional de sostenimiento para garantizar su estabilización.

4.7 HUNDIMIENTOS.

4.7.1 Hundimiento 1

Para el caso del hundimiento 1 que no presenta problemas mayores, se recomienda colocar drenes en los taludes cercanos para evitar que el agua subterránea y superficial filtren hacia la calzada provocando daños mayores a la capa asfáltica. También es necesario realizar un mejoramiento de la base con material de tipo 1 con una adecuada compactación con un rodillo neumático y colocar una nueva capa asfáltica.

4.7.2 Hundimiento 2

Para el tramo en donde se constató la afección completa de la vía en el hundimiento 2 ubicado en la abscisa 103+170, el cual está generando un problema al inhabilitar

4.8 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

4.8.1 Hipótesis

“El estudio que se realizará permitirá establecer que la falta de medidas técnicas de control y sostenimiento en el tramo de estudio propuesto ha ocasionado el colapso de los taludes de corte y de la calzada en la vía.

4.8.2 Comprobación

Una vez realizado el levantamiento de campo, toma de datos y ensayos de laboratorio de los taludes seleccionados, se pudo observar que 4 de los 10 taludes no cumplen con el factor de seguridad adecuado para evitar y garantizar su estabilidad ya que los resultados de su FS. son menores a 1, por lo que se pudo comprobar la hipótesis propuesta para este estudio.

5. CONCLUSIONES

- Una vez realizado el levantamiento de información de la zona de estudio se comprobó la existencia de zonas potencialmente inestables debido a la geometría de los taludes y al tipo de material que lo conforman.
- Realizando ensayos de laboratorio para los 10 taludes y el levantamiento de campo a detalle para los hundimientos, se pudo definir sus propiedades y los mecanismos detonadores que ocasionaron que fallen entre ellos tenemos el nivel freático, ángulo de corte, falta de sistema de drenaje y tipo de material.
- Con el levantamiento de campo se obtuvieron todos los datos necesarios que fueron utilizados en el programa Phase 2, se comprobó que 4 taludes presentan un FS <1 indicando el riesgo latente de estos taludes, por lo que se realizó los modelamientos necesarios para mejorar su factor de seguridad de acuerdo a su geometría en condiciones estáticas y pseudoestáticas.
- Para el hundimiento de mayor magnitud ubicado en el kilómetro 103+170 se pudo observar que a medida que se hacen constantes las precipitaciones el grado de afección crece, ya que se puede visualizar un pequeño grado de desplazamiento tanto en sentido vertical como horizontal.
- Se pudo observar zonas aptas para establecerlas como escombreras en caso de ejecutarse alguna obra de remediación. Por su extensión y ubicación se determinó que la más óptima es la ubicada en las coordenadas 811581/9751106.
- Para el caso de canteras se pudo observar que los ríos Upano y Abanico presentan las condiciones necesarias.

6. RECOMENDACIONES

Identificando las principales causas que ocasionaron los deslizamientos y hundimientos se recomienda.

- Remover el material que se encuentra suspendido en los taludes seleccionados, para de esta forma disminuir la carga que ejerce dicho material que favorece a que falle el talud.
- Realizar taludes en bancos y bermas de seguridad como se especificó en cada modelamiento que se encuentran en las paginas 81 hasta 84, para los taludes 8 y 9 por su geometría y magnitud se recomienda colocar una capa de hormigón proyectado, de esta forma aumentamos las fuerzas estabilizadoras.
- Realizar cunetas de coronación para cada talud y colocar drenes californianos que permitan el drenado de las aguas superficiales y subterráneas.
- Para el talud número 7, debido a la magnitud del deslizamiento y a la afección se recomienda excavar el talud, modificando la dirección de la vía.
- Para el hundimiento ubicado en la abscisa 103+170 se recomienda construir un muro de pantalla con las especificaciones establecidas en la ilustración 45 y remover la capa asfáltica para realizar la conformación de la vía de una manera adecuada.
- Por las facilidades de extracción, el volumen de reservas y el tipo de material se recomienda utilizar como posible cantera el área ubicada en el río Upano en las coordenadas 822000/9745200.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, F., & Posse, F. (2006). Manual de Ingeniería de Taludes. España.
- Baldock, J. (1982). Geología del Ecuador. División de investigación Geológico Minero. Quito - Ecuador.
- Bieniawski, Z. (1989). Engineering rock mass clasifications. Wile, New York.
- Braja, M. (2001). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. México: Thomson Learning.
- Baby, P. & Barragan, R. (2004). La cuenca oriente geología y petróleo. Quito-Ecuador.
- Carreño, O. (2008). Diseño de escombreras de la mina roca fosfática (concesión Riecito). Cerro Riecito, Municipio Jacura, Estado Falcón. Venezuela - Falcón
- Casagrande. (1932). Limites Atterberg. Mexico.
- Cruden. (1991). Landslides. Deslizamientos. Paris.
- Escobar, L, & Valencia, Y. (2012). Análisis de estabilidad y probabilidad de falla de dos taludes de suelo tropical en la autopista Medellín - Bogotá en el tramo de vía Marinilla y Santuario. Medellín- Colombia.
- Guillier B, C. J. (2001). Seismological evidence on the geometry of the orogenic system in central-northern. Quito - Ecuador.
- Vallejo. (2002). Ingeniería Geológica. Madrid.
- Instituto Geológico y Minero de España. (1987). Manual de taludes. España.
- Días. (2013). Definición de talud. Colombia.
- Litherland, M.A. (1994). The Metamorphic Belts of Quito - Ecuador.
- Salas. (2011). Ensayos triaxilaes. España.
- Melentijevic. (2005). Criterio de rotura. España.
- Wilkinson. (1982). Ocurrencias metálicas Litherland. Ecuador.

8. ANEXOS

RESUMEN

La investigación propuesta, consiste: generar el modelo Geológico de la zona de estudio; para determinar la estabilidad de la vía Macas-Riobamba desde General Proaño hasta 9 de Octubre, ubicado en la provincia de Morona Santiago, cantón Morona. Se realizará un mapa geológico de la zona de estudio, se definen zonas inestables y potencialmente inestables, se recomienda medidas para la estabilización de los taludes de corte y de la calzada de la vía con un software especializado e identifica zonas aptas para ser utilizadas como escombreras y áreas de material de préstamo. Para la elaboración del mapa geológico se realizó un mapeo de toda la franja de la vía sobre una base topográfica existente en un total de 22 km a una escala 1:1000, para el caso de los taludes se realizó el modelamiento de cada uno de ellos mediante el método de elementos finitos con el programa Phase 2 considerando un factor de seguridad de 1.5 como estable en condiciones normales y 1.01 en condiciones pseudoestáticas. Para definir una posible cantera y escombrera, se hizo la búsqueda de campo de zonas aptas que presten las condiciones necesarias para su correcto funcionamiento considerando su área y volumen de depositación y facilidades de acceso para la escombrera y para la cantera su volumen de reservas tanto probadas como probables. Se concluye que la principal causa la generación de los deslizamientos y hundimientos en la vía, es la falta de un sistema adecuado de drenaje, un alto grado de inclinación de los taludes y una mala compactación de la vía.

Palabras clave. MODELO GEOLÓGICO - DESLIZAMIENTO DE TIERRA - HUNDIMIENTO DE TIERRA - TALUDES.

Por: Alexis Rodríguez y Eduardo Veloz.



Abstract

This research proposal involves: to generate the geological model of the study area in order to determine the stability of the road Macas-Riobamba from General Prouño to 9 de Octubre, located in Morona Santiago province, canton Morona. A geological map of the study area will be made, areas of instability and potentially unstable are defined. It is recommended measures for the stabilization of the cut slopes and the causeway in the road by using a specialized software and identifies areas to be used as dumps and areas of borrow soils. For the geological map elaboration, a mapping of the entire track on a existing topographic base was made, in a total of 22 km, on a scale 1:1000 for slopes, the modeling of each one were made using the finite element method with the software Phase 2 considering a 1.5 safety factor as stable under normal conditions and 1.01 in pseudo static conditions. To define a possible stone quarry and landfill, a field search of suitable zones was carried out which provide the necessary conditions for its correct operation considering its area and capacity volume and access facilities for the landfill and for the quarry stone its volume of proven and probable reserves. It is concluded that the main cause of landslides and subsidence generation on track. It is the lack of an adequate drainage system, a high inclination degree of slopes and a bad compaction of the track.

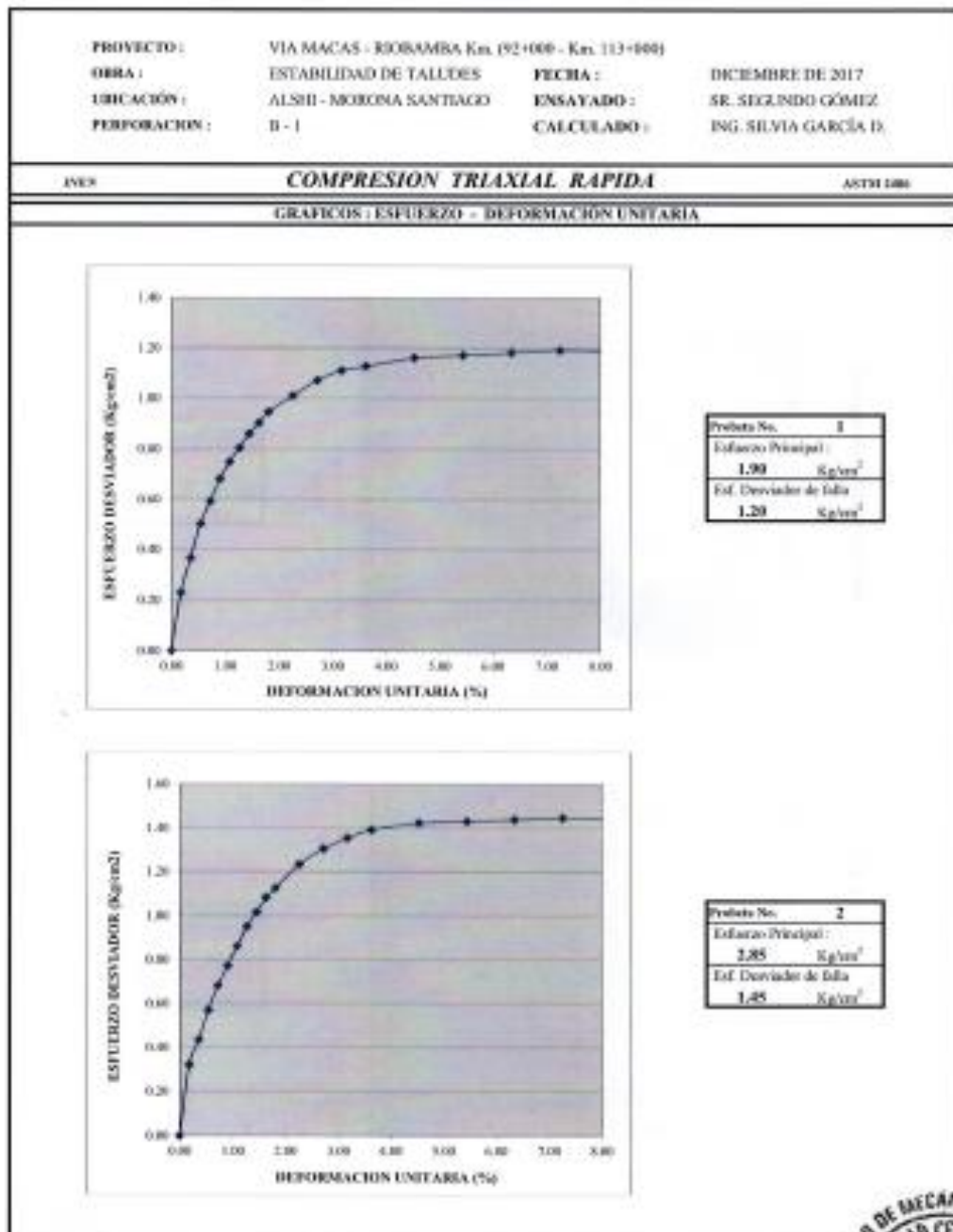
Keywords: GEOLOGICAL MODEL - LANDSLIDE - LAND SINKING - SLOPES.



8.2 ENSAYOS DE LABORATORIO.

PROYECTO :		VIA MACAS - RIOBAMBA Km. (92+000 - Km. 113+000)		
OBRA :		ESTABILIDAD DE TALUDES		
UBICACION :		ALSHI - MORONA SANTIAGO		
BLOQUE :		B - 1		
		FECHA :		
		ENSAYO :		
		CALCULO :		
		DICIEMBRE DE 2017		
		SR. SEGUNDO GÓMEZ		
		ING. SILVIA GARCÍA D.		
COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA				
DATOS GENERALES DE LAS PROBETAS				
PROBETA No.	1	2	3	4
DIMENSIONES				
DIAMETRO (cm)	7.00	7.00	7.00	7.00
ALTURA (cm)	14.00	14.00	14.00	14.00
AREA (cm ²)	38.48	38.48	38.48	38.48
VOLUMEN (cm ³)	538.78	538.78	538.78	538.78
PESO (g)	6012.00	6055.00	6135.00	
CONTENIDO DE AGUA				
No. Recipiente	18	18	22	22
Masa del Recipiente (g)	28.53	28.53	30.02	29.17
Masa Humida (g)	191.74	191.74	192.31	194.50
Masa Seca (g)	120.15	120.15	121.17	121.55
Contenido de agua (%)	78.14	78.14	78.05	78.97
w (Promedio) (%)	78.06			78.97
PESOS UNITARIOS				
Peso Húmedo (g/cm ³)	11.10	11.26	11.26	11.39
Peso Seco (g/cm ³)	6.26	6.32	6.32	6.36
Peso de sólidos (g/cm ³)	2.67	2.67	2.67	2.67
Saturación (%)	-363.62	-360.72	-363.30	-363.30
Reducción de vacíos	-0.37	-0.38	-0.38	-0.38





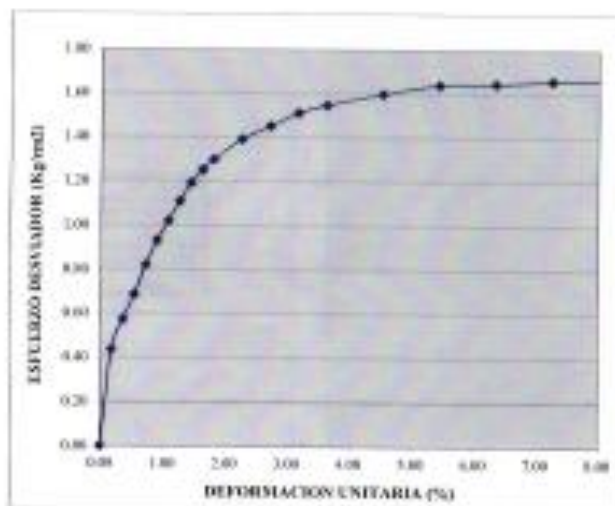
PROYECTO:	VIA MACAS - RHOAMBA Km. (92+000 - Kra. 113+000)		
OBRA:	ESTABILIDAD DE TALUDES	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2017
UBICACIÓN:	ALSHE - MORONA SANTIAGO	ENSAYADO:	SR. SEGUNDO GÓMEZ
PERFORACION:	B - 1	CALCULADO:	ING. SILVIA GARCÍA D.

INEN

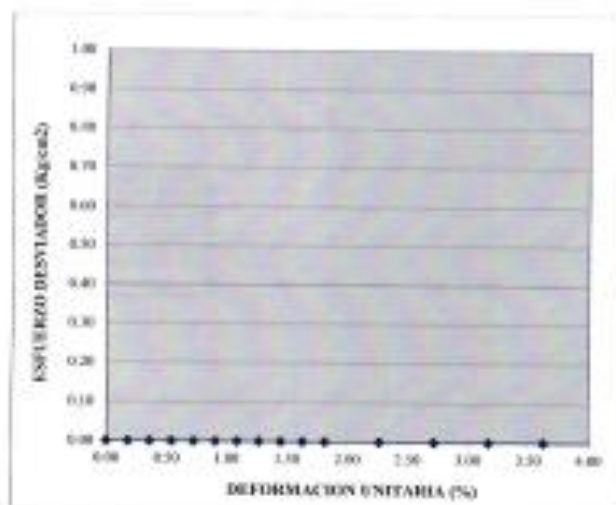
COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

ASTM 2486

GRAFICOS: ESFUERZO - DEFORMACION UNITARIA



Prueba No.	3
Esfuerzo Principal:	3.77 Kg/cm ²
Esf. Desviador de falla	1.67 Kg/cm ²



Prueba No.	4
Esfuerzo Principal:	0.80 Kg/cm ²
Esf. Desviador de falla	0.80 Kg/cm ²

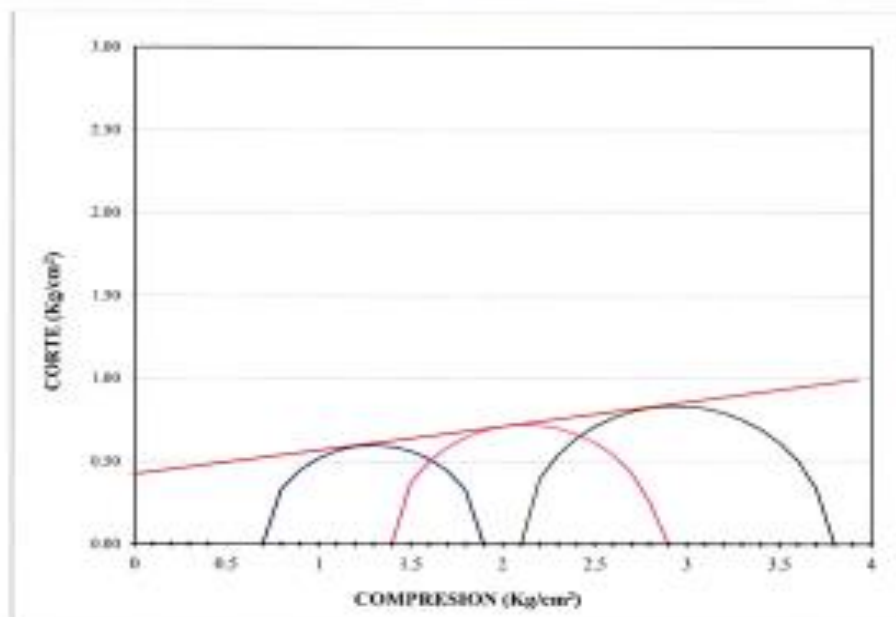


PROYECTO: VIA MACAS - BOHAMBIA Km. 192+000 - Km. 113+000
OBRA: ESTABILIDAD DE TALUDES **FECHA:** DICIEMBRE DE 2017
UBICACIÓN: ALSHI - MORONA SANTIAGO **ENSAYADO:** SR. SEGUNDO DÓMEZ
PERFORACIÓN: II - 1 **CALCULADO:** ING. SILVIA GARCÍA D.

ANEX

COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

ASTM D296

GRAFICO DE: CIRCULOS DE MOHR**DATOS**

PRUEBA	PRESION DE CAMARA	ESFUERZO DESVIADOR	ESFUERZO PRINCIPAL	CENTRO	RADIO
No.	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	0.70	1.20	1.90	1.30	0.60
2	1.40	1.45	2.85	2.12	0.72
3	2.10	1.67	3.77	2.94	0.84
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

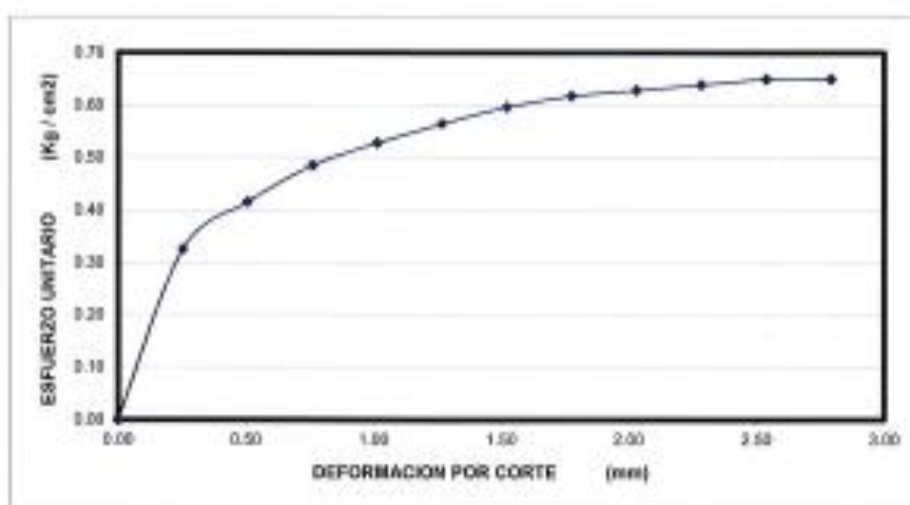
RESULTADOS

COHESION	ANGULO DE FRICCION
Kg/cm ²	(°)
0.41	8.59



PROYECTO VIA MACAS - KIBAMBA Km. 192+000 - Km. 115+000
OBRA ESTABILIDAD DE TALUDES **PROF.**
LOCALIZACION ALSHE - MORONA SANTIAGO **FECHA:**
PERFORACION No **OPERADOR:**
MUESTRA **ABSCISA:**

CORTE DIRECTO								ASTM D 3086	
EJECUCION DEL ENSAYO						DATOS DEL EQUIPO			
DEFORMACIONES					ESFUERZO CORTANTE			CAJA	
CORTE LC-8		NORMAL LC-9		ANILLO LC-2	FUERZA	ESFUERZ. UNITAR.	RELACI.	Lado	L = 5.08 cm
0.001 mm	mm	0.001 mm	mm	0.0001 pul.	Kg	Kg/cm ²	t / o	Area	A = 25.81 cm ²
0	0.000	100	2.540	0.0	0.05	0.00	0.00	Profundidad	D = 4.12 cm
10	0.254	101	2.665	61	8.38	0.32	0.65	Alt. Del bloq.	B = 2.93 cm
20	0.508	102	2.591	78	10.72	0.42	0.83	Datanc. Topes	T = 0.83 cm
30	0.762	104	2.642	91	12.50	0.48	0.97	ANILLO DE CARGA No. 8984	
40	1.016	105	2.667	99	13.80	0.53	1.05	CONSTANTE = 0.1374 Kg	
50	1.270	107	2.718	105	14.56	0.56	1.13	DATOS DE LA MUESTRA	
60	1.524	109	2.789	112	15.39	0.60	1.19	Espesor = 1.19 cm	
70	1.778	110	2.794	116	15.94	0.62	1.24	Volumen = 30.71 cm ³	
80	2.032	112	2.845	118	16.21	0.63	1.26	Masa inicial = 91.47 g	
90	2.286	112	2.845	120	16.49	0.64	1.28	Masa final = 24.10 g	
100	2.540	112	2.845	122	16.76	0.65	1.30	Masa del suelo = 67.37 g	
110	2.794	112	2.845	122	16.76	0.65	1.30	Masa Unitaria = 2.19 g/cm ³	
								ESFUERZO NORMAL	
								CARGA TOTAL = 12.9 Kg	
								PRESION = 0.5 Kg/cm ²	

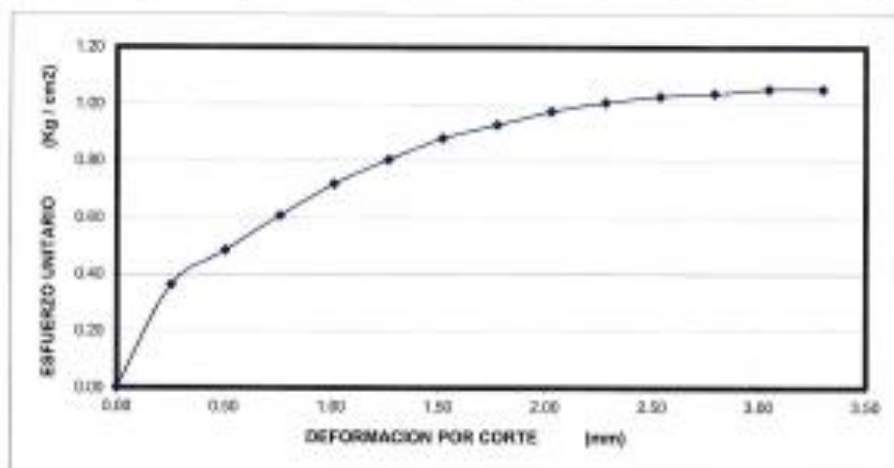


ESFUERZO CORTANTE DE FALLA = 0.65 Kg/cm²



PROYECTO VIA MACAS - RIOHAMBA Km. (92+000) - Km. 113+000)
OBRA ESTABILIDAD DE TALUDES **PROF.**
LOCALIZACION ALSHE - MORONA SANTIAGO **FECHA:**
PERFORACION No **OPERADOR:**
MUESTRA **ARECISA**

NISH		CORTE DIRECTO						ASTM D 2922	
EJECUCION DEL ENSAYO									
DEFORMACIONES					ESFUERZO CORTANTE			DATOS DEL EQUIPO	
CORTE LC-8		NORMAL LC-9		ANILLO LC-2	FUERZA	ESFUERZO UNITARIO	RELACI.	CAJA	
0.001 pulg.	mm	0.001 pulg.	mm	0.001 pulg.	Kg	Kg/cm ²	r/r	Lado L = 5.08 cm	
0	0.000	200	5.080	0	0.00	0.00	0.00	Area A = 25.81 cm ²	
10	0.254	199	5.055	68	9.34	0.36	0.36	Profundidad D = 4.12 cm	
20	0.508	199	5.055	91	12.50	0.48	0.48	Alt. Del bloq. B = 2.93 cm	
30	0.762	198	5.029	114	15.66	0.61	0.61	Dist. Topes T = 0.88 cm	
40	1.016	198	5.029	135	18.55	0.72	0.72	ANILLO DE CARGA No. 6254	
50	1.270	199	5.055	151	20.75	0.80	0.80	CONSTANTE = 0.1374 Kg	
60	1.524	101	2.565	165	22.67	0.88	0.88	DATOS DE LA MUESTRA	
70	1.778	102	2.591	174	23.91	0.93	0.93	Espesor = 1.19 cm	
80	2.032	103	2.616	183	25.14	0.97	0.97	Volumen = 30.71 cm ³	
90	2.286	104	2.642	189	25.97	1.01	1.01	Massa inicial = 80.90 g	
100	2.540	106	2.692	193	26.52	1.03	1.03	Massa final = 28.31 g	
110	2.794	108	2.743	195	26.79	1.04	1.04	Massa del suelo = 55.59 g	
120	3.048	110	2.794	198	27.21	1.05	1.05	Massa Unitaria = 2.14 g/cm ³	
130	3.302	110	2.794	198	27.21	1.05	1.05		
								ESFUERZO NORMAL	
								CARGA TOTAL = 25.8 Kg	
								PRESION = 1 Kg/cm ²	



ESFUERZO CORTANTE DE FALLA = 1.05 Kg / cm²



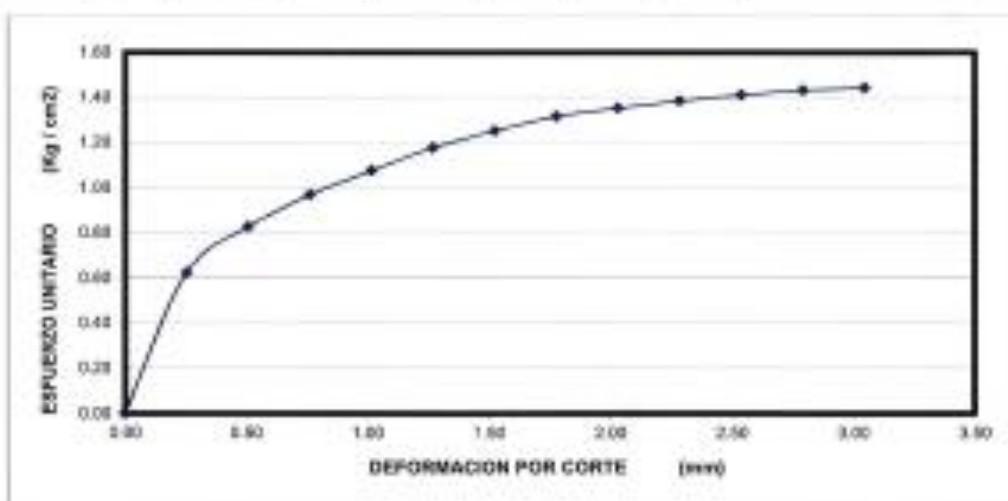
PROYECTO VIA MACAS - BOBAMBA Km. (92+000 - Km. 113+000)
 OBRA ESTABILIDAD DE TALUDES PROF.
 LOCALIZACION ALSHI - MORONA SANTIAGO FECHA:
 PERFORACION No OPERADOR:
 MUESTRA ABCISA:

2021

CORTE DIRECTO

ASTM D 308

EJECUCION DEL ENSAYO							DATOS DEL EQUIPO	
DEFORMACIONES				ESFUERZO CORTANTE			CAJA	
CORTE LC-8		NORMAL LC-9		ANILLO LC-2	FUERZA	ESFUER. UNITAR.	RELACI.	Lado L = 5.08 cm
0.001 pulg.	mm	0.001 pulg.	mm	0.0001 pul.	Kg.	Kg/cm ²	τ / σ	Area A = 25.81 cm ²
0	0.000	300	7.620	0	0.00	0.00	0.00	Profundidad D = 4.12 cm
10	0.254	299	7.595	117	16.06	0.62	0.42	Alt. Del bloc. B = 2.93 cm
20	0.508	298	7.569	156	21.30	0.83	0.55	Distanc. Topes T = 0.81 cm
30	0.762	297	7.544	182	25.01	0.97	0.65	ANILLO DE CARGA No. 8984
40	1.016	297	7.544	202	27.75	1.08	0.72	CONSTANTE = 0.1374 Kg
50	1.270	298	7.569	221	30.37	1.18	0.78	
60	1.524	299	7.595	226	32.29	1.25	0.83	DATOS DE LA MUESTRA
70	1.778	300	7.620	247	33.94	1.31	0.86	Espesor = 1.79 cm
80	2.032	301	7.645	254	34.90	1.35	0.90	Volumen = 30.71 cm ³
90	2.286	302	7.671	260	35.72	1.38	0.92	Masa inicial = 64.67 g
100	2.540	303	7.696	265	36.41	1.41	0.94	Masa final = 32.17 g
110	2.794	203	5.156	269	36.96	1.43	0.95	Masa del suelo = 52.50 g
120	3.048	304	7.722	271	37.24	1.44	0.96	Masa Unitaria = 1.71 g/cm ³
								ESFUERZO NORMAL
								CARGA TOTAL = 36.7 Kg
								PRESION = 1.5 Kg/cm ²

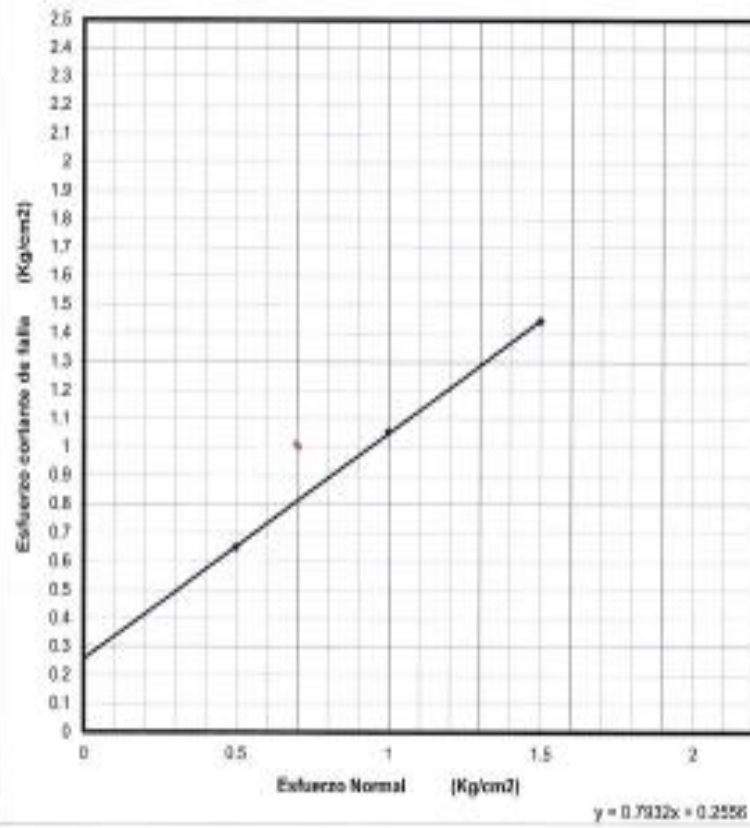


ESFUERZO CORTANTE DE FALLA = 1.44 Kg/cm²



PROYECTO: VIA MACAS - ESTERAMBA Km. 02+000 - Eje. (11-08)
CERVA: ESTABILIDAD DE TALUDES
LOCALIZACION: ALSH - MORONA SANTIAGO
PERFORACION No:
MUESTRA:

PROF.:
FECHA:
OPERADOR:
AGSOSA:



PROBETA	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
No.	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	0.5	0.65
2	1	1.05
3	1.5	1.44

RESULTADOS		
RANGO	COHESION	ANGULO DE FROCCION
Kg/cm ²	Kg/cm ²	(°)
	0.25	38.4

