



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS

TRABAJO DE TITULACIÓN

MODALIDAD: PROYECTO DE TITULACIÓN CON COMPONENTES DE
INVESTIGACIÓN APLICADA Y/O DEARROLLO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN PREVENCIÓN Y
GESTIÓN DE RIESGOS

TEMA:

NIVEL DE RIESGO DE TALUDES EN ZONAS CRÍTICAS DE AMENAZA DE
MOVIMIENTO EN MASA DE LA VÍA GALLO RUMI A RIOBAMBA DEL
CANTÓN GUARANDA, BOLÍVAR – ECUADOR

AUTOR:

ING. LEONOR ALEXANDRA TENELEMA NINABANDA

TUTOR:

ING. JOSÉ ABELARDO PAUCAR CAMACHO, PH.D.

GUARANDA – ECUADOR

2022

EL DOCTOR JOSE ABELARO PAUCAR CAMACHO, EN CALIDAD DE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA MAESTRÍA EN PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS, UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.

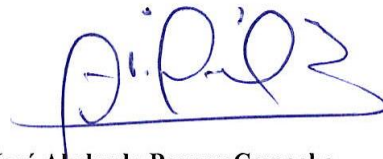
CERTIFICA

El trabajo de titulación denominado “NIVEL DE RIESGOS DE TALUDES EN ZONAS CRÍTICAS DE AMENAZA DE MOVIMIENTO DE MASA DE LA VÍA GALLURUMI A RIOBAMBA DEL CANTÓN GUARANDA, BOLIVAR-ECUADOR”, elaborado por la Ing. Leonor Alexandra Tenelema Ninabanda , maestrante del programa Maestría en Prevención y Gestión de Riesgos, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación en las instancias respectivas de la Universidad Estatal de Bolívar.

Es todo cuanto puedo certificar.

Guaranda, 3 de octubre de 2022

Atentamente,



Dr. José Abelardo Paucar Camacho
Tutor Trabajo de Titulación

DECLARACIÓN JURAMENTADA DE AUTENTICIDAD DE AUTORÍA



Yo, Leonor Alexandra Tenelema Ninabanda, **declaro que:**

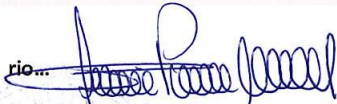
El contenido del presente documento es original y constituye un reflejo de mi trabajo personal. Manifiesto que, ante cualquier notificación de plagio, autoplagio, copia o falta a la fuente original, soy responsable directo, sin afectar al director del trabajo, a la universidad y a cuantas instituciones hayan colaborado en dicho trabajo, asumiendo las consecuencias derivadas de tales prácticas.

Firma:

Leonor Alexandra Tenelema Ninabanda



Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario

rio... 

N° ESCRITURA 20220201003P02907

DECLARACIÓN JURAMENTADA

OTORGADA POR: TENELEMA NINABANDA LEONOR ALEXANDRA

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS H.R. Factura: 001-006-000002721



En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día trece de Diciembre del dos mil veintidós, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparece la señorita TENELEMA NINABANDA LEONOR ALEXANDRA, soltera de ocupación estudiante, domiciliada en la Comunidad de Cachisagua, de la Parroquia San Simón, del Cantón Guaranda Provincia Bolívar celular 0986507963, correo electrónico es alexandratenelma@gmail.com, por sus propios y personales derechos, obligarse a quien de conocerle doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidas por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidas de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguiente manifiesto que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "NIVEL DE RIESGO DE TALUDES EN ZONAS CRÍTICAS DE AMENAZA DE MOVIMIENTO EN MASA DE LA VÍA GALLO RUMI A RIOBAMBA DEL CANTÓN GUARANDA, BOLÍVAR - ECUADOR" es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autora, previo a la obtención del título de Cuarto Nivel como Magister en Prevención y Gestión de Riesgos, Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue a la compareciente por mí el Notario en unidad de acto, aquella se ratifica y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.



TENELEMA NINABANDA LEONOR ALEXANDRA

C.C. 020210390-8



AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



EL NOTA...

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por haber dado la vida y permitirme a cumplir un objetivo más importante de mi formación profesional.

A mi madre María Transito Ninabanda y mi hija Sayany quien ha sido mi apoyo incondicional en todo momento para culminar mis estudios, y mi padre desde cielo mi cuida y protege, también se agradece a toda mi familia y quien me dio un sustento para seguir estudiando.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis quiero agradecer a ti Dios y a mi Mamita Nati del Huayco por bendecirme en cada momento y llegar hasta donde he llegado, porque hiciste la realidad mi sueño anhelado

A la Universidad Estatal de Bolívar por darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional de para servir a la comunidad.

A mi director de tesis al Dr. Abelardo Paucar por su esfuerzo y ayuda por sus conocimientos, sus experiencias, su paciencia y sus motivaciones ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito. También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional

TÍTULO

“NIVEL DE RIESGO DE TALUDES EN ZONAS CRÍTICAS DE AMENAZA DE MOVIMIENTO EN MASA DE LA VÍA GALLO RUMI A RIOBAMBA DEL CANTÓN GUARANDA, BOLÍVAR – ECUADOR”

Contenido

EL DOCTOR JOSE ABELARO PAUCAR CAMACHO, EN CALIDAD DE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA MAESTRÍA EN PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS, UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICA	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN JURAMENTADA DE AUTENTICIDAD DE AUTORÍA	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	IV
TÍTULO	V
Resumen	IX
Palabras claves.....	IX
INTRODUCCIÓN	X
CAPÍTULO I: PROBLEMA	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivo: general y específico	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes investigativos	4
2.2. Fundamentación teórica (categorías fundamentales)	11
2.2.1. Movimiento de masa	11
2.2.2. Tipos de Movimientos de masa	12
2.2.3 Deslizamiento	13
2.2.4. Partes de un Deslizamiento	14
2.2.5. Tipos de Deslizamiento.....	15
2.2.6. Movimiento de masa	19
2.2.7. Causas más frecuentes por las que ocurren deslizamientos.....	20
2.2.8. Taludes	21
2.3. Fundamentación legal	23
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador 2008	23
2.3.2. Código orgánico de planificación y finanzas públicas	25
2.3.3 Reglamento a la ley de seguridad pública y del estado.....	26
2.3.4 Ley de seguridad pública y del estado	28
2.3.5. Ley orgánica de ordenamiento territorial uso y gestión del suelo	28
2.3.6. Ley orgánica del sistema de contratación pública	29
2.3.7. COOTAD	29
2.4. Hipótesis o ideas a defender	29
2.5. Variables.....	30
2.6. Operacionalización de variable	30

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	38
3.1. Tipo, nivel y métodos de Investigación	38
3.1.1. Objetivo 1	38
3.1.2. Objetivo 2	45
3.1.3. Objetivo 3	49
3.2. Población y Muestra	49
3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	50
3.4. Técnicas de procesamiento, análisis y presentación de datos	50
3.4.1. Metodología para procesamiento de la información del objetivo 1	50
3.4.2. Metodología para procesamiento de la información del objetivo 2	50
3.4.3. Metodología para procesamiento de la información del objetivo 3	51
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTEPRETACIÓN DE RESULTADOS	51
4.1. Presentación de resultados por objetivos	51
Resultados según objetivo 1: Identificar los factores, niveles de amenaza y zonas críticas de movimiento en masa de la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda.	51
4.1.1. Factor Pendiente	53
4.1.2. Factor Geología-Litología	55
4.2. Resultados según objetivo 2: Determinar el nivel de riesgo de taludes en zonas críticas de amenaza de movimiento en masa de la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda.	65
4.3. Resultados según objetivo 3: Establecer estrategias de reducción de riesgos en zonas críticas de la amenaza de movimiento en masa en la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda. 79	
4.3.1. Tema: Estrategias de reducción de riesgos a movimientos en masa en la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda.	87
CAPÍTULO V: PROPUESTA METODOLÓGICA/TECNOLÓGICA	88
CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENTACIONES	92
6.1. Conclusiones	92
6.2 Recomendaciones	92
7. BIBLIOGRAFÍA	93
8. ANEXOS	95
8.1. Anexo 1 Metodologías utilizadas para el desarrollo del trabajo de investigación	95
8.2. Anexo 2 Curvas de nivel y líneas de medición trazadas a lo largo de los taludes para la obtención de los puntos de medición en longitud (x) y altitud (z)	109
8.3. Anexo 3. Procesamiento del software geotécnico Geo 5	110
8.4 Anexo 4	117
8.5 Archivo fotográfico	133
8.7. Cronograma de actividades desarrolladas en el proyecto de investigación	137

Índice de tablas

Tabla1. Tipos de movimientos en masa	12
Tabla 1-2. Variable Independiente	30
Tabla 3. Factor condicionante: Pendiente	40
Tabla 4. Factor condicionante: Geología-Litología	40
Tabla 5. Factor condicionante: Geomorfología	42

Tabla 6. Factor condicionante: Cobertura vegetal	43
Tabla 7. Factor detonante: Sismicidad	43
Tabla 8. Factor detonante: Precipitación	44
Tabla 9. Criterios de valoración de la amenaza de deslizamientos.....	45
Tabla 10. Criterios de valoración del grado de estabilidad de los taludes	49
Tabla 11. Descripción de la Pendiente	54
Tabla 12. Descripción de la Geología-Litología.....	55
Tabla 13. Descripción de la Geomorfología.....	58
Tabla 14. Descripción de la Cobertura Vegetal.....	60
Tabla 15. Descripción de la Sismicidad	61
Tabla 16. Descripción de la Precipitación	62
Tabla 17. Niveles de amenaza de movimientos en masa de la vía Gallo Rumi a Riobamba.....	64
Tabla 18. Resultados de grado de estabilidad de los taludes de la vía Gallo Rumi a Riobamba	66
Tabla 19. Nivel de riego de los taludes en la vía Gallo Rumi a Riobamba	76
Tabla 21. Plan de acción de reducción de riesgos a nivel institucional en la Vía Gallo Rumi a Riobamba	82
Tabla 22. Estrategias de reducción de riesgos (Medidas Estructurales y no Estructurales)	87

Índice de Figuras

Figura 1. Partes de un deslizamiento	15
Figura 2. Deslizamiento rotacional.....	16
Figura 3. Deslizamiento de traslación	17
Figura 4. Esquema de una extensión lateral	17
Figura 5. Materiales en una avalancha	18
Figura 6. Caída de roca.....	20
Figura 7. Metodologías utilizadas para el trabajo de investigación	39
Figura 8. Representación gráfica del método de Bishop	46
Figura 9. Factor de seguridad según el método de Bishop	46
Figura 10. Gestión de riesgos y sus etapas	81

Índice de Mapas

Mapa1. Mapa de localización de la vía Gallo Rumi a Riobamba.....	52
Mapa2. Mapa de localización de la vía Gallo Rumi a Riobamba.....	53
Mapa 3. Mapa de Pendiente de la vía Gallo Rumi a Riobamba	55
Mapa 4. Mapa de Geología-Litología de la vía Gallo Rumi a Riobamba.....	57
Mapa 5. Mapa de geomorfología de la vía Gallo Rumi a Riobamba.....	59
Mapa 6. Mapa de cobertura vegetal de la vía Gallo Rumi a Riobamba	60
Mapa7. Mapa de sismicidad de la vía Gallo Rumi a Riobamba	62
Mapa8. Mapa de precipitación de la vía Gallo Rumi a Riobamba	63
Mapa 9. Mapa de movimientos en masa de la vía Gallo Rumi a Riobamba	64
Mapa 10. Mapa de grados de estabilidad de los taludes en la Vía Gallo Rumi a Riobamba	77

Resumen

El cantón Guaranda cuenta con una vía principal estatal la E492 que conecta a Guaranda con Riobamba, la vía objeto de estudio presenta un terreno irregular y sus pendientes son bien pronunciadas, por lo tanto, está expuesta a movimientos de masa principalmente en la época lluviosa, para realizar su estudio se ha tomado como referencia desde el puente de Tagma hasta el límite de la provincia Bolívar, con una extensión de 12,35 km, donde existe lugares expuestos a movimientos de masa por lo que es necesario realizar la evaluación de la susceptibilidad ante la amenaza y el índice de riesgo para establecer las estrategias de reducción riesgos en los sitios críticos de la vía. Para el presente estudio se utilizó la metodología de Mora Vahrson (2011) y Paucar (2016) para evaluar la susceptibilidad a movimientos en masa en la vía, se consideró los factores condicionantes y detonantes a través del método estadístico para obtener los resultados cualitativos y cuantitativos, esta información se procesó en el software Arc Gis para obtener los mapas de amenaza a movimientos en masa, se obtuvo como resultado que en la zona de incidencia de la vía presenta niveles de amenaza alto.

Para analizar la estabilidad de los taludes en los sitios críticos se utilizó el software GEO5, a través del método Bishop (optimización) del mismo programa para lo cual es necesario contar con datos como: el tipo de suelo limo arenoso, un factor de seguridad de 1,60 y un coeficiente sísmico horizontal de 0,26; además lo cual se utilizó los programas Google Earth y Arc Gis respectivamente y se obtuvo como resultados taludes inestables.

Palabras claves

Amenaza, movimientos en masa, pendiente, talud, riesgo, vulnerabilidad

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación, es el nivel de riesgo de taludes en zonas críticas de amenaza de movimiento en masa de la vía gallo rumi a Riobamba del cantón Guaranda, Bolívar – Ecuador, objeto de estudio presenta un terreno irregular y sus pendientes son bien pronunciadas por lo tanto, está expuesta a movimientos de masa principalmente en la época lluviosa, para realizar su estudio se ha tomado como referencia desde el puente de Tagma hasta el límite de la provincia Bolívar, en las siguientes coordenadas geográficas 726027,00 – 9821438,00 metros hasta 734051,00 – 9822087,00 metros con una extensión de 12,35 km, donde existe lugares expuestos a movimientos de masa por lo que es necesario realizar la evaluación de la susceptibilidad ante la amenaza y el índice de riesgo para establecer las estrategias de reducción en sitios críticos de la vía.

La Reducción de Riesgo de Desastres, forma parte de la estrategia mundial para garantizar los procesos de desarrollo local, regional, estatal y global hasta el año 2030, la definición de siete objetivos mundiales y cuatro prioridades de acción, determinan la responsabilidad que deben asumir los administradores territoriales; la finalidad es, garantizar resiliencia económica, social y estructural en cada uno de sus espacios geográficos. (Naciones Unidas, 2016)

En las circunscripciones territoriales, se identifican diferentes tipos de actores locales, los cuales deben favorecer positivamente para alcanzar los objetivos mundiales y las prioridades de acción, somos conscientes que uno de estos actores fundamentales es la academia, quienes a través de sus procesos de formación, gestión e investigación, deben contribuir efectivamente al conocimiento sobre gestión de riesgos, el cual coadyuve a minimizar los impactos negativos que se generan de los eventos peligrosos. (Reyes Rivero et al., 2017)

La Universidad Estatal de Bolívar a través de su programa de Maestría en Prevención y Gestión de Riesgos, desarrolla los trabajos de titulación tiene por objeto contribuir a las diferentes problemáticas de riesgos de desastres que afectan a los territorios, en este caso,

la amenaza de movimientos en masa que pone en peligro las vidas humanas, materiales, ambientales y económicos de la vía Guaranda - Gallo Rumi - Riobamba

En el presente trabajo de investigación, mediante la metodología combinada de Mora Vahrson y Paucar 2016 se evaluó la susceptibilidad a movimientos en masa a través del software GEO 5 para poder medir el nivel de riesgo de los movimientos de remoción en masa, de la vía Gallo Rumi, mediante la identificación de los factores condicionantes y detonantes como son la pendiente, geología/litología, geomorfología, cobertura vegetal, sismicidad y precipitaciones, una vez que se obtenga los datos se procede a procesar la información para la realización de los diferentes tipos de mapas.

Luego se procede analizar el nivel de riesgo que presenta los taludes de la zona de estudio, para lo cual es necesario conocer el tipo de suelo, factor de seguridad, coeficiente de sismicidad, curvas de nivel, para digitalizar los puntos en longitud (x) y altitud (z) tomados en campo y a través del software Geo 5 obtenemos los resultados de los taludes analizados.

Después de obtener los resultados del estudio se procede a establecer las medidas de prevención y reducción de riesgos para mitigar los posibles daños que puedan causar los movimientos de remoción en masa.

Los diferentes análisis permitirán establecer diferente rango de estimación y susceptibilidad de la amenaza estudiada, será un cuadro relevante y valorativo para la administración local como parte del desarrollo y la planificación territorial (Rodríguez M. , 2016)

El presente trabajo de investigación está organizado por diferentes capítulos, donde consta en el capítulo I el problema, la justificación y se plantea los objetivos generales y específicos, en el capítulo II el marco teórico, antecedentes, variables, en el capítulo III el marco metodológico especificando las técnicas e instrumentos utilizados, en el capítulo IV consta los resultados por objetivos planteados, el capítulo V va la propuesta metodológica/tecnológica que se aplica en la zona de estudio , y en el capítulo VI conclusiones y recomendaciones propuestos para el trabajo de investigación.

CAPÍTULO I: PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En el Ecuador es uno de los países de Sudamérica que por su ubicación geográfica que se influencia por movimientos de masas, principalmente los deslizamientos, los mismos que se produce por fuertes precipitaciones, actividades agrícolas, extensión de las vertientes, formaciones geológicas, presencia de fallas, actividades naturales y antrópicas (Bustamante,2018).

El cantón Guaranda está ubicado en los Flancos externos de la Cordillera Occidental de los Andes dentro de la hoya del río Chimbo entre los ríos culebrillas , en la zona de transición entre la costa y la sierra ecuatorianas, posee una diversidad de pisos climáticos; su relieve es muy irregular, sus características geológicas, estructurales, tipo de suelo de origen volcánica, entre otros factores, hace que su territorio esté expuesto a varios tipo de amenazas como: BIOLÓGICAS (epidemia), GEOLÓGICAS(deslizamientos, derrumbes, hundimientos, sismo), HIDROMETEREOLÓGICAS (aluvión, déficit hídrico, inundación, socavamiento, vendaval), CAMBIO CLIMÁTICO (lluvias intensas, altas temperaturas, heladas, sequías), TECNOLÓGICAS (explosión, incendio estructural), DEGRADACIÓN AMBIENTAL (incendio forestal, contaminación ambiental). (PDOT-Cantòn Guaranda, 2022-2025)

La vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda por sus características topográficas y su relieve irregular que presenta, se encuentra expuesta a diferentes amenazas naturales y antrópicas, entre ellas tenemos los movimientos en masa que son provocados por la acumulación de agua a causa de las fuertes precipitaciones principalmente en la época invernal.

Los relieves tienen relación con las pendientes de la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda la mayoría tiene desniveles con rangos desde 12-40% que se consideran pendientes altas y su extensión es de 189.209 hectáreas, mientras que el 12% de la extensión del cantón tienen pendientes difícilmente de rectificar en el sentido Norte y al Sur de la ciudad.

Por otro lado, no se pudo identificar estudios ni planes de contingencia para el manejo de riesgos naturales. Tampoco existen estrategias para prevenir el desplazamiento de personas debido a la desertificación y la degradación de la tierra. En todo caso, si eventualmente sucede algún evento de este tipo, se requerirá de procesos de coordinación para la gestión de las tierras y de los recursos hídricos, para proteger el suelo de la erosión, y otras formas de degradación. La forestación de la cubierta vegetal es muy importante para la protección del suelo contra el deterioro de la tierra. (PDOT-Cantón Guaranda, 2022-2025)

La actividad antrópica en la construcción de vías, carreteras, hace que se altere la estabilidad de la superficie natural del terreno, dando paso a superficies artificiales a las cuales se les llama cortes, esto provoca la inestabilidad del talud y acompañado de las vibraciones constantes a causa del tránsito vehicular, las fuertes lluvias y los sismos el terreno se vuelve frágil provocando los movimientos de tierra, que en ocasiones y dependiendo de la magnitud del deslizamiento afecta a la vialidad la cual se debe cerrar al tránsito para salvaguardar las vidas humanas. Debido a estos eventos naturales que se ocasiona es muy importante preparar o mejorar las capacidades de respuesta a cualquier evento natural.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de riesgo de los movimientos de remoción en masa de los taludes en zonas críticas de la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda, provincia Bolívar?

1.3. Justificación

Los movimientos de remoción en masa son amenazas de origen natural, que afectan gravemente al territorio a nivel nacional, regional y local, los cuales cuando se materializan son un tipo de corrimiento o movimiento en la masa de la tierra que provocan la inestabilidad de un talud en las zonas inestables, generando graves afectaciones en la infraestructura vial obstaculizando el tránsito vehicular, los cuales pueden generar riesgos.

En la sección novena del Régimen del Buen Vivir de la Constitución de la República del Ecuador enmarca a la Gestión de riesgos como el ente rector para la protección y reducción de riesgos de desastres en sus “Art 389 y 390”. (Constitución de República de Ecuador, 2008)

En el Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (COOTAD) Art. 140.- Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos.- La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley. (Cootad, 2010)

El presente proyecto de investigación es de vital importancia ya que nos va ayudar a minimizar notablemente los niveles de exposición a deslizamientos o movimientos de masa, y poder implementar estrategias de reducción ante la amenaza existente que presenta y pone en riesgo a un total de 3050 habitantes, que serán beneficiarios en la vía Gallo Rumi a Riobamba, que se puede ocurrir pérdida de vidas humanas o materiales.

Las metodologías que se van aplicar son la combinación de la metodología de Mora Vahrson, y Paucar (2016), y el software GEO5, ayudaran a identificar zonas potencialmente susceptibles a deslizamientos y el grado de estabilidad de taludes, lo que permite generar estrategias de reducción de riesgos, constituyendo el presente estudio un gran aporte para la academia y la sociedad, para la realización de futuros proyectos de diversa índole en el sector de estudio.

1.4. Objetivo: general y específico

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el nivel de riesgo de taludes en zonas críticas de amenaza de movimiento en masa para el establecimiento de estrategias de reducción de riesgos en la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda, provincia Bolívar

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Identificar los factores, niveles de amenaza y zonas críticas de movimiento en masa de la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda.
2. Determinar el nivel de riesgo de estabilidad de taludes en zonas críticas de amenaza de movimiento en masa de la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda.
3. Establecer estrategias de reducción de riesgos en zonas críticas de la amenaza de movimiento en masa en la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos

Realizando una revisión bibliográfica de diferentes autores se ha identificado que se ha realizado varias investigaciones en las que se ha podido identificar evaluación de niveles de riesgos causado por movimiento de masa mediante el uso del Split Spoon, los cuales se detallan a continuación:

Se trabajo en la evaluación del riesgo de movimiento de remoción en masa activado por procesos de precipitación se basa en el enfoque metodológico del Split Spoon, se aplicó en la vía Chagualá – Quindío, publicado de la Universidad del Quindío, cuyo objetivo es “**evaluación del riesgo por movimientos de remoción en masa activados por procesos de precipitación, estudio de caso vía Chagualá-Quindío. año 2019**”.

El enfoque metodológico Split Spoon se ubica en la corona del talud y perteneció a un estrato arenoso; el segundo sondeo se elaboró en la pata del talud y su estrato predominante fue limo-arenoso; y el último sondeo fue una muestra en bloque situada a 1.5 metros sobre la pata. Con las muestras en bolsa se determinaron los límites en donde el estrato mostraría un procedimiento plástico y líquido, utilizando el procedimiento designado límites de Atterberg, igualmente, se adquirió la composición del suelo a partir de granulometría por tamizado y la humedad natural por medición volumétrica; con las extraídas por el Split Spoon se calcularon las densidades de cada uno de los estratos, de donde se calculó el peso específico del suelo. (Rodríguez M. C., 2019)

Por otro lado, la modelación geométrica fue ejecutada por medio del levantamiento topográfico del talud y la vía adyacente, para ello se edificó una nube de puntos con la ayuda de una estación total; además el proceso en AUTOCAD Civil 3D se realizó el modelado tridimensional del cual se extrajeron tres perfiles del talud. El primero se ubicó en la mitad del plano de falla donde se justificó un deslizamiento reciente; el segundo atravesó el Sondeo 2 (vegetación pobre) y el último se ubicó sobre un área con vegetación media. Teniendo en cuenta lo anterior y la guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del Servicio Geológico Colombiano se calculó la profundidad del nivel freático por medio de la siguiente ecuación: Ecuación 1. Profundidad del nivel freático asociado al periodo del retorno TR. Donde: h es la profundidad del nivel freático asociado al periodo del retorno TR.; h_0 corresponde a la profundidad inicial CV; C es el coeficiente de variación; I corresponde a la intensidad según el tiempo de retorno. (Rodríguez M. C., 2019)

Proyectos realizados orientados a la amenaza de deslizamientos

Estudio de vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra en la microcuenca las Marías. Actualmente en Nicaragua se han venido realizando estudios sobre este tema con el objetivo fundamental de salvaguardar las vidas de los pobladores que habitan en las comunidades o recintos más pobres y que se encuentran vulnerables a sufrir desgracias por desastres naturales. Este estudio fue realizado con el objetivo de obtener mapas indicativos de amenazas por deslizamientos de tierra, se utilizó el método Heurístico geomorfológico. Método que consiste en realizar análisis espacial de coberturas temáticas

con el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). (Pérez Rolando. & Rojas José., 2005).

Proyectos realizados orientados a la amenaza de deslizamientos en el Ecuador

Propuesta metodológica para el análisis de amenaza por movimientos en masa en infraestructura vial. Caso Vía Lateral de Paso tramo La Argelia – Belén, provincia de Loja. Los movimientos en masa constituyen los eventos peligrosos que tienen mayor incidencia desafectación en la infraestructura vial. Esta investigación presenta una propuesta metodológica para el análisis de amenaza por movimientos en masa en infraestructura vial, la cual pondera con valores más altos las variables de litología, uso actual de suelo y precipitaciones. La metodología propuesta fue contrastada con la metodología de Mora Vahrson y validada con el inventario de movimientos en masa desarrollado en la investigación de campo. Del análisis comparativo entre las dos metodologías se establece que la propuesta metodológica es la mejor se adapta para el análisis de amenazas en infraestructura vial. (Ochoa, 2019)

Este proyecto de investigación, se muestra y describe la propuesta de susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa, a escala 1: 20 000 del trazado de vía Lago Agrio - Pacayacu, limitado en la provincia de Sucumbíos, Cantón Lago Agrio. Dicha propuesta es el resultado de la causa de datos obtenidos en el levantamiento geológico – geotécnico (Fichas descriptivas, fichas de afloramientos) y la realización de ensayos de mecánica de suelos (SUCS, Triaxiales). El presente estudio se realiza con el objetivo de identificar zonas susceptibles a la ocurrencia de estos procesos, y de esta manera ayudar a prevenir fortunas afectaciones de infraestructura común; vías, plataformas, poliductos. (Ochoa, 2019)

Identificación de amenaza por deslizamientos de tierra mediante información geoespacial en el cantón Ibarra-Ecuador

El objetivo fue determinar la amenaza a deslizamientos de tierra en el cantón Ibarra, para lo cual se utilizó Sistemas de Información Geográfica (SIG), además, de analizar factores condicionantes (susceptibilidad) y detonantes (disparadores), mediante la metodología de Mora-Vahrson.

Para la elaboración del estudio se utilizó información geoespacial, geomorfológica y de cobertura de la tierra, escala 1: 25 000, así como búsquedas de intensidad de precipitaciones (máximas en 24 horas, con periodos de retorno de 100 años) del Instituto

Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y el catálogo sísmico del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN), referido a la medición de la magnitud en escala de Richter. Para la cuantificar la amenaza se aplicó el método modificado de Mora-Vahrson -método experto, que incluyó adaptaciones de acuerdo a la información disponible para la generación del modelo donde se considera cinco factores como la pendiente, cobertura vegetal, macizo rocoso, sismos y precipitaciones cada uno de los cuales se ponderaron de acuerdo a su grado de susceptibilidad o de intensidad para generar el evento (ej. 1: muy baja; 5: muy alta). (Lucía Avilés Ponce, 2017)

La combinación de los factores condicionantes (FC) considera que los fenómenos de remoción en masa ocurren cuando una ladera adquiere un grado de susceptibilidad. Bajo estas condiciones, los factores detonantes (FD) actúan como elementos de disparo, dando lugar a la destrucción de las laderas. De esta forma, se considera que el grado o nivel de amenaza (H) es el producto de la susceptibilidad y la acción de los FD. De acuerdo al modelo de amenazas por deslizamientos de tierra, se identificaron cuatro niveles de amenazas: alto, medio, bajo y nulo. (Lucía Avilés Ponce, 2017)

Caracterización de los fenómenos de remoción en masa (fmr): Sigchos- Ecuador

La caracterización de fenómenos de remoción en masa (FRM) desempeña un rol muy importante en el estudio de amenazas geológicas potenciales, debido a que generan daños económicos y sociales.

Para la zonificación de amenazas por FRM en el cantón de Sigchos, se basó en metodologías semi cuantitativas y semi cualitativas según la metodología de Charlieg.

Este sistema se basa en la selección de varios parámetros:

- 1) Condicionantes, que son los que dependen de la propia naturaleza, estructura y forma del terreno y otros.
- 2) Desencadenantes, que pueden considerarse factores externos que provocan inestabilidades. Los factores condicionantes son el tipo de material, relieve, presencia de agua y vegetación; y los detonantes son el tipo de movimiento, el estado, la magnitud, la severidad y la estabilidad general del talud. Además de la caracterización de la erosión y el factor antrópico dentro de las observaciones de campo en cada deslizamiento observado. Para llevar a cabo el análisis de los parámetros antes mencionados se elaboró una ficha técnica en donde se puso en deferencia las características de movimientos existentes tales como tipo de movimiento, estado, magnitud y si hay o no presencia de agua, además se puso en consideración las características del depósito como material,

composición y deformación del terreno y la estabilidad general, que permite registrar las características de cada Movimiento de Remoción en Masa (MRM). (Bustillos Jorge, 2016)

Varios movimientos en masa se han suscitado en el transcurso de los años en la avenida Simón Bolívar teniendo como consecuencia pérdidas humanas, económicas y de infraestructura, cuestionando la estabilidad de los taludes cercanos a la vía. Por lo cual este documento presenta un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa que zonifica tres áreas (S1, S2 y S3) de alto de riesgo. Esto mediante el método de evaluación espacial multicriterio con la aplicación de la matriz Saaty, que toma en cuenta los factores condicionantes y desencadenantes para crear mapas base. Estos mapas son reclasificados para la ponderación de pesos en el programa ArcGIS Pro. Así también expone el análisis de estabilidad para el talud T1 que pertenece a la zona S2. Este refleja inestabilidad ya que se encuentra por debajo del factor de seguridad establecido por la NEC . El análisis se realiza mediante los programas Slide V6 y Phase 2 por el método de equilibrio límite y tensa deformación. Los cuales son necesarias las propiedades físico mecánicas de los materiales de T1, recabados mediante investigación bibliográfica, ensayos de campo y de laboratorio. Los ensayos con penetrómetro de bolsillo y veleta son insitu, mientras que en laboratorio se realizaron ensayos de compresión simple y compresión triaxial permitiendo la caracterización de los materiales. Finalmente, para T1 se planean cuatro obras de mitigación (saneamiento, colocación de geomalla, hidrosiembra y construcción de cunetas de coronación) y la auscultación del talud mediante monitoreo geodésico. (Bayas, K. J. (2021)

Proyectos realizados encaminados a la amenaza de deslizamientos en la Provincia Bolívar

Factores de deslizamiento y estrategias de reducción en la microcuenca del río Chazo Juan, provincia Bolívar

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo principal evaluar los factores de deslizamiento para formar estrategias de reducción en la microcuenca del río Chazo Juan, provincia Bolívar. Para establecer la amenaza de deslizamientos, se basó en la metodología de Mora Vahrson modificada para poder establecer el nivel de susceptibilidad de la amenaza de deslizamiento, se manejó las tablas de rangos del Sistema Nacional de Gestión Riesgos (2013), en los mapas base se empleó los shp editados a escala de trabajo 1:25.000 del (IGM, 2007), MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012),

Isoyetas de zonas de precipitación (INAMHI, 2007) y Norma Ecuatoriana de Construcciones (NEC, 2015). (Hurtado & Nuñez, 2019)

Entre los principales resultados del trabajo de investigación se forma lo siguiente: Con respecto a los factores condicionantes: la geología/litología predomina las areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, micrograbos diabastas basaltos, lavas en almohadilla; en la geomorfología prevalece las vertientes abruptas; en el uso de suelo/cobertura vegetal sobresalen los bosques naturales intervenidos; y, en las pendientes destaca las zonas abruptas y montañosas (con fuertes pendientes). Mientras que en los factores detonantes: en la sismicidad, el área de estudio se localiza en la zona III nivel sísmico alto de la norma NEC, 2015; en la precipitación predomina valores entre 2200 – 2300 mm anuales. Los factores antes mencionados fueron ponderados y correlacionados lo que permitió determinar índices, niveles y zonas de la amenaza de deslizamiento para el área de estudio. En el área de estudio predomina los índices y niveles medio de amenaza con el 89,23%, se presenta también los niveles altos con 9,77% y los niveles bajos con 1,01 %, los mismos que fueron simbolizados en el mapa de amenaza de deslizamientos. Finalmente, se obtuvo la propuesta de plan de acción para la reducción de susceptibilidad ante la amenaza de deslizamiento principalmente en las zonas que se evidenció mayor afectación (vía Chazo Juan – Mulidiahúan), en la cual se proponen medidas estructurales y no estructurales. (Hurtado & Nuñez, 2019)

Factores de vulnerabilidad ambiental ante la amenaza de deslizamientos en la ciudad de Guaranda. De febrero 2012 – febrero 2013.

El objeto de presente investigación es igualar factores ambientales que inciden en los problemas de la morfología y proponer trabajos para minimizar la vulnerabilidad ambiental que será un instrumento de orientación para los técnicos de los Gobiernos Locales con apoyo de los sectores involucrados en la ciudad de Guaranda, motivo de la tesis para la graduación de ingenieros en gestión de riesgos.

En cumplimiento de los objetivos propuestos se realizó la caracterización geológica y geomorfológica taxonómica de la ciudad de Guaranda, la zonificación de la susceptibilidad del terreno a movimientos en masa utilizando el sistema de información geográfica Arc GIS; de manera paralela se efectuó un análisis de los datos de lluvia con información obtenida de las estaciones localizadas en el área de influencia y finalmente con estos dos insumos se determinó los elementos detonantes en la ocurrencia de

movimientos en masa en el área de estudio de acuerdo a las condiciones ambientales. (Caicedo, 2013)

El presente estudio permitió definir e identificar todas las zonas afectadas por erosión que es una detonante para los movimientos de masas en la ciudad de Guaranda consideradas estas zonas como críticas. De acuerdo al estudio de vulnerabilidad ambiental Las zonas identificadas se clasificaron en alta, media y baja vulnerabilidad ambiental de acuerdo a las condiciones de terreno, calidad de suelos y las actividades que se desarrollan en él. Las principales vulnerabilidades ambientales de tipo físico natural identificados en las zonas de estudio como: variabilidad climática deslizamiento de tipo rotacional, flujos de lodos, derrumbes, afloramiento de agua subterránea, inundaciones por probable desborde del río, erosión. (Caicedo, 2013)

Evaluación de amenazas por deslizamiento en el sector divino niño del cantón Chimbo

Los movimientos en masa son amenazas que limitan los procesos de desarrollo a diferentes tipos de escala, todo dependerá de la magnitud, intensidad y recurrencia con la cual estos se presenten, los factores que influyen en su desarrollo, se les ha denominado como desencadenantes asociados a factores externos como, la lluvia, el viento y sismos, los condicionantes son propios de su entorno natural, tales como textura del suelo, pendiente, geología, erosión y otros. La importancia que remarca el proceso investigativo va asociada a lo social, económico, político y ambiental del sector Divino Niño del cantón Chimbo, el cual tiene como propósito identificar posibles zonas de susceptibilidad frente a deslizamientos, medidas para estabilización de talud de la zona de estudio, acciones a través de servicios ecosistémicos. Para lo cual se aplicó la metodología de Mora Vahrson y Galena, en la primera se establece indicadores, los cuales tienen pesos de ponderación asignados, que permitió realizar la susceptibilidad y Galena el cálculo de la estabilidad del talud, como último apartado se incluyen soluciones basadas en ecosistemas para mitigar los impactos negativos de los deslizamientos. Se identificó que las zonas más susceptibles a deslizamientos son aquellas que se encuentran con una pendiente pronunciada y la cobertura vegetal es mínima, la zona más expuesta es la vía y del cálculo del talud, el cálculo del coeficiente de seguridad muestra que basta la intensidad mínima de una precipitación o un sismo para activar el deslizamiento, para lo cual se estableció el uso de vegetación como una medida de mitigación debido a la fijación que le da al suelo, la infiltración y la humedad, esto como parte de los servicios que la naturaleza ofrece.

Evaluación de susceptibilidad a remoción de masas en la vía Guanujo-Echandía, parroquia Granujo, cantón Guaranda, Provincia Bolívar

Se realizó la evaluación de susceptibilidad por remoción de masas en la vía Guanujo-Echandía. Se recopiló toda la información bibliográfica acerca de las características del lugar de estudio, se hicieron trabajos en campo que consistieron en caracterizar geomecánicamente los macizos rocosos de 12 estaciones mediante el sistema RMR de Bieniawski (1989) y como resultado de sus respectivos cálculos se establecieron estaciones con calidad de roca: Media, Mala y Muy mala. Mediante el software DIPS se hizo el análisis cinemático de los tipos de roturas de los macizos ya sea: en cuña, por vuelco y planar. El inventario de remoción de masas identificó 7 desprendimientos de rocas y 7 deslizamientos de tierra. Se empleó la metodología de Mora-Vharson para establecer la susceptibilidad a remoción de masas del área, teniendo como factores condicionantes: pendiente, la calidad de roca, la geología y la cobertura vegetal y como factor detonante se tomó en cuenta las precipitaciones. Con todos estos factores se confeccionaron en ArcGIS los mapas de los diferentes criterios y el mapa final de susceptibilidad, obteniendo rangos de Baja, Media y Alta susceptibilidad a movimientos de masa en este tramo de la carretera. (Albario, 2021)

2.2. Fundamentación teórica (categorías fundamentales)

2.2.1. Movimiento de masa

La palabra movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad. Algunos movimientos en masa, como la reptación de suelos, son lentos, a veces imperceptibles y difusos, en tanto que otros, como algunos deslizamientos pueden desarrollar velocidades altas y pueden definirse con límites claros, determinados por superficies de rotura (Crozier, 1999a, en Glade y Crozier, 2005).

Los movimientos en masa constituyen un problema grave en la mayor parte del mundo, debido a que causan pérdidas económicas o sociales en propiedades ya sean estas privadas o públicas; por tal razón, que se debe entender a los Movimientos en Masa como parte de los procesos denudativos que forman el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se

dan en la corteza terrestre. (BID, 2002). Asimismo, si por una parte el levantamiento tectónico forma montañas. Por otra la meteorización, las lluvias, los sismos y otros eventos (acción del hombre) actúan sobre las pendientes para desequilibrarlas y cambiar el relieve a una condición más plana.

Esto posibilita la ocurrencia de un movimiento en masa desde el mismo momento en que se forma una ladera natural o se edifica un talud artificial, por lo consiguiente en el siguiente trabajo o se trata de exponer y resaltar los aspectos más importantes sobre el tema. (BID, 2002)

Se incluyen dentro de esta categoría de movimientos en masa a los deslizamientos, derrumbes, coladas de barro, soliflucción, hundimientos, desprendimientos, golpes de cuchara, desplomes y avalancha. (ONU, 2009).

Los procesos gravitacionales o de Movimientos en Masa cobraron mayor importancia en el mundo en las tres últimas décadas del siglo XX debido al considerable incremento en los daños y desastres relacionado con el avance de los asentamientos humanos hacia zonas peligrosas. (ONU, 2009)

Los Movimientos en Masa en la zona de estudio han sido de gran importancia y mucha preocupación, debido a que principalmente en el año de estudio el 2015 se efectuó una gran pérdida humana como económica por un largo cierre que se dio de la vía en el mes de marzo del año en estudio, el cual nos lleva a recordar y estar siempre en continuo manejo y estudio de la vía Alóag-Tandapi por su gran relieve, fuertes precipitaciones y continuas modificaciones que se dan debido a la ampliación de la vía y las características geológicas, geomorfológicas y climáticas. (GADPP, 2015)

2.2.2. Tipos de Movimientos de masa

Tabla 1. Tipos de movimientos en masa

Tipos	Subtipos
Caídas	Caída de roca
Volcamiento	Volcamiento de roca Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso

	Deslizamiento traslacional
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento de cuña
	Deslizamiento de rotacional
Propagación lateral	Propagación lateral lenta
	Propagación lateral por licuación (rápida)
Flujo	Flujo de detritos
	Crecida de detritos
	Flujo de lodo
	Flujo de Tierra
	Flujo de turba
	Avalancha de detritos
	Avalancha de rocas
	Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)
Reptación	Reptación de suelos
	Solifluxión, gelifluxión (en permafrost)
Deformaciones gravitacionales profundas	

Fuente: Geología apuntes geológicos

Elaborado: Tenelema A., 2022

2.2.3 Deslizamiento

Los deslizamientos son movimientos ladera abajo de una masa de suelo, detritos o roca, la cual ocurre sobre una superficie reconocible de ruptura. Con frecuencia, la formación de grietas transversales es la primera señal de la ocurrencia de este tipo de movimientos, las cuales se localizan en la zona que ocupara el escarpe principal. La superficie de ruptura define el tipo de deslizamiento, por lo que las superficies curvas, concavas o en forma de cuchara se asocian a deslizamientos rotacionales, las superficies de ruptura semiplanas u onduladas a los movimientos traslacionales y las superficies planas a los deslizamientos

planos. En los deslizamientos rotacionales, los bloques ubicados en la parte superior se inclinan hacia atrás, el escarpe principal regularmente es vertical, la masa desplazada se acumula ladera abajo y su deformación interna es de muy bajo grado. Movimientos posteriores a la inicial, pueden ocasionar el retroceso progresivo de la corona. La velocidad y extensión de este tipo de movimientos es muy variable. Los deslizamientos traslacionales son menos profundos que los rotacionales, y al igual que los planos, involucran un movimiento paralelo a la superficie, el cual está en gran medida controlado por superficies de debilidad de los materiales. (Cruden y Varnes. 1996)

2.2.4. Partes de un Deslizamiento

Cabeza. Parte superior del material que se mueve a lo largo del contacto entre el material perturbado y escarpe principal. (Suarez, 2009)

Cima. El punto más alto de la cabeza, en el contacto entre el material perturbado y el escarpe principal. (Suarez, 2009)

Corona. El material que se localiza en el sitio, adyacente a la parte más alta del escarpe principal, por encima de la cabeza. (Suarez, 2009)

Escarpe principal. Superficie muy inclinada a lo largo de la periferia posterior del área en movimiento, ocasionado por el desplazamiento del material. (Suarez, 2009)

Escarpe secundario. Superficie muy inclinada producida por el desplazamiento diferencial dentro de la masa que se mueve. En un deslizamiento pueden formarse varios escarpes secundarios. (Suarez, 2009)

Superficie de falla. Área por debajo del movimiento que delimita el volumen del material desplazado. El suelo por debajo del área de la falla no se mueve, mientras que el que se encuentra por encima de ésta, se desplaza. (Suarez, 2009)

Pie de la superficie de falla. La línea de interceptación entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno. (Suarez, 2009)

Base. El área cubierta por el material trastornado abajo del pie de la superficie de falla. (Suarez, 2009)

Punta o ña. El punto de la base que se encuentra a más distancia de la cima. (Suarez, 2009)

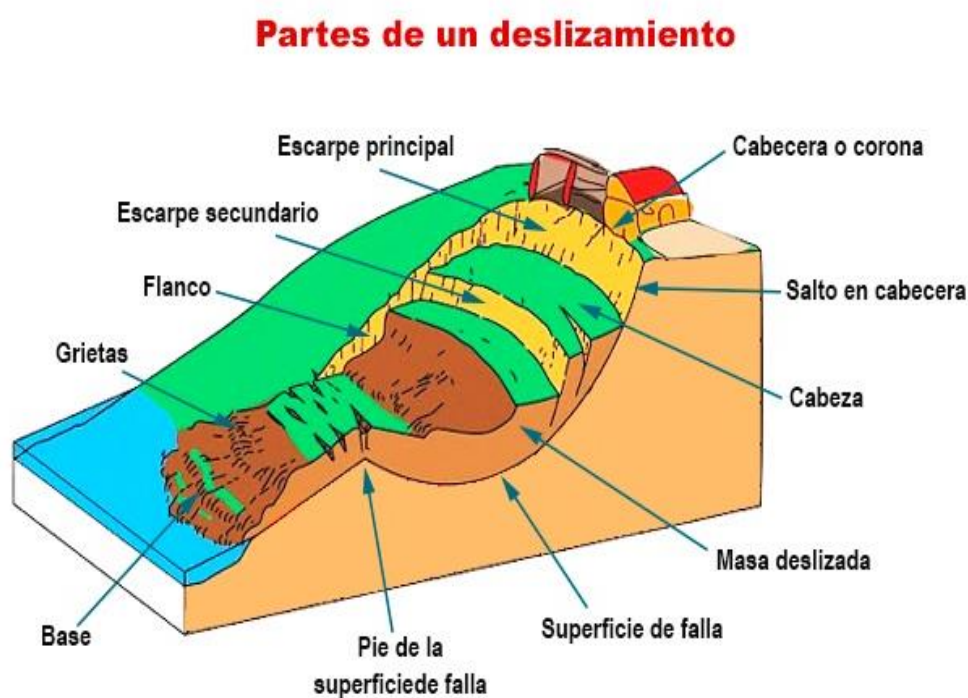
Cuerpo principal del deslizamiento. El material desplazado que se encuentra por encima de la superficie de falla. Se pueden presentar varios cuerpos en movimiento. (Suarez, 2009)

Superficie original del terreno. La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento. (Suarez, 2009)

Costado o flanco. Un lado (perfil lateral) del movimiento. Se debe diferenciar el flanco derecho y el izquierdo. (Suarez, 2009)

Derecha e izquierda. Para relatar un deslizamiento se recomienda utilizar la ubicación geográfica, pero si se emplean las palabras derecha e izquierda, deben referirse al deslizamiento observado desde la corona hacia el pie. (Suarez, 2009)

Figura 1. Partes de un deslizamiento



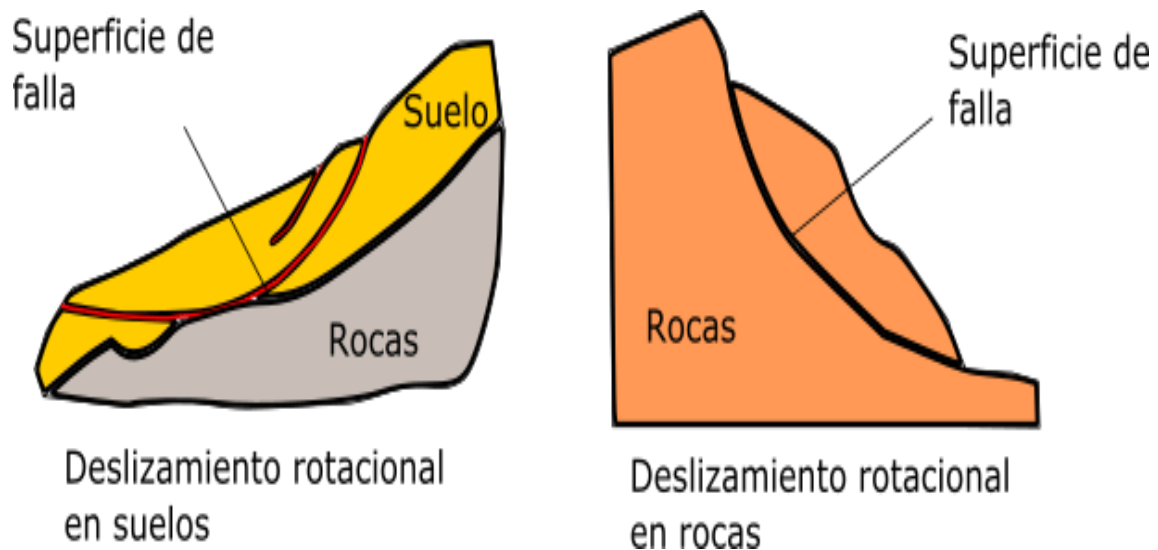
Fuente: (Universidad de Caldas, 2013)

2.2.5. Tipos de Deslizamiento

Deslizamiento Rotacional: En un deslizamiento rotacional, la superficie de falla es cóncava hacia arriba y el movimiento es rotacional con respecto al eje paralelo a la

superficie y transversal al deslizamiento. El centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo del movimiento. El deslizamiento de rotación posee una serie de agrietamientos concéntricos y cóncavos en la trayectoria del movimiento. El movimiento causa un área superior de hundimiento y otra inferior de deslizamiento, lo cual genera, comúnmente, flujos de materiales por debajo del pie del deslizamiento. La cabeza del movimiento bascula hacia atrás y los árboles se inclinan, de forma diferente, en la cabeza y en el pie del deslizamiento. (Universidad de Caldas, 2013)

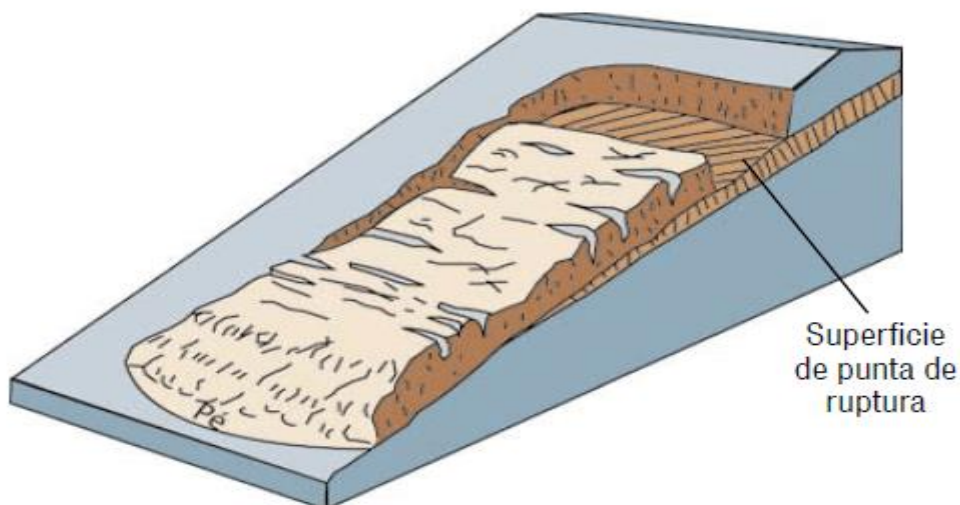
Figura 2. Deslizamiento rotacional



Fuente: (Universidad de Caldas, 2013)

Deslizamiento de Traslación: En el desplazamiento de traslación la masa se desliza hacia afuera o hacia abajo, a lo largo de un área más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. Los movimientos traslacionales generalmente, tienen una relación D_r/L_r de menos de 0.1. En muchos desplazamientos de traslación, la masa se deforma y/o se rompe y puede convertirse en flujo, especialmente en las zonas de pendiente fuerte. (Universidad de Caldas, 2013)

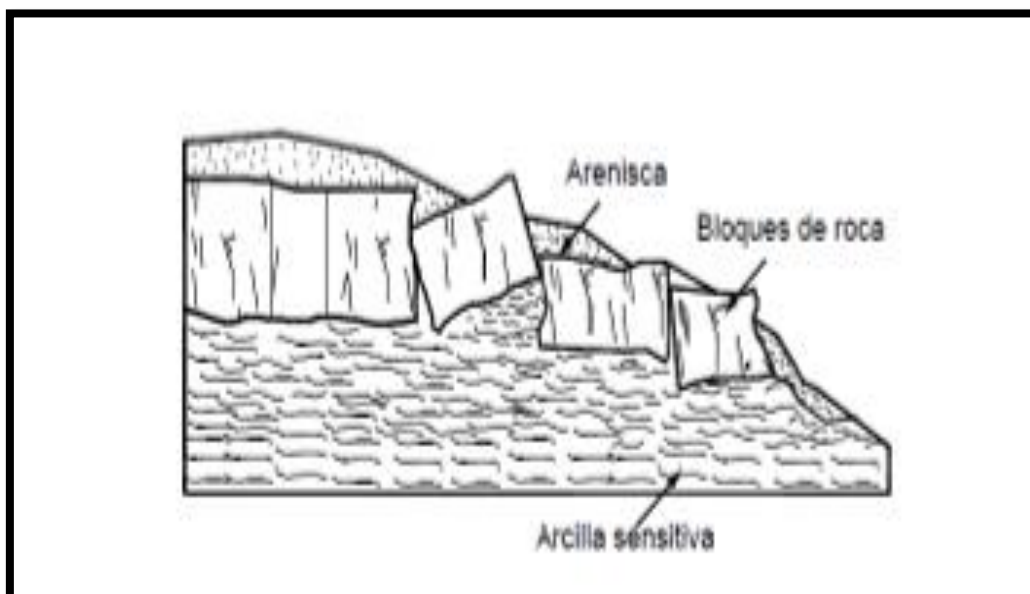
Figura 3. Deslizamiento de traslación



Fuente: (Universidad de Caldas, 2013)

Extensión lateral: Se denomina extensión o esparcimiento lateral a los movimientos con componentes, principalmente laterales, en taludes de baja pendiente. En los esparcimientos laterales el modo del movimiento dominante, es la extensión lateral acomodada por fracturas de corte y tensión (sobre roca o sobre suelos plásticos). (Universidad de Caldas, 2013)

Figura 4. Esquema de una extensión lateral



Fuente: (Universidad de Caldas, 2013)

Hundimientos: Los hundimientos son movimientos generalmente verticales de masas de suelo, en las cuales ocurre una disminución del volumen general del terreno. Los procesos de hundimiento de gran magnitud se clasifican como parte de los movimientos en masa o deslizamientos, aunque para su ocurrencia, la presencia de un talud no es necesariamente un pre-requisito. Pueden ser de gran magnitud o relativamente pequeños.

Los hundimientos obedecen a diferentes causas naturales. (Universidad de Caldas, 2013)

Flujos de tierra: Son movimientos lentos de materiales blandos. Estos flujos frecuentemente arrastran parte de la capa vegetal. (Universidad de Caldas, 2013)

Flujos de lodo: Se forman en el momento en que la tierra y la vegetación son debilitadas considerablemente por el agua, alcanzando gran fuerza cuando la intensidad de las lluvias y su duración es larga. (Universidad de Caldas, 2013)

Avalancha: Cuando los flujos logran grandes velocidades se clasifican como avalanchas. En las avalanchas el flujo desciende formando una especie de ríos de roca, suelo y residuos diversos. Estos flujos comúnmente se relacionan con las lluvias ocasionales de índices pluviométricos excepcionalmente altos, el deshielo de los nevados o los movimientos sísmicos en zonas de alta montaña y la ausencia de vegetación. (Universidad de Caldas, 2013)

Figura 5. Materiales en una avalancha



Fuente: (Universidad de Caldas, 2013)

2.2.6. Movimiento de masa

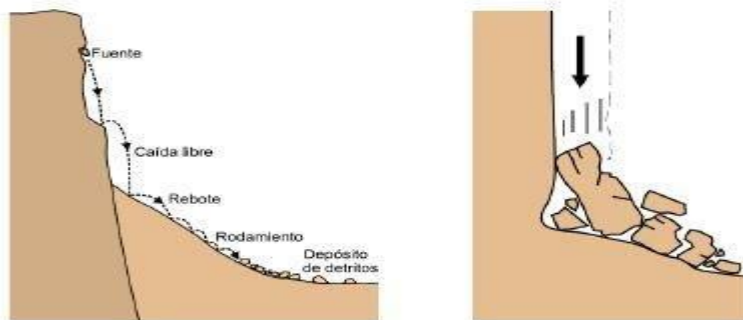
Movimiento de masa. Son las manifestaciones de la naturaleza se deben al funcionamiento interno y externo de la tierra, como resultado de estos procesos se obtienen los fenómenos naturales potencialmente peligrosos, como son movimientos en masa, generados por fuerzas geológicas y denudativas creando geformas 24 de tipo estructural altamente susceptibles, por su nivel de fragilidad e inestabilidad ante factores detonantes, que bajo agentes denudaciones degrada torios naturales, como la meteorización, las extremas lluvias o fenómenos hidrometeorológicos, acompañado de actividad antrópica insostenible, intervienen sobre las laderas estructurales, generando procesos de erosión, desestabilización y remoción de los suelos, eventos generalmente imperceptibles (Soeters & Van Westen, 1996).

Los movimientos en masa son métodos lentos o rápidos que movilizan materiales rocosos, suelo, tierra, escombros o regolito, bajo el efecto de la fuerza de gravedad, los cuales excedieron el esfuerzo de cohesión, provocando la rotura de los materiales, modificando el equilibrio de las fuerzas de resistencia al corte, siendo así proporcional a la velocidad de movilización. Son altamente dinámicos y desastrosos, que abarcan grandes extensiones del terreno. Según su grado de desarrollo, forma, actividad y edad, las cuales permitirán entender su comportamiento, involucrando las distintas disciplinas de ciencias de la tierra y del medio ambiente, así como de las ciencias naturales, para implementar medidas de mitigación óptimas ejecutables de tipo estructural y no estructural, ante la prevención y gestión del riesgo. (Gemma, 2007)

Clasificación de movimiento en masa

Caída: Son movimientos en caída libre de distintos materiales tales como rocas, detritos o suelos. Este tipo de movimiento se origina por el desprendimiento del material de una superficie inclinada, el cual puede rebotar, rodar, deslizarse o fluir ladera abajo.

Figura 6. Caída de roca



Fuente: (Universidad de Caldas, 2013)

2.2.7. Causas más frecuentes por las que ocurren deslizamientos

Los deslizamientos de tierra son causados por alteraciones en el equilibrio natural de una pendiente. Pueden ocurrir durante lluvias torrenciales o producirse luego de sequías, terremotos o erupciones volcánicas. Las áreas empinadas en las que los incendios forestales o cambios en el terreno hechos por el hombre han destruido la vegetación son particularmente propensas a los deslizamientos de tierra durante y después de lluvias. (Rivas, Torrecilla, Tica, & María Edna Vidaurre, 2007).

Los factores que causan deslizamientos están asociados a condiciones climáticas, sísmicas y volcánicas particulares que influyen en la estabilidad de las laderas. Estos factores se dividen en:

A) Factores naturales:

a) **Condiciones de suelo y roca:** Suelos saturados de agua, escombros poco consolidados y rocas fracturadas pueden generar deslizamientos.

b) **Topografía:** La inclinación de las laderas es un factor determinante en la formación de deslizamientos. En general, mientras más grande es la pendiente, mayor es la amenaza por deslizamientos.

c) **Lluvia:** La cantidad y duración de la lluvia controlan la desestabilización de una ladera.

d) **Actividad Sísmica:** Cuando se produce un temblor se generan vibraciones que pueden afectar el equilibrio de las laderas y originar deslizamientos. Cuanto mayor sea la intensidad, duración y frecuencia de la actividad sísmica, mayor es la amenaza por deslizamientos.

e) **Actividad volcánica y meteorización hidrotermal:** La actividad volcánica generalmente está acompañada por deslizamientos durante o después del evento volcánico; estos se generan en las laderas del volcán mismo o en los depósitos de ceniza volcánica.

f) **Deforestación:** Las áreas deforestadas favorecen la erosión y facilitan la ocurrencia de deslizamientos.

B. Actividad humana:

a) **Excavaciones:** para la construcción de viviendas, edificios, escuelas, puentes y carreteras.

b) **Explosiones:** en la construcción o minería, al construir carreteras.

c) **Sobrecargas:** como resultado del aumento de peso. Se produce debido a varios tipos de construcciones sobre el suelo: rellenos, terraplenes, acumulación de materiales y de agua.

d) **Actividad minera:** Originada por la extracción de materiales/ a cielo abierto (canteras). (Rivas, Torrecilla, Tica, & María Edna Vidaurre, 2007)

2.2.8. Taludes

Se entiende por talud a cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra. No hay duda que el talud constituye una estructura compleja de analizar debido a que en su estudio coinciden los problemas de mecánica de suelos y de mecánica de rocas, sin olvidar el papel básico que la geología aplicada desempeña en la formulación de cualquier criterio aceptable. Cuando el talud se produce en forma natural, sin intervención humana, se denomina ladera natural o simplemente ladera. Cuando los taludes son hechos por el hombre se denominan cortes o taludes artificiales, según sea la génesis de su formación; en el corte, se realiza una excavación en una formación térrea natural (desmontes), en tanto que los taludes artificiales son los lados inclinados de los terraplenes. (Álvaro F. de Matteis, 2003)

Los tipos de fallas más comunes en taludes son:

Deslizamientos superficiales (Creep)

Cualquier talud está sujeto a fuerzas naturales que tienden a hacer que las partículas y porciones de suelo próximas a su frontera deslicen hacia abajo. Se refiere esta falla al proceso más o menos continuo, y por lo general lento, de deslizamiento ladera abajo que se presenta en la zona superficial de algunas laderas naturales. (Álvaro F. de Matteis, 2003)

El creep suele involucrar a grandes áreas y el movimiento superficial se produce sin una transición brusca entre la parte superficial móvil y las masas inmóviles más profundas. No se puede hablar de una superficie de deslizamiento. El fenómeno es más intenso cerca de la superficie, la velocidad de movimiento ladera debajo de un creep típico puede ser muy baja y rara vez se excede la de algunos centímetros al año. El fenómeno se pone de manifiesto a los ojos del ingeniero cuando nota que los árboles y postes están inclinados respecto de la vertical, cuando se evidencian agrietamientos o escalonamientos en el talud. (Álvaro F. de Matteis, 2003)

Movimiento del cuerpo del talud

Puede ocurrir en taludes movimientos bruscos que afecten a masas considerables de suelo, con superficies de falla que penetran profundamente en su cuerpo, interesando o no al terreno de fundación. Se considera que la superficie de falla se forma cuando en la zona de su futuro desarrollo actúan esfuerzos cortantes que sobrepasan la resistencia al corte del material; a consecuencia de ello sobreviene la ruptura del mismo, con la formación de una superficie de deslizamiento a lo largo de la cual se produce la falla. (Álvaro F. de Matteis, 2003)

Flujos

Se refiere este tipo de falla a movimientos más o menos rápidos de una parte de la ladera natural, de tal manera que el movimiento en sí y la distribución aparente de velocidades y desplazamientos se asemeja al comportamiento de un líquido viscoso. La superficie de deslizamiento o no es distinguible o se desarrolla durante un lapso relativamente breve. Es también frecuente que la zona de contacto entre la parte móvil y las masas fijas de la ladera sea una zona de flujo plástico. El material susceptible de fluir puede ser cualquier formación no consolidada, y así el fenómeno puede presentarse en fragmentos de roca,

depósitos de talud, suelos granulares finos o arcillas francas; también son frecuentes los flujos en lodo. (Álvaro F. de Matteis, 2003)

2.3. Fundamentación legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador 2008

Art. 164.- La Presidenta o Presidente de la República podrá decretar el estado de excepción en todo el territorio nacional o en parte de él en caso de agresión, conflicto armado internacional o interno, grave conmoción interna, calamidad pública o desastre natural. La declaración del estado de excepción no interrumpirá las actividades de las funciones del Estado. El estado de excepción observará los principios de necesidad, proporcionalidad, legalidad, temporalidad, territorialidad y razonabilidad. El decreto que establezca el estado de excepción contendrá la determinación de la causal y su motivación, el ámbito territorial de aplicación, el periodo de duración, las medidas que deberán aplicarse, los derechos que podrán suspenderse o limitarse y las notificaciones que correspondan de acuerdo a la Constitución y a los tratados internacionales.

Art. 261.- El Estado central tendrá competencias exclusivas sobre: El manejo de desastres naturales.

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que determine la ley.

13. Gestionar los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios.

En el ámbito de sus competencias y territorio, y en uso de sus facultades, expedirán ordenanzas cantonales.

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente. Para ello, será responsabilidad del Estado.

12. Dotar de alimentos a las poblaciones víctimas de desastres naturales o antrópicos que pongan en riesgo el acceso a la alimentación. Los alimentos recibidos de ayuda internacional no deberán afectar la salud ni el futuro de la producción de alimentos producidos localmente.

Art. 389.- El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención

ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.

Art. 390.- Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad.

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la

sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad. (Asamblea Constituyente, 2008)

2.3.2. Código orgánico de planificación y finanzas públicas

Art. 64.-Preeminencia de la producción nacional e incorporación de enfoques ambientales y de gestión de riesgo. -En el diseño e implementación de los programas y proyectos de inversión pública, se promoverá la incorporación de acciones favorables al ecosistema, mitigación, adaptación al cambio climático y a la gestión de vulnerabilidades y riesgos antrópicos y naturales. (Ministerio de Finanzas del Ecuador, 2010)

Ley orgánica de la defensa nacional

Art. 20.- Las principales atribuciones y obligaciones del Jefe del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, son: (Congreso Nacional del Ecuador, 2007)

e) Ejercer, por delegación del Presidente de la República, la conducción de las operaciones militares de las Fuerzas Armadas, en situaciones de emergencia;

Art. 64.- La Policía Nacional constituye fuerza auxiliar de las Fuerzas Armadas, para la defensa de la soberanía, seguridad nacional y la defensa interna del país en estado de emergencia. (Congreso Nacional del Ecuador, 2007)

Art. 66.- Decretado el estado de emergencia, por inminente agresión externa o grave conmoción interna, la fuerza auxiliar y los órganos de apoyo a la defensa, se subordinarán al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, total o parcialmente. Disposiciones Generales (Congreso Nacional del Ecuador, 2007)

SEXTA. - Para el caso de desastres naturales y otras contingencias, las Fuerzas Armadas colaborarán con sus capacidades de prevención y respuesta inmediata, en apoyo a las autoridades e instituciones civiles responsables de atender dichas eventualidades. (Congreso Nacional del Ecuador, 2007)

2.3.3 Reglamento a la ley de seguridad pública y del estado

Art. 3.- Del órgano ejecutor de Gestión de Riesgos. -El Servicio Nacional de Gestión de Riesgos es el órgano rector y ejecutor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos. Dentro del ámbito de su competencia le corresponde:

- a) Identificar los riesgos de orden natural o antrópico, para reducir la vulnerabilidad que afecten o puedan afectar al territorio ecuatoriano;
- b) Generar y democratizar el acceso y la difusión de información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo;
- c) Asegurar que las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión;
- d) Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción;
- e) Gestionar el financiamiento necesario para el funcionamiento del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos y coordinar la cooperación internacional en este ámbito;
- f) Coordinar los esfuerzos y funciones entre las instituciones públicas y privadas en las fases de prevención, mitigación, la preparación y respuesta a desastres, hasta la recuperación y desarrollo posterior;
- g) Diseñar programas de educación, capacitación y difusión orientados a fortalecer las capacidades de las instituciones y ciudadanos para la gestión de riesgos; y,
- h) Coordinar la cooperación de la ayuda humanitaria e información para enfrentar situaciones emergentes y/o desastres derivados de fenómenos naturales, socio naturales o antrópicos a nivel nacional e internacional. (Constitución de la República, 2010)

Art. 18.- Rectoría del Sistema. - El Estado ejerce la rectoría del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, cuyas competencias son:

- a. Dirigir, coordinar y regular el funcionamiento del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos;
- b. Formular las políticas, estrategias, planes y normas del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos, bajo la supervisión del Ministerio de Coordinación de Seguridad, para la aprobación del Presidente de la República;

- c. Adoptar, promover y ejecutar las acciones necesarias para garantizar el cumplimiento de las políticas, estrategias, planes y normas del Sistema;
- d. Diseñar programas de educación, capacitación y difusión orientados a fortalecer las capacidades de las instituciones y ciudadanos para la gestión de riesgos;
- e. Velar por que los diferentes niveles e instituciones del sistema, aporten los recursos necesarios para la adecuada y oportuna gestión;
- f. Fortalecer a los organismos de respuesta y atención a situaciones de emergencia, en las áreas afectadas por un desastre, para la ejecución de medidas de prevención y mitigación que permitan afrontar y minimizar su impacto en la población; y,
- g. Formular convenios de cooperación interinstitucional destinados al desarrollo de la investigación científica, para identificar los riesgos existentes, facilitar el monitoreo y la vigilancia de amenazas, para el estudio de vulnerabilidades. (Constitución de la República, 2010)

Art. 19.- Conformación. - El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos: local, regional y nacional. (Constitución de la República, 2010)

Art. 20.- De la Organización. - La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, como órgano rector, organizará el Sistema Descentralizado de Gestión de Riesgos, a través de las herramientas reglamentarias o instructivas que se requieran. (Constitución de la República, 2010)

Art. 21.- Comité Consultivo Nacional de Gestión de Riesgos. - Es una instancia técnica interinstitucional e intersectorial de asesoría y apoyo a la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (Constitución de la República, 2010)

Art. 24.- De los Comités de Operaciones de Emergencia (COE). son instancias interinstitucionales responsables en su territorio de coordinar las acciones tendientes a la reducción de riesgos, y a la respuesta y recuperación en situaciones de emergencia y desastre. Los Comités de Operaciones de Emergencia (COE), operarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implica la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico, como lo establece el artículo 390 de la Constitución de la República. Existirán Comités de Operaciones de Emergencia Nacionales, provinciales y cantonales, para los cuales la Secretaría Nacional Técnico de Gestión de Riesgos normará su conformación y funcionamiento. (Constitución de la República, 2010)

Art. 25.- De la Educación. - La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, en coordinación con el Ministerio de Educación, incorporará la gestión de riesgos en los programas de educación básica, media y técnica en el idioma oficial del Ecuador y en los idiomas oficiales de relación intercultural. (Constitución de la República, 2010)

Art. 26.- De la Capacitación. - La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos diseñará y aplicará programas de capacitación dirigidos a las autoridades, líderes comunitarios, población en general y medios de comunicación, para desarrollar en la sociedad civil destrezas en cuanto a la prevención, reducción mitigación de los riesgos de origen natural y antrópico. (Constitución de la República, 2010)

Art. 27.- De la Comunicación y Difusión. - El organismo Rector, contará con una estrategia nacional de comunicación social sobre gestión de riesgos. (Constitución de la República, 2010)

2.3.4 Ley de seguridad pública y del estado

Art. 4.- De los principios de la seguridad pública y del Estado. - La seguridad pública y del Estado se sujetará a los derechos y garantías establecidos en la Constitución de la República, los tratados internacionales de derechos humanos, y se guiará por los siguientes principios:

c) Prioridad y oportunidad. - El Estado en sus planes y acciones de seguridad, dará prioridad a la prevención basada en la prospección y en medidas oportunas en casos de riesgos de cualquier tipo. (Asamblea Nacional, 2009)

Art. 11.- De los órganos ejecutores. - Los órganos ejecutores del Sistema de Seguridad Pública y del Estado estarán a cargo de las acciones de defensa, orden público, prevención y gestión de riesgos, conforme lo siguiente:

d) De la gestión de riesgos. - La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (Asamblea Nacional, 2009)

2.3.5. Ley orgánica de ordenamiento territorial uso y gestión del suelo

Art. 11.- Alcance del componente de ordenamiento territorial. - Además de lo previsto en el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas y otras disposiciones legales, la

planificación del ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados observarán, en el marco de sus competencias, los siguientes criterios:

3. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales y metropolitanos, de acuerdo con lo determinado en esta Ley, clasificarán todo el suelo cantonal o distrital, en urbano y rural y definirán el uso y la gestión del suelo. Además, identificarán los riesgos naturales y antrópicos de ámbito cantonal o distrital, fomentarán la calidad ambiental, la seguridad, la cohesión social y la accesibilidad del medio urbano y rural, y establecerán las debidas garantías para la movilidad y el acceso a los servicios básicos y a los espacios públicos de toda la población. (República del Ecuador Asamblea Nacional, 2016)

2.3.6. Ley orgánica del sistema de contratación pública

Art. 6.- Definiciones.

31. Situaciones de Emergencia: Son aquellas generadas por acontecimientos graves tales como accidentes, terremotos, inundaciones, sequías, grave conmoción interna, inminente agresión externa, guerra internacional, catástrofes naturales, y otras que provengan de fuerza mayor o caso fortuito, a nivel nacional, sectorial o institucional. Una situación de emergencia es concreta, inmediata, imprevista, probada y objetiva. (Servicio Nacional de Contratación Pública, 2018)

2.3.7. COOTAD

Art 140.-Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. -La gestión de riesgos incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley. (Cootad, 2010)

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos en sus territorios con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza, en sus procesos de ordenamiento territorial. (Cootad, 2010)

2.4. Hipótesis o ideas a defender

Factores condicionantes y detonantes que influyen en el nivel de riesgo de taludes en zonas críticas de amenaza de movimiento en masa de la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda, Bolívar – Ecuador

2.5. Variables

Variable independiente: Factores condicionantes y detonantes.

Variable dependiente: Nivel de riesgos de movimiento de masa.

2.6. Operacionalización de variable

Tabla 1. Variable Independiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala cuantitativa		Instrumento de medición						
Factores condicionantes y detonantes	Los factores que influye en los movimientos en masa son por diversas razones: geológicas como laderas posiblemente inestables, orografía acusada, estratificación o meteorización. Variación de nivel friático: situaciones estacionales u obras realizadas por el hombre.	Caracterización de los factores condicionantes	Pendiente	Muy suave	>2-5%	Visita de campo SHP (Gad Provincial de Bolívar) Software Arc Gis						
				Suave	>5-12%							
				Media	>12- 25%							
				Media a fuerte	>25- 40%							
				Fuerte	>40- 70%							
				Muy fuerte	>70- 100%							
			Geología-Litología	Andesitas verdes compactas intercaladas con sedimentos volcánicos	Bajo	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	Moderado	Visita de campo SHP (Gad Provincial de Bolívar) Software Arc Gis				
									Moderado	Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclástitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y		

				escasas calcarenitas.		
				Corneanas	Bajo	
				Cuerpo intrusivo	Bajo	
				Dasita porfiríticos, brechas volcánicas, rocas volcánicas porfiríticas, tobas y flujos de lava.	Moderado	
				Lavas andesíticas gris verdosas.	Bajo	
				Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	Alto	
				Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.	Alto	
				Mezcla heterogénea de materiales finos y	Moderado	

				fragmentos angulares rocosos con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.		
				Tobas andesíticas de grano fino, de color pardo a amarillo, con andesitas porfiríticas interestratificadas	Moderado	
			Geomorfología	Abrupto de superficie inclinada		Visita de campo SHP (Gad Provincial de Bolívar) Software Arc Gis
				Barranco		
				Coluvión aluvial antiguo		
				Coluvión antiguo		
				Depósitos de deslizamiento, masa deslizada		
				Escarpe de deslizamiento		
				Interfluvio de cimas estrechas		
				Relieve montañoso		
				Relieve volcánico colinado medio		

				Relieve volcánico colinado muy alto		
				Relieve volcánico montañoso		
				Superficie de cono de deyección		
				Superficie inclinada		
				Valle fluvial		
				Vertiente abrupta		
				Vertiente abrupta con fuerte disección		
				Vertiente heterogénea		
				Vertiente heterogénea con fuerte disección		
				Vertiente rectilínea		
				Vertiente rectilínea con fuerte disección		
Cobertura vegetal				Área poblada	Visita de campo SHP (Gad Provincial de Bolívar) Software Arc Gis	
				Bosque nativo		
				Cuerpo agua		
				Mosaico Agropecuario		
				Erial (Sin cobertura vegetal)		
				Infraestructura antrópica		
				Páramo		
				Pastizal		
				Plantación forestal		
Vegetación arbustiva						
Caracterización de los factores detonantes	Sismicidad			I-II	Leve	Visita de campo
				III-IV	Bajo	
				V-VI	Moderado	

				VII-VIII	Fuerte	SHP (Gad Provincial de Bolívar) Software Arc Gis
				≥IX	Muy fuerte	
			Precipitación	600-900		Visita de campo SHP (Gad Provincial de Bolívar) Software Arc Gis
				900-1200		
				1200-1500		
1500-1800						

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Variable Dependiente

Tabla 2. Variable Dependiente: Nivel de riesgos de movimiento de masa

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala cualitativa		Instrumento de medición
Nivel de riesgos de movimiento de masa.	El nivel de riesgos de movimientos en masa, depende de la estabilidad de los taludes de la resistencia que tienen los componentes de las estructuras de aguantar las acciones volcándose o manteniéndose estables.	Caracterización de los factores que desencadenan la inestabilidad de un talud	Factor de seguridad	Estable	$\geq 1,60$	Software Geotécnico GEO5-programa estabilidad de taludes
				Inestable	0-1,59	
			Tipo de suelo	Limo arenoso		
			Coefficiente sísmico horizontal	Kh	0,26	

	<p>Para esto se busca identificar factores capaces de modificar las fuerzas internas y externas que actúan sobre el terreno. Estos factores condicionan la situación de equilibrio de un talud o ladera</p>					
--	---	--	--	--	--	--

Elaborado por: Tenelema A., 2022

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo, nivel y métodos de Investigación

El presente proyecto de investigación denominado “Nivel de riesgo de taludes en zonas críticas de amenaza de movimiento en masa de la vía Gallo Rumi a Riobamba del Cantón Guaranda, Bolívar – Ecuador” posee un nivel de investigación descriptivo y correlacional.

Descriptivo. - por que describe los indicadores de los factores condicionantes (Pendiente, Geología- Litología, Geomorfología y Cobertura Vegetal) y detonantes (Sismicidad y Precipitación), que inciden ante la amenaza de movimiento de remoción en masa en el área de estudio. (Rusu, C. 2011).

Correlacional. - ya que los factores condicionantes y detonantes ponderados, se correlacionan para establecer valores de indicadores (1 a 10), niveles de amenaza de movimiento en masa (alta, media y baja) en la zona de estudio del trabajo de investigación. (Rusu, C.2011).

Para cumplir con los objetivos específicos propuestos en el trabajo de investigación se utilizó la siguiente metodología:

3.1.1. Objetivo 1

Para identificar factores y niveles de amenaza de movimientos en masa, se aplicará el método estadístico para determinar los valores cualitativos y cuantitativos y correlacionar las variables (factores condicionantes y factores detonantes) para generar los mapas de movimientos en masa, también se utilizará el método heurístico, basado en criterios de expertos para establecer valores de indicador que permitirán establecer los niveles de la amenaza de movimientos en masa, e identificar las zonas críticas del lugar, para así poder procesar los datos en el programa Arc Gis y determinar los resultados mediante mapas de niveles de amenaza del sector de estudio.

Se ha recopilado información acerca de distintas metodologías relacionadas al tema de movimientos de remoción en masa, los mismos que son: Mora Vahrson 2011 y Paucar 2016.

Figura 7. Metodologías utilizadas para el trabajo de investigación

Metodología de Mora-Vahrson, 2011		Paucar, 2016	
Factor	Indicador	Factor	Indicador
Factores Intrínsecos	Relieve Relativo	Factor Condicionante	Geología/Litología
	Litología		Geomorfología
	Humedad del Suelo		Geotecnia
Factores Externos	Sismicidad		Pendiente
	Precipitación		Uso de suelo y cobertura vegetal
		Factor Detonante	Sismicidad
			Precipitación

METODOLOGÍA APLICADA	
Factor	Indicador
Factores Condicionantes	Pendiente
	Geología-Litología
	Geomorfología
	Cobertura Vegetal
Factores Detonantes	Sismicidad
	Precipitación

Fuente: (Mora Vahrson, 2011; Paucar, 2016)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

A continuación, se describen los factores que serán tomados en el presente trabajo de investigación, a una escala de 1: 22016.

Factores Condicionantes:

Pendiente

Se ha trabajado con los shapefiles facilitados por el GAD provincial de Bolívar, para establecer el valor del indicador se ha basado en la metodología de Mora Vahrson (2011).

Tabla 3. Factor condicionante: Pendiente

Descripción	Rango	Valor de indicador
Muy suave	>2- 5%	0
Suave	>5- 12%	1
Media	>12- 25%	2
Media a fuerte	>25- 40%	3
Fuerte	>40- 70%	4
Muy fuerte	>70- 100%	5

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Mora Vahrson, 2011)

Elaborado por: Tenelema A, 2022

Geología- Litología

Para este indicador se utilizó los shapefiles facilitados por la Gad Provincial de Bolívar y el valor del indicador se ha establecido a través de la metodología de Paucar (2016).

Tabla 4. Factor condicionante: Geología-Litología

Descripción	Calificación	Valor de indicador
Andesitas verdes compactas intercaladas con sedimentos volcánicos	Bajo	1
Arenas, limos, arcillas y conglomerados	Moderado	5
Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.	Moderado	5
Coreanas	Bajo	1
Cuerpo intrusivo	Bajo	1

Dasita porfíritica, brechas volcánicas, rocas volcánicas porfíriticas, tobas y flujos de lava.	Moderado	5
Lavas andesíticas gris verdosas.	Bajo	1
Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques.	Alto	10
Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.	Alto	10
Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.	Moderado	5
Tobas andesíticas de grano fino, de color pardo a amarillo, con andesitas porfíriticas interestratificadas	Moderado	5

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Paucar, 2016)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Geomorfología

En este factor se ha utilizado los shapefiles proporcionados por la Gad Provincial de Bolívar y para la asignación del valor del indicador se tomó como referencia la metodología de Paucar, 2016.

Tabla 5. Factor condicionante: Geomorfología

Descripción	Valor de indicador
Abrupto de superficie inclinada	7
Barranco	10
Coluvión aluvial antiguo	10
Coluvión antiguo	10
Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	5
Escarpe de deslizamiento	7
Interfluvio de cimas estrechas	5
Relieve montañoso	7
Relieve volcánico colinado medio	5
Relieve volcánico colinado muy alto	7
Relieve volcánico montañoso	3
Superficie de cono de deyección	3
Superficie inclinada	7
Valle fluvial	5
Vertiente abrupta	7
Vertiente abrupta con fuerte disección	10
Vertiente heterogénea	5
Vertiente heterogénea con fuerte disección	7
Vertiente rectilínea	5
Vertiente rectilínea con fuerte disección	7

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Paucar, 2016)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Cobertura vegetal

Para establecer los factores condicionantes se ha tomado la información obtenida de los shapefiles facilitados por la Gad Provincial de Bolívar y para los valores de los indicadores se ha tomado como referencia la metodología Paucar, (2016).

Tabla 6. Factor condicionante: Cobertura vegetal

Descripción	Valor de indicador
Área poblada	10
Bosque nativo	1
Cuerpo agua	5
Mosaico Agropecuario	10
Erial (Sin cobertura vegetal)	10
Infraestructura antrópica	10
Páramo	5
Pastizal	1
Plantación forestal	5
Vegetación arbustiva	5

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Paucar, 2016)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Factores Detonantes:

Sismicidad

Para la variable sismicidad se han empleado los shapefiles proporcionados por la Gad Provincial de Bolívar y para establecer el valor de los indicadores se tomó como guía la metodología de Mora Vahrson 2011.

Tabla7. Factor detonante: Sismicidad

Intensidad de sismos	Calificación	Valor de indicador
I-II	Leve	1
III-IV	Bajo	3
V-VI	Moderado	5
VII-VIII	Fuerte	7
≥IX	Muy Fuerte	10

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Mora Vahrson, 2011)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Precipitación

Para esta variable se ha tomado los shapefiles de precipitaciones anuales facilitados por la Gad Provincial de Bolívar y para el establecimiento del valor del indicador hemos tomado como base la metodología de Paucar, 2016.

Tabla 8. Factor detonante: Precipitación

Descripción	Valor de indicador
600-900 mm	1
900-1200 mm	3
1200-1500 mm	7
1500-1800 mm	10

Fuente: (Mora Vahrson, 2011; Paucar, 2016)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Una vez identificados los factores que inciden en la ocurrencia de los movimientos en masa, se puede desarrollar mapas de amenaza, los mismos que sirven como base para estudios sobre los movimientos en masa de taludes con fines constructivos.

El nivel de movimiento en masa es el producto de los factores condicionantes y de la acción de los factores detonantes, los cuales han sido modificados a partir de la metodología de Mora Vahrson que la detallamos a continuación:

Factores Intrínsecos o Condicionantes

$$S = P * D$$

Donde: S: grado de susceptibilidad a deslizamientos

P: valor producto de la combinación de los factores condicionantes

D: valor de la combinación de los factores detonantes

Los factores intrínsecos o condicionantes se componen de los siguientes parámetros (fórmula 2):

$$P = Pd + Pl + Pg + Pv$$

Donde:

Pd: valor del parámetro de pendiente del terreno

Pl: valor del parámetro de litológica- geológica

Pg: valor del parámetro de geomorfológica

Pv: valor del parámetro cobertura vegetal

Factores Externos o Detonantes

El factor externo o detonante se compone de los siguientes parámetros:

$$D = D_s + D_p$$

Dónde: Ds: valor del parámetro de sismicidad

Dp: valor del parámetro de precipitación

Sustituyendo los parámetros, la ecuación completa se expresa como sigue:

$$S = (P_d + P_l + P_g + P_v) * (D_s + D_p) \text{ (Jiménez Benavidez, P. E. 2022).}$$

La sumatoria de los valores de los factores condicionantes y la suma de los factores detonantes, a través de una multiplicación de ambos resultados nos permite obtener como resultado el nivel de riesgo de movimiento en masa del área de estudio y representación del color de la amenaza, cuyos criterios fueron adaptados de igual manera y se muestran a continuación:

Tabla 9. Criterios de valoración de la amenaza de deslizamientos

Orden/ clase	Clasificación (Nivel de susceptibilidad)
I	Bajo
II	Medio
III	Alto

Fuente: (SNGRE, 2019)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

3.1.2. Objetivo 2

Para analizar el nivel de riesgo de taludes en las zonas críticas situados en la vía Gallo Rumi se utilizó el software GEO5, y el método Bishop que viene incluido en el mismo programa.

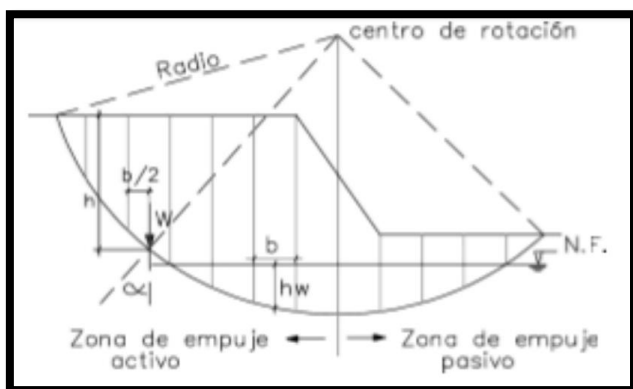
Método de Bishop

Este método fue desarrollado en el año 1960, donde se plantea dibujar tajadas que dividan la masa de suelo prevista a deslizarse. Sirve para establecer el cálculo de taludes a largo y corto plazo. Este método se emplea solo para superficies de falla de tipo circular, plateando el equilibrio de momentos, según el cual el momento que actúa generado sobre

el peso propio de cada una de las tajadas alrededor del centro de rotación es igual al momento producido por la resistencia al corte del suelo de la tajada. (Robert Poveda, Oscar Rodríguez & Michael Rosas, 2020)

Las fuerzas que actúan en la masa de suelo pueden dividirse en fuerzas producidas por empujes activos y pasivos de acuerdo con la ubicación respectiva de la tajada. En la siguiente ilustración se puede observar el proceso descrito anteriormente:

Figura 8. Representación gráfica del método de Bishop



Fuente: (Robert Poveda, Oscar Rodríguez & Michael Rosas, 2020)

Este método además tiene en cuenta el efecto de las fuerzas que actúan entre las tajadas. El factor de seguridad para el método de Bishop se define de la siguiente manera:

Figura 9. Factor de seguridad según el método de Bishop

Donde

C'-cohesión

Φ' -ángulo de fricción interna del suelo

b= ancho de la tajada

W= peso de la tajada

U= presión de poros con respecto a la base de cada dovela

α = ángulo formado entre la perpendicular a la línea de falla y la vertical en el centro de la tajada

EL factor ma se define como:

$$ma = \cos \alpha + \frac{\tan \alpha \tan \Phi'}{FS} \quad (3.29)$$

Fuente: (Robert Poveda, Oscar Rodríguez & Michael Rosas, 2020)

El proceso manual del método de Bishop para el análisis del desplazamiento crítico de las fallas puede ser un poco de extenso y riguroso. Actualmente existe una serie software que facilitan el cálculo de un conjunto de círculos de desplazamiento en poco tiempo, y de esta forma facilitando el análisis del talud y de las propiedades del suelo, además de geometría, entre otros. (Robert Poveda, Oscar Rodríguez & Michael Rosas, 2020; Constitución de República de Ecuador, 2008; Arc Gis 10.5, 2022)

Software GEO5

En el Software GEO5, se insertan puntos de medición en longitud (x) y altitud (z), configurando los rangos entre 20 a 35 metros máximos de longitud dependiendo del talud, para obtener estos puntos en las curvas de nivel creadas, trazamos líneas de medición a lo largo de las curvas y comparamos con las mediciones reales realizadas en el trabajo de campo para digitalizar los taludes.

En el software GEO5 se analizará la estabilidad de los taludes mediante la aplicación del método de Bishop, para el análisis se toman en cuenta parámetros insertados en el programa como son los puntos de medición en longitud y altitud para obtener el diseño de los taludes, el tipo de suelo y coeficiente sísmico horizontal (Barrionuevo R. & Chillo E., 2022)

Para realizar el análisis en el software GEO5 de los taludes en la Vía Gallo Rumi se utilizaron diversos parámetros como son:

Factor de seguridad

Para la configuración del factor de seguridad el cual es el valor numérico de la relación entre:

- a. La resistencia media del suelo a lo largo de la superficie de deslizamiento potencial
- b. La resistencia estrictamente necesaria para mantener el terreno en equilibrio Bishop (1955).

En la norma INEN, en su capítulo 8 denominado geotécnico y cimentaciones, en su sección 9.3 estructuras y sistemas de contención se establece un factor de seguridad indirecto o dependiente mínimo de 1,60 valor numérico referencial en condición de deslizamiento. Un factor de seguridad mayor a 1 indica seguridad ante un fallo.

En base a lo mencionado anteriormente y tomando en cuenta que utilizaremos un coeficiente sísmico horizontal para nuestro proyecto de investigación, además de considerar estudios realizados por expertos, se utilizó un factor de seguridad referencial

de 1,60 que será comparado con el resultante del análisis. (Barrionuevo R. & Chillo E., 2022)

Tipo de suelo

Se asignó el tipo de suelo correspondiente a los taludes del área de estudio, el cual es limo arenoso en base al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Guaranda, el software proporciona datos básicos más específicos sobre el tipo de suelo elegido como son: precio unitario, estado de tensión, ángulo de fricción interna, cohesión de suelo, modo de cálculo de supresión y el precio unitario de suelo saturado.

Coefficiente sísmico horizontal

El coeficiente sísmico horizontal es determinado de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), por lo que se tiene la siguiente fórmula

$$kh = 0,6 (amax) / g$$
$$amax = Z \cdot Fa$$

Donde:

Kh= coeficiente sísmico horizontal

amax = aceleración máxima horizontal

Z = factor de zona

Fa= factor de amplificación o reducción dinámica asociado a cada tipo de suelo.

Remplazando datos en la fórmula se obtiene el siguiente resultado:

$$amax = Z * Fa = 1,23 * 0,35 = 0,43$$

$$Kh = 0,6 * ZFa = 0,6 * 0,43 = 0,26$$

Finalmente, en el programa GEO5 ya insertados todos los parámetros se ingresa una falla circular esto gráficamente desde el inicio hasta la punta del talud estos datos generados de la falla circular se insertan textualmente, luego se realiza un análisis mediante el método Bishop será el cual será de optimización para obtener mejores resultados.

Los resultados finales obtenidos del programa GEO5 nos permiten identificar el grado de estabilidad de los taludes, en base al factor de seguridad propuesto y el obtenido en los taludes de estudio, la representación del color de estabilidad o inestabilidad y los rangos de los grados de estabilidad fueron adaptados como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 10. Criterios de valoración del grado de estabilidad de los taludes

Orden/clase	Rangos de los grados de estabilidad	Clasificación (Grados de estabilidad de los taludes)
I	$\geq 1,60$	Estable
II	0-1,59	Inestable

Elaborado por: Tenelema A., 2022

3.1.3. Objetivo 3

Para establecer las diferentes estrategias de reducción de riesgos de taludes ante la amenaza de movimientos en masa en las zonas críticas, se utiliza la técnica de observación directa y el método descriptivo, para analizar las áreas más críticas a movimientos en masa con mayores afectaciones, para lo cual se hace la constatación real en la vía Gallo Rumi a Riobamba, en donde se analizarán las causas que generan los movimientos en masa.

También se aplicará el método de investigación bibliográfica, para recopilar información de fuentes tales como: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Guaranda y demás sitios web relacionados con la situación actual del sector de estudio.

3.2. Población y Muestra

El cantón Guaranda tiene está compuesto por 3 parroquias urbanas y 8 parroquias rurales, las parroquias que concentran mayor población, es el centro urbano y periurbano de Guaranda comprendido entre sus parroquias: Guanujo, Ángel Polibio Chávez y Gabriel Ignacio Veintimilla que representan un 60,27 %. Y las ocho parroquias rurales como: Simiatug, Salinas, Facundo Vela, San Luis de Pambil, Julio Moreno, Santa Fe, San Lorenzo y San Simón, representan un total de 39,73% de la población territorial cantonal. (GAD Guaranda, PDOT, 2020-2025)

La población objeto de estudio está constituida por 3050 habitantes divididos en mujeres que representan el 51,5% y hombres que representan el 48,5%, estos datos son con proyección al 2020 en la zona urbana, datos obtenidos del (GAD Guaranda, PDOT, 2020-2025).

3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Fuentes primarias:

Observación directa: Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó la técnica de observación directa para determinar los factores condicionantes y detonantes para proceder a determinar la susceptibilidad ante la amenaza de deslizamientos.

Fuentes secundarias:

La recolección de datos se la realizó mediante la búsqueda de información secundaria, primero, se recopiló información de documentos bibliográficos y sobre los shapefiles necesarios para realizar el análisis según la metodología de Mora Varhson, fueron facilitados por la Gad Provincial de Bolívar, este método es confiable y verídico para el estudio de movimiento de masas o deslizamientos.

Después para obtener datos cuantitativos de la amenaza a los movimientos en masa en la vía Gallo Rumi a Riobamba, se utilizó la metodología de Paucar, 2016, y, por último, para analizar el grado de estabilidad de los taludes situados en la vía se utilizó el software GEO5 y el método Bishop incluido en el mismo.

3.4. Técnicas de procesamiento, análisis y presentación de datos

Para realizar el procesamiento de datos de la siguiente investigación se realizó utilizando programas digitales como: Excel, Word, Google Earth, Arc Gis 10.5 y el software GEO5.

3.4.1. Metodología para procesamiento de la información del objetivo 1

Por medio del manejo de la información cartográfica proporcionada por la Gad Provincial de Bolívar, realizamos la adaptación de los shapefiles acorde al alcance y necesidad que presentan el sector de estudio correspondiente la vía Gallo Rumi, para la descripción cualitativa y cuantitativa se utilizó las metodologías Mora Vahrson y Paucar, 2016, además que se procede a trasladar la información, para ser calificadas y representadas gráficamente cuyos mapas serán elaborados en el programas Arc Gis 10.5.

3.4.2. Metodología para procesamiento de la información del objetivo 2

Se han utilizado los programas Microsoft Word, Google Earth, Arg Gis 10.5 y el Software GEO5 para procesar la información correspondiente al presente objetivo.

Mediante la ayuda del programa Google Earth y Arg Gis se lograron obtener las curvas de nivel y puntos de medición en longitud y altitud respectivamente para digitalizar los taludes en el software GEO5, además estos datos fueron comparados con las medidas tomadas en campo para obtener resultados más cercanos a la realidad del sector.

En el software GEO5 se analizó la estabilidad de los taludes mediante la aplicación del método de Bishop propio del mismo programa, el análisis será el de optimización y se lo realizara mediante factor de seguridad propuesto y el obtenido, tomando en cuenta parámetros insertados en el programa como son los puntos de medición en longitud y altitud, el tipo de suelo y coeficiente sísmico horizontal.

3.4.3. Metodología para procesamiento de la información del objetivo 3

Para este objetivo se realizó con la observación directa a través de visitas de campo y con la utilización del programa de Microsoft Word, se plantea las estrategias de reducción de riesgos mediante la revisión en documentación existente sobre las estrategias más óptimas para reducir el riesgo de movimientos en masa.

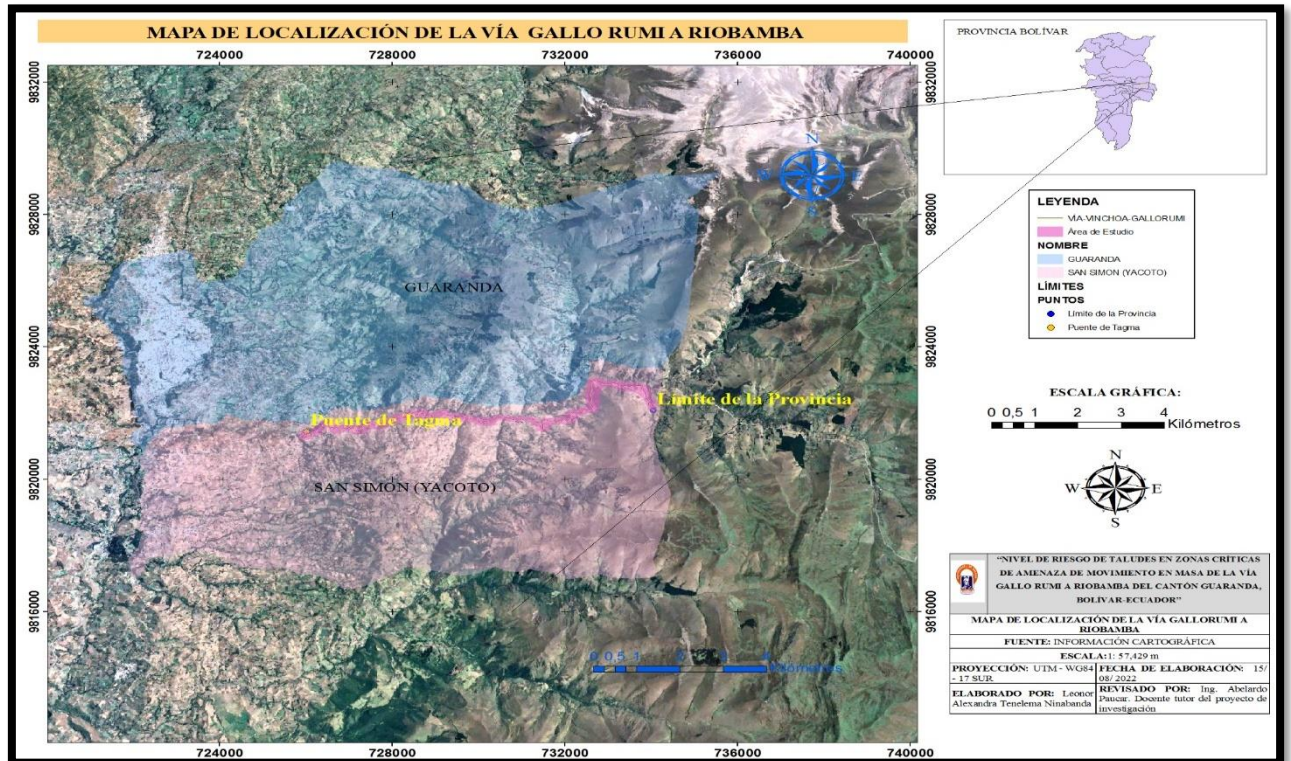
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTEPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados por objetivos

Resultados según objetivo 1: Identificar los factores, niveles de amenaza y zonas críticas de movimiento en masa de la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda.

El área de estudio para el presente proyecto de investigación, comprende la vía Guaranda, Gallo Rumi a Riobamba, ubicada en la provincia Bolívar, Cantón Guaranda, parroquia Gabriel Ignacio Veintimilla, la misma que inicia como referencia desde el puente de Tagma, hasta la delimitación de la Provincia Bolívar aprobada en el año 2019 y que abarca un área de 12,3504 km. Mapa 1

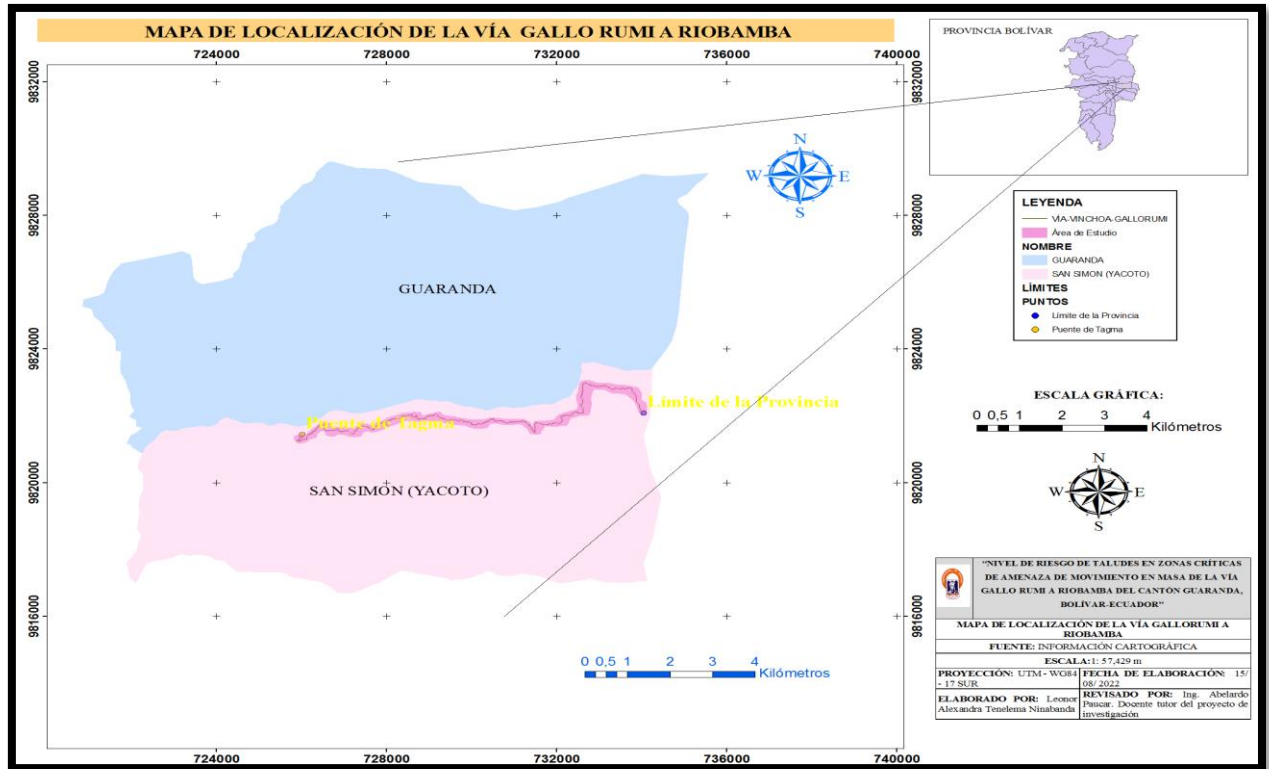
Mapa 1. Mapa de localización de la vía Gallo Rumi a Riobamba



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Mapa 2. Mapa de localización de la vía Gallo Rumi a Riobamba



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Los factores condicionantes que se identificaron en el sector de estudio son los siguientes.

- Pendiente
- Geología-Litología
- Geomorfología
- Cobertura Vegetal

4.1.1. Factor Pendiente

Una vez digitalizados los shapefiles facilitados por la Gad Provincial de Bolívar, con respecto a la pendiente en el sector de estudio se puede identificar pendientes con rangos >2- 5% y >70- 100% las mismas que son medias y medias a fuertes respectivamente, la pendiente que predomina en el sector es media con un rango >12- 25% que abarca un 0,15 km², equivalente al 62,5% del área total.

En la presente tabla se puede visualizar de mejor manera los resultados obtenidos:

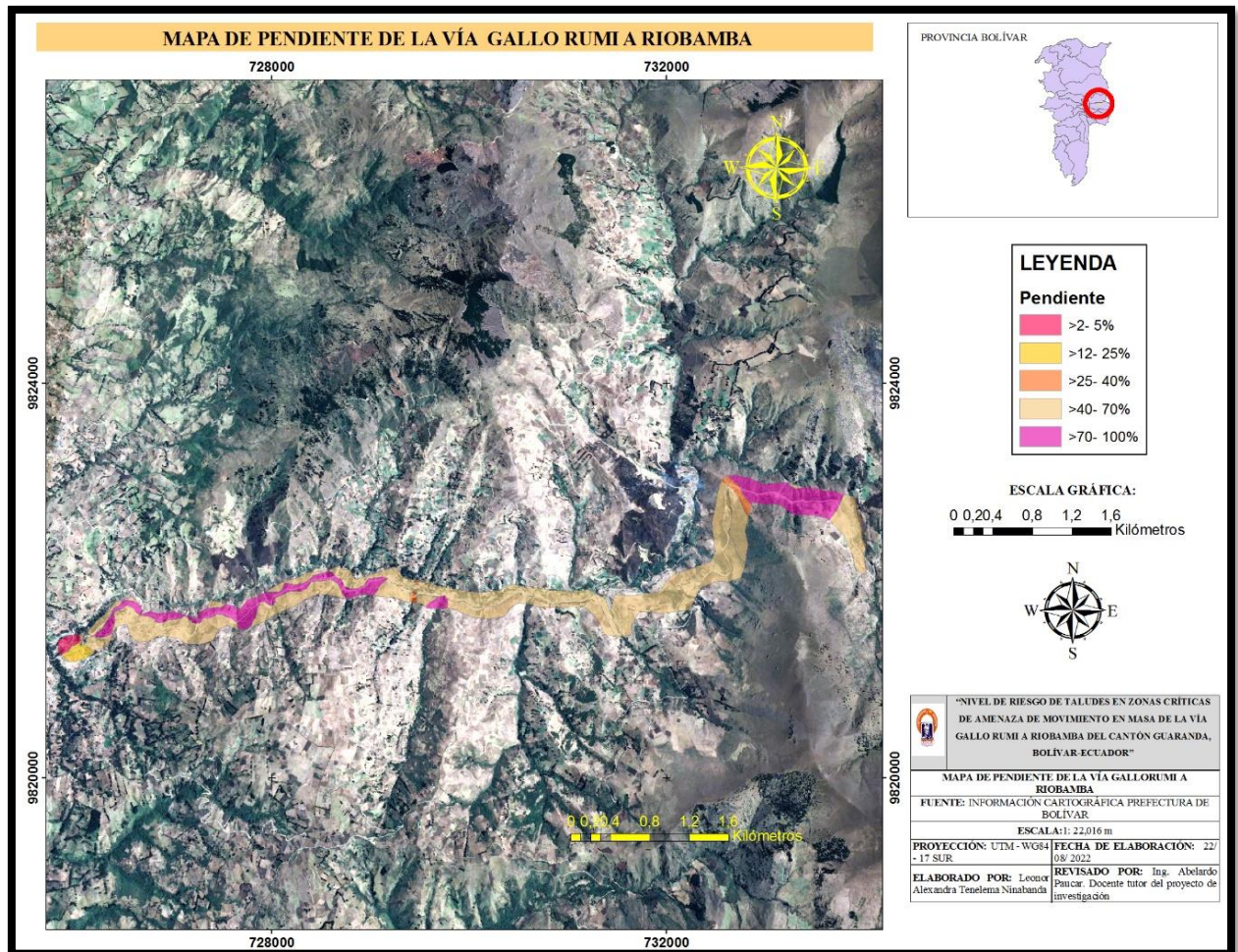
Tabla 11. Descripción de la Pendiente

Descripción	Rango	Valor de indicador	Área (km ²)	%
Muy Suave	>2- 5%	0	0,030	1,21
Media	>12- 25%	2	0,036	1,46
Media a fuerte	>25- 40%	3	0,047	1,90
Fuerte	>40- 70%	4	1,792	72,46
Muy fuerte	>70- 100%	5	0,568	22,97
Total			2,473	100,0

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Mora Vahrson, 2011)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Mapa 3. Mapa de Pendiente de la vía Gallo Rumi a Riobamba



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

4.1.2. Factor Geología-Litología

Como podemos observar en la tabla, el factor geología-litología de la vía Gallo Rumi a Riobamba, se pudo identificar que predominan limos, arcillas, arenas, gravas y bloques su calificación es alta, representando el 53,94% del área total.

Tabla 12. Descripción de la Geología-Litología

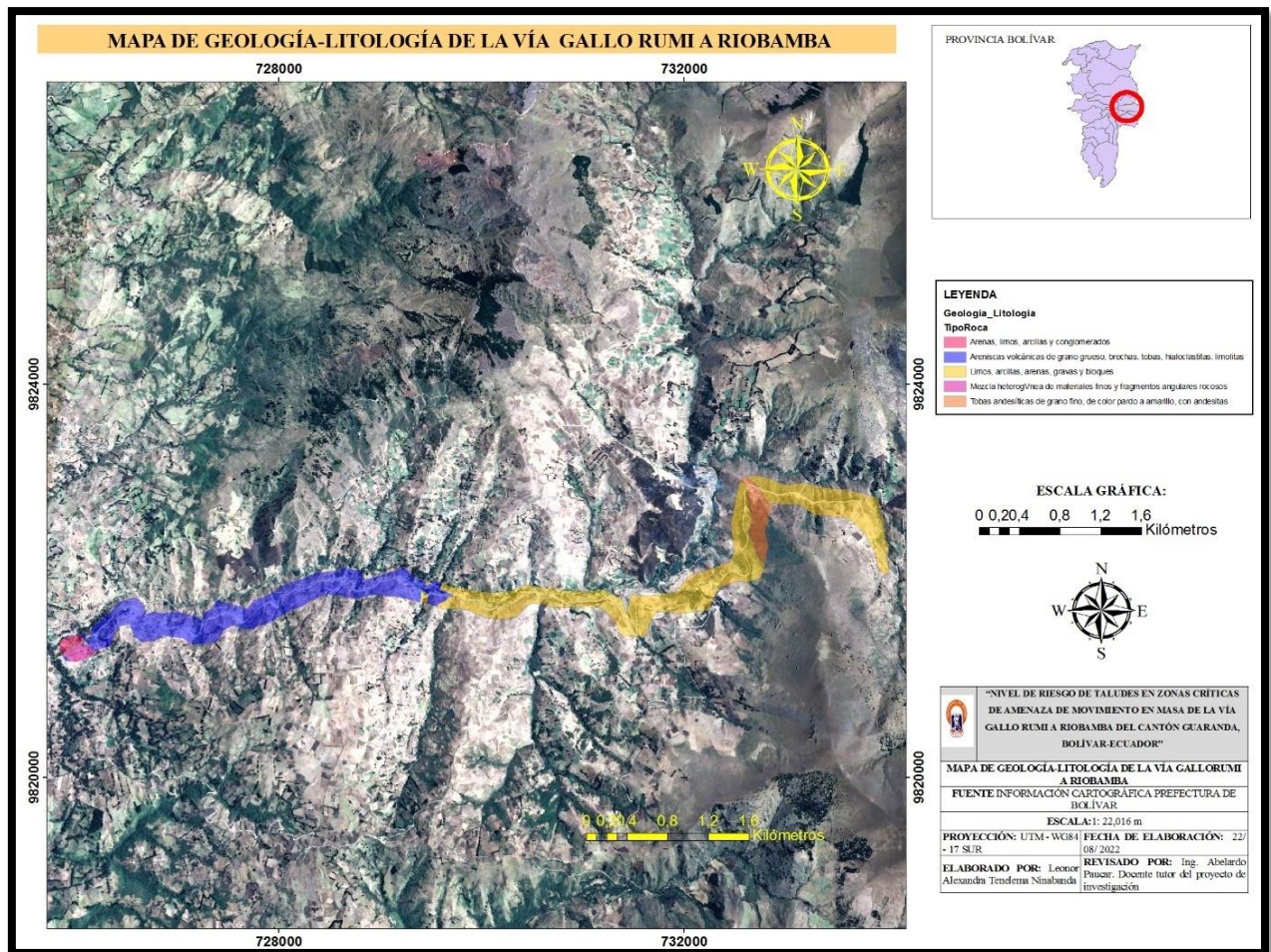
Descripción	Calificación	Valor de indicador	Área (km ²)	%
Arenas, limos, arcillas, y conglomerados.	Moderado	5	0,030	1,21

Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.	Moderado	5	0,950	38,42
Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	Alto	10	1,334	53,94
Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	Moderado	5	0,036	1,46
Tobas andesíticas de grano fino, de color pardo a amarillo, con andesitas porfiríticas interestratificadas	Moderado	5	0,123	4,97
grano fino, de color pardo a amarillo, con andesitas porfiríticas interestratificadas				
Total			2,473	100

Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Mapa 4. Mapa de Geología-Litología de la vía Gallo Rumi a Riobamba



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

4.1.3. Factor Geomorfología

Procedimos a editar los shapefiles que se ha logrado obtener de la Gad Provincial de Bolívar, para el presente factor condicionante geomorfología, se puede evidenciar en el sector de estudio barrancos, la presencia de coluvión aluviales antiguos y coluvión antiguos, depósitos de deslizamiento, masa deslizada, relieve volcánico colinado muy alto, valle fluvial, vertiente abrupta, vertiente abrupta con fuerte disección, vertiente heterogenia que la que predomina, su valor de indicador es de 5, ocupa 0,659 km² equivalente a un 26,65% del área, y también cuenta con vertiente rectilínea, como podemos observar en la siguiente tabla.

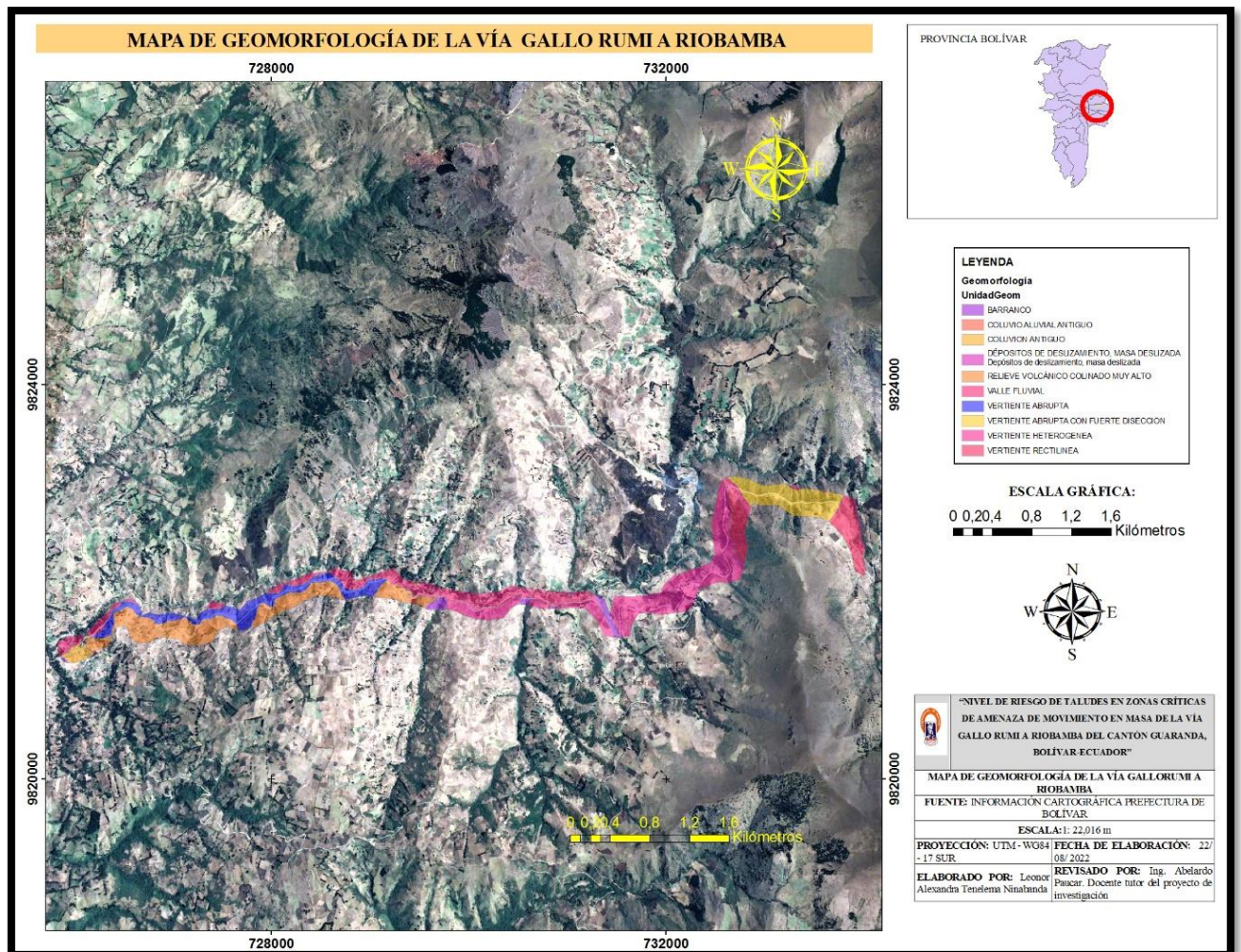
Tabla 13. Descripción de la Geomorfología

Descripción	Valor de indicador	Área (km ²)	%
Barranco	10	0,061	2,50
Coluvión aluvial antiguo	10	0,009	0,36
Coluvión antiguo	10	0,036	1,46
Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	5	0,008	0,32
Relieve volcánico colinado muy alto	7	0,473	19,13
Valle fluvial	5	0,450	18,20
Vertiente abrupta	7	0,289	11,69
Vertiente abrupta con fuerte disección	10	0,258	10,43
Vertiente heterogenia	5	0,659	26,65
Vertiente rectilínea	5	0,229	9,26
Total		2,473	100

Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Mapa 5. Mapa de geomorfología de la vía Gallo Rumi a Riobamba



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

4.1.4. Factor Cobertura Vegetal

Según los datos obtenidos en la cobertura vegetal en la vía Gallo Rumi a Riobamba, se identificó que la mayor parte del sector está cubierto de pastizal con un 51,56% es decir 1,273 km², Paramo con un 20,14% en un área de 0,498km², Vegetación arbusta en un 18,08%, con un área de 0,447km², mosaico agropecuario un 5,54%, y erial/sin cobertura vegetal en un 0,65% equivalente al 0,137km² y 0,016km² respectivamente ambos con valor de indicador 10 el más alto para el presente factor.

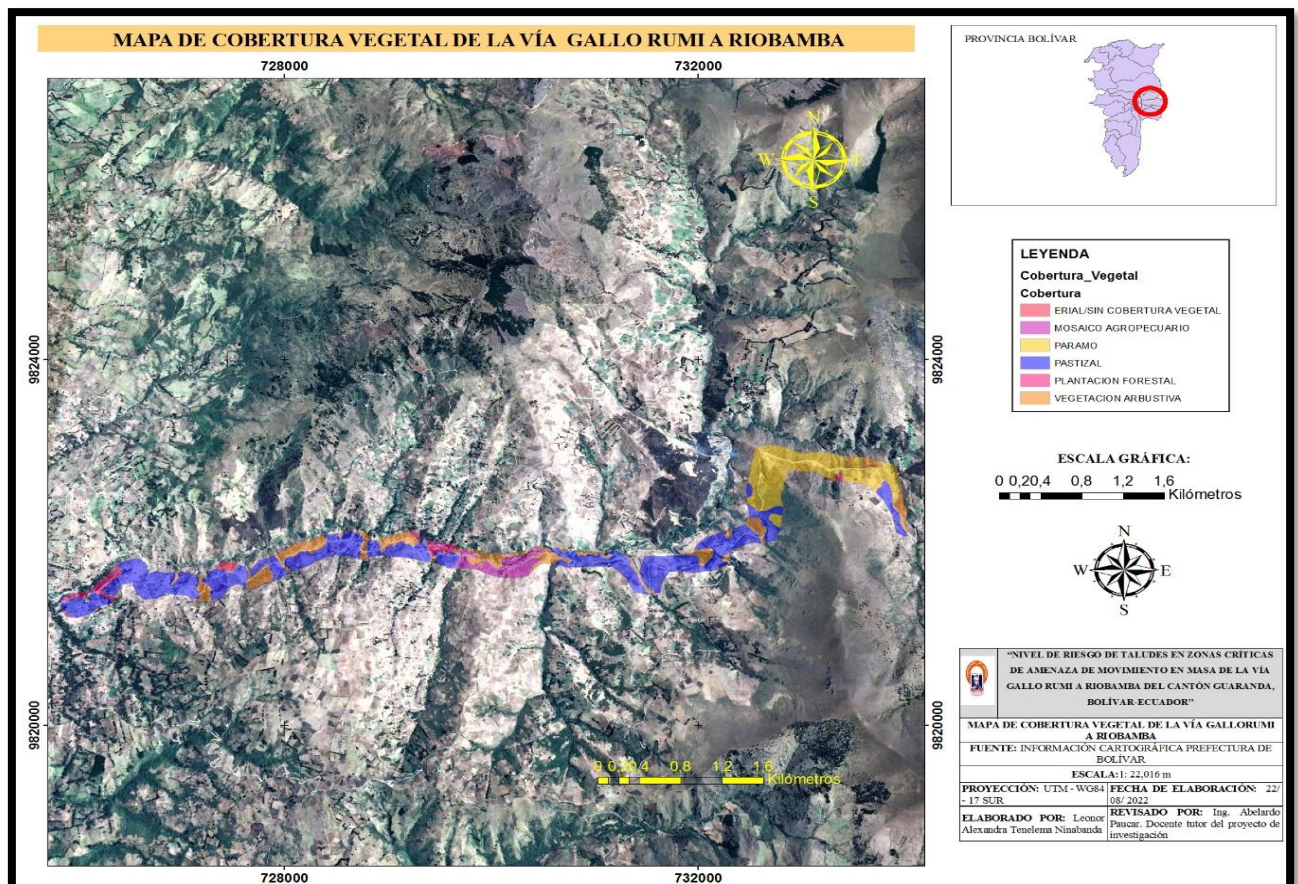
Tabla 14. Descripción de la Cobertura Vegetal

Descripción	Valor de indicador	Área (km ²)	%
Erial/sin cobertura vegetal	10	0,016	0,65
Mosaico Agropecuario	10	0,137	5,54
Paramo	5	0,498	20,14
Pastizal	1	1,275	51,56
Plantación forestal	5	0,100	4,04
Vegetación arbusta	5	0,447	18,08
Total		2,473	100

Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Mapa 6. Mapa de cobertura vegetal de la vía Gallo Rumi a Riobamba



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Los factores detonantes que se identificaron en el sector de estudio son los siguientes.

- ✚ Sismos
- ✚ Precipitación

4.1.5. Factor Sismos

En el presente estudio se pudo determinar que la vía Gallo Rumi a Riobamba, le corresponde una intensidad sísmica de VII, siendo sismos fuertes con un valor de indicador de 7, lo que representa un factor determinante para la ocurrencia de deslizamientos.

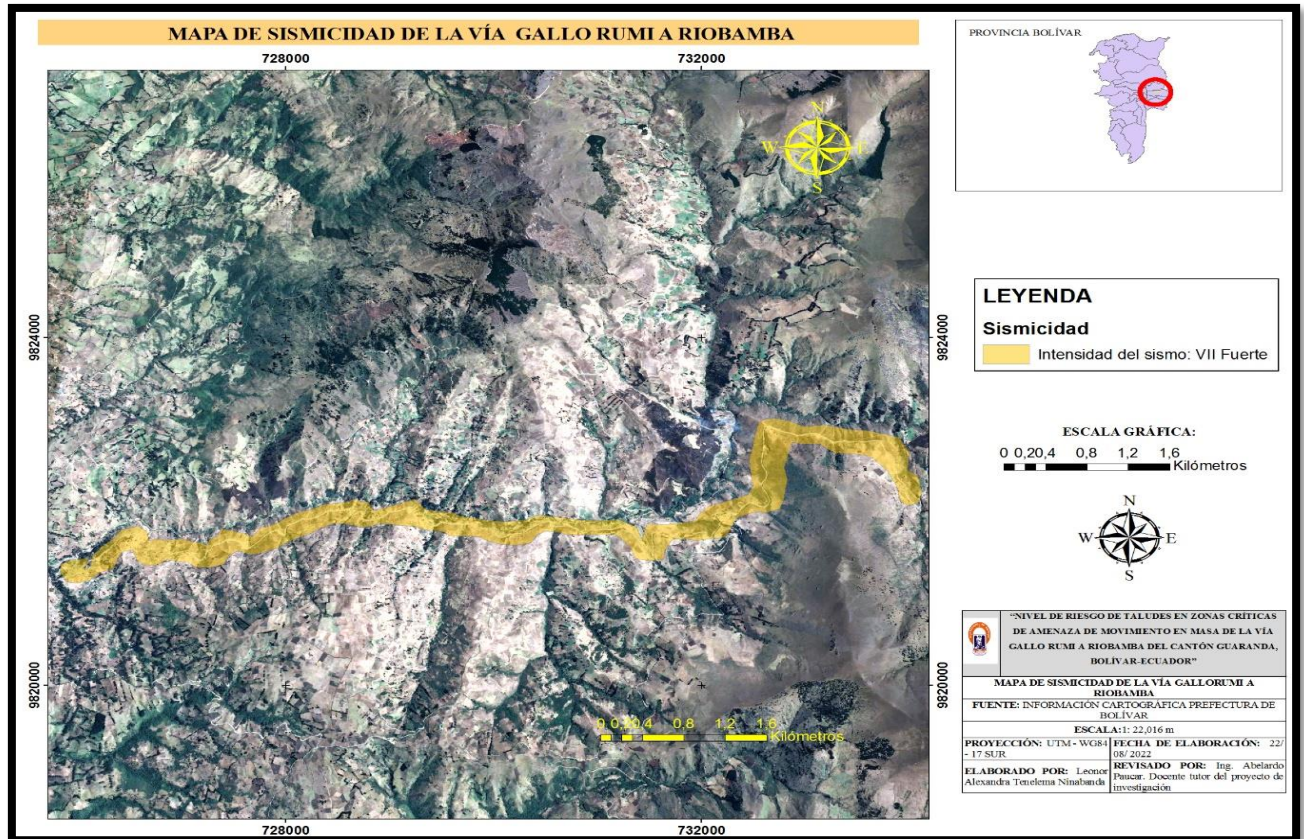
Tabla 2. Descripción de la Sismicidad

Intensidad de sismos	Calificación	Valor de indicador	Área (km ²)	%
VII-VIII	Fuerte	7	2,473	100
Total			2,473	100

Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Mapa7. Mapa de sismicidad de la vía Gallo Rumi a Riobamba



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)
Elaborado por: Tenelema A., 2022

4.1.6. Factor Precipitación

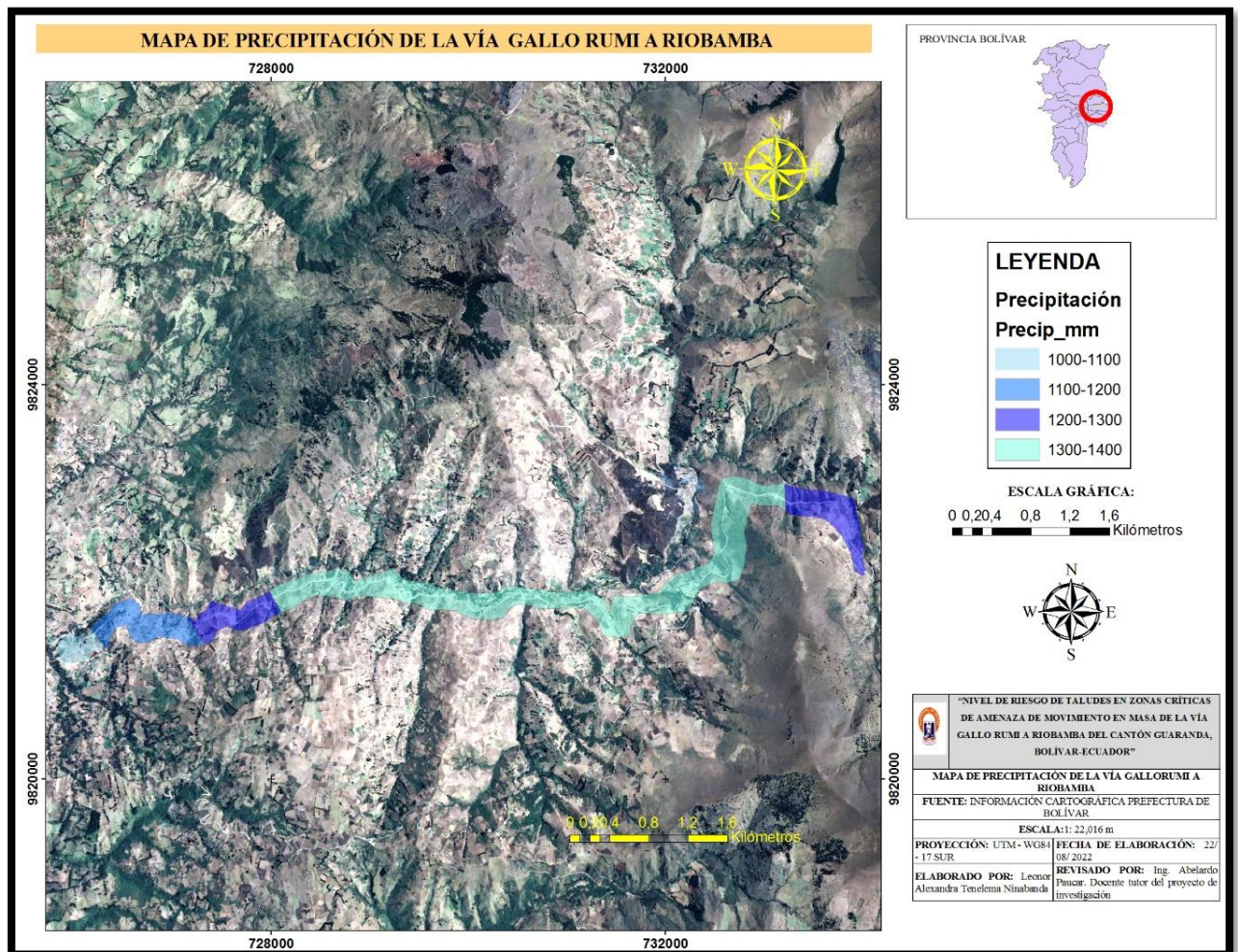
Para este factor detonante que es uno de los principales causantes de los movimientos en masa en el sector de estudio, que es la vía Gallo Rumi a Riobamba, se pudo identificar precipitaciones promedio anuales de 900-1200 mm, en un área de 0,389km² y de 1200-1500 mm abarca el 2,084km², que corresponde el valor de indicador de 3 y 7, lo cual representa un peligro significativo para la ocurrencia de deslizamientos.

Tabla 3. Descripción de la Precipitación

Descripción	Valor de indicador	Área (km ²)	%
900-1200 mm	3	0,389	15,73
1200-1500 mm	7	2,084	84,27
Total		2,473	100

Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)
Elaborado por: Tenelema A., 2022

Mapa8. Mapa de precipitación de la vía Gallo Rumi a Riobamba



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Una vez obtenidos los mapas de los factores condicionantes y detonantes como son: pendiente, geología-litología, geomorfología, cobertura vegetal, sismos y precipitación, se realiza un cruce de variables para proceder a determinar el nivel de amenaza ante los movimientos de masa en la vía Gallo Rumi a Riobamba, aplicando la fórmula final de la metodología de Mora Vahrson.

Podemos evidenciar en la zona de estudio la misma que abarca un área de 2,473 km², predomina en un 45,53% una susceptibilidad alta a movimientos en masa, es decir 1,126 km² de su área total, siguiendo la susceptibilidad media con un 36,39% correspondiente a 0,900 km² y finalmente un 18,08% para la susceptibilidad baja con 0,447 km² de su área total.

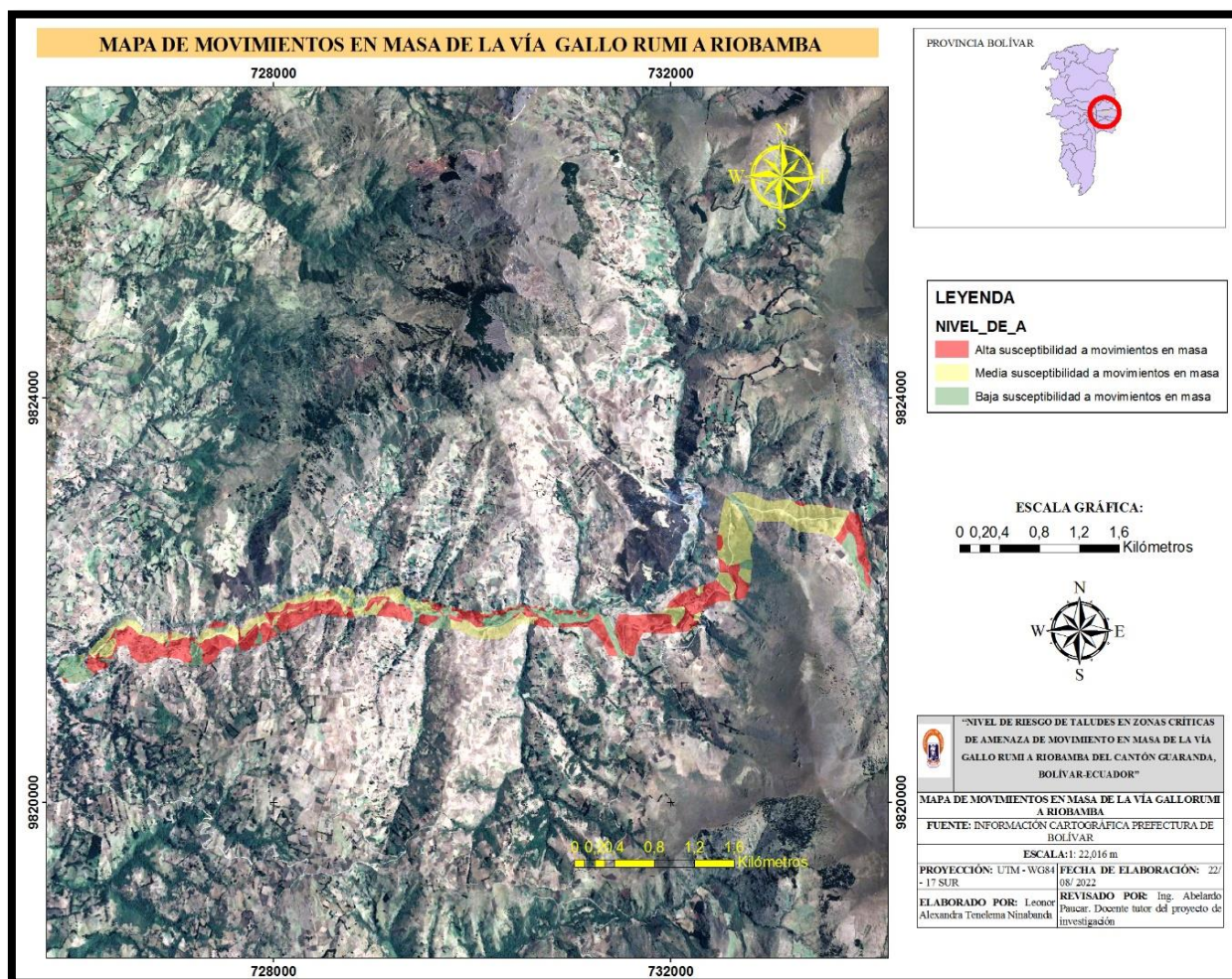
Tabla 4. Niveles de amenaza de movimientos en masa de la vía Gallo Rumi a Riobamba

Nivel de Amenaza	Área (km ²)	%
Baja	0,447	18,08
Media	0,900	36,39
Alta	1,126	45,53
Total	2,473	100

Fuente: (SNGRE, 2019)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Mapa 9. Mapa de movimientos en masa de la vía Gallo Rumi a Riobamba



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

4.2. Resultados según objetivo 2: Determinar el nivel de riesgo de taludes en zonas críticas de amenaza de movimiento en masa de la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda.

Para realizar el análisis y determinar el nivel de riesgo, se ha escogido 5 taludes, los mismos que presentan una pendiente muy pronunciada, en algunos existen desagües provenientes de las viviendas, a base de tubos generalmente de PVC que son utilizados para desfogues de aguas.


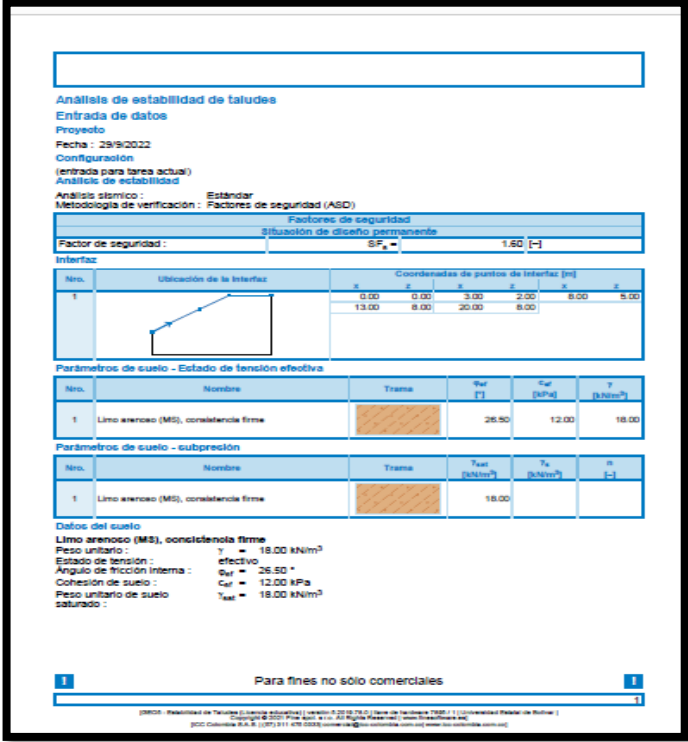









Se realizó el trabajo primeramente de escritorio, utilizando el programa Google Earth donde se agregó el polígono de la zona de estudio para crear una ruta con la mayor cantidad de puntos, estos nos ayudaran a identificar las curvas de nivel, mediante la página de internet GPS Visualizer se transforma la ruta de archivo kml, en un archivo GPX. En el programa Arc Gis se procede a insertar el archivo GPX, posterior se procede a crear un tin con el archivo insertado, el cual representa la morfología del lugar, luego con el archivo resultante del proceso anterior, se utiliza la herramienta Tin Contour, esta herramienta sirve para adaptar la extensión y la resolución utilizamos un intervalo de 1 metro para poder apreciar de mejor manera las curvas de nivel, finalmente se interseca el sector de estudio con las

curvas de nivel obtenidas para poder trabajar en el mismo. Para obtener los puntos de medición en longitud (x) y altitud (z), se utilizaron las curvas de nivel y las líneas de medición trazadas a lo largo de los taludes, estos puntos servirán para la digitalización de los taludes en el software GEO5. La imagen de lo mencionado se puede evidenciar en el ítem 8.1. Anexo 2.

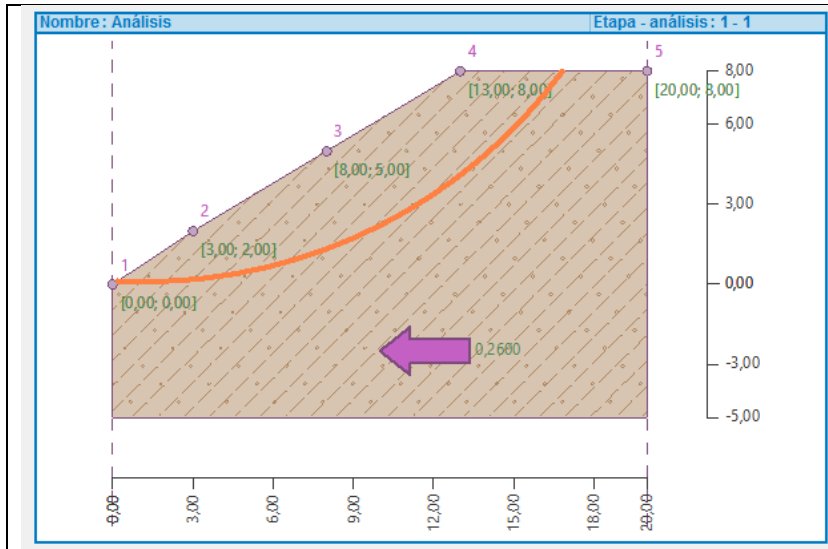
Análisis del grado de estabilidad de los taludes en el Software GEO5 mediante el método Bishop

Para analizar la estabilidad de los taludes existen una serie de métodos como son Fellenius/Petterson, Spencer, Jambu, Morgenstern-Price. Se utilizó el método Bishop basado en el método de rebanadas, por ser el más completo para analizar la estabilidad de un talud, y se sigue utilizando como el de mayor uso desde su creación hasta la actualidad, incrementándose aún más con la incorporación de herramientas computacionales.

Tabla 18. Resultados de grado de estabilidad de los taludes de la vía Gallo Rumi a Riobamba

Resultados del grado de estabilidad de los taludes situados en la vía Gallo Rumi a Riobamba																																																							
Descripción-Taludes	Datos ingresados-Resultados																																																						
<p>Talud-1</p> 	<p style="text-align: center;">Coordenadas: X: 0726640 Y: 9821459</p>  <p>Análisis de estabilidad de taludes Entrada de datos Proyecto: Fecha: 29/9/2022 Configuración (entrada para tarea actual) Análisis de estabilidad Análisis sísmico: Estándar Metodología de verificación: Factores de seguridad (ASD)</p> <p style="text-align: right;">Factores de seguridad</p> <p style="text-align: right;">Situación de diseño permanente</p> <p>Factor de seguridad: $SF_{pm} = 1.60$ [-]</p> <p>Interfaz</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nro.</th> <th rowspan="2">Utilización de la Interfaz</th> <th colspan="6">Coordenadas de puntos de Interfaz [m]</th> </tr> <tr> <th>x</th> <th>z</th> <th>x</th> <th>z</th> <th>x</th> <th>z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>3.00</td> <td>2.00</td> <td>8.00</td> <td>5.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>13.00</td> <td>0.00</td> <td>20.00</td> <td>0.00</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nro.</th> <th>Nombre</th> <th>Tramo</th> <th>γ_{sat} [kN/m³]</th> <th>c_{int} [kPa]</th> <th>ϕ [°]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Limo arenoso (MS), consistencia firme</td> <td></td> <td>26.50</td> <td>12.00</td> <td>18.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>Parámetros de suelo - subpresión</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nro.</th> <th>Nombre</th> <th>Tramo</th> <th>γ_{sat} [kN/m³]</th> <th>γ_u [kN/m³]</th> <th>n [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Limo arenoso (MS), consistencia firme</td> <td></td> <td>18.00</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Datos del suelo Limo arenoso (MS), consistencia firme Peso unitario: $\gamma = 18.00$ kN/m³ Estado de tensión: efectivo Ángulo de fricción interna: $\phi_{int} = 26.50$ ° Cohesión de suelo: $c_{int} = 12.00$ kPa Peso unitario de suelo saturado: $\gamma_{sat} = 18.00$ kN/m³</p> <p style="text-align: center;">Para fines no sólo comerciales</p>	Nro.	Utilización de la Interfaz	Coordenadas de puntos de Interfaz [m]						x	z	x	z	x	z	1		0.00	0.00	3.00	2.00	8.00	5.00			13.00	0.00	20.00	0.00			Nro.	Nombre	Tramo	γ_{sat} [kN/m³]	c_{int} [kPa]	ϕ [°]	1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00	Nro.	Nombre	Tramo	γ_{sat} [kN/m³]	γ_u [kN/m³]	n [-]	1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		
Nro.	Utilización de la Interfaz			Coordenadas de puntos de Interfaz [m]																																																			
		x	z	x	z	x	z																																																
1		0.00	0.00	3.00	2.00	8.00	5.00																																																
		13.00	0.00	20.00	0.00																																																		
Nro.	Nombre	Tramo	γ_{sat} [kN/m³]	c_{int} [kPa]	ϕ [°]																																																		
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00																																																		
Nro.	Nombre	Tramo	γ_{sat} [kN/m³]	γ_u [kN/m³]	n [-]																																																		
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00																																																				

En el presente talud se observan viviendas, además tubos de desagües generalmente de PVC, para desfogues de aguas de las mismas lo que genera mayor peligro para sus habitantes, y por ser una vía principal, tiene gran movimiento vehicular.



Superficie de deslizamiento circular ingresada para el análisis

Centro	X=8,42 m	Z=14,44 m
Radio	R=10,50 m	
Ángulos	-10.42 °	52,17°

Resultado Factor se seguridad

El factor de seguridad=1,13 < 1,60

Estabilidad de talud **no aceptable**

Asignación y superficies		Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
Nro.	Posición de superficie	x	z	x	z	
1		13,00	8,00	8,00	5,00	Limo arenoso (MS), cohesión firme
		3,00	2,00	0,00	0,00	
		0,00	-8,00	20,00	-8,00	
		20,00	8,00			

Agua
Tipo de agua : Sin presencia de agua
Grieta de tracción
No se ha introducido la grieta de tracción.
Sismo
Coeficiente sísmico horizontal : $K_h = 0,26$
Coeficiente sísmico vertical : $K_v = 0,00$
Configuraciones de la etapa de construcción
Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)
Análisis 1
Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 1,20 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 = -2,99 [^\circ]$
	z = 19,50 [m]		$\alpha_2 = 53,65 [^\circ]$
Radio :	R = 19,40 [m]		

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
Suma de fuerzas activas : $F_a = 499,86 \text{ kNm}$
Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 566,82 \text{ kNm}$
Momento de deslizamiento : $M_d = 9697,25 \text{ kNm/m}$
Momento estabilizador : $M_e = 10996,31 \text{ kNm/m}$
Factor de seguridad = 1,13 < 1,60
Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

1 Para fines no sólo comerciales 1

(2023) - Facultad de Taludes (Licenciatura) | Versión 0.2023.0 | Base de Datos T102-1 | Universidad Estatal de Bolívar |
 Copyright © 2023 - Financiado por el M. C. R. de Bolivia (Financiado por el M. C. R. de Bolivia) |
 CCC Colombia S.A.S. | (57) 311 478 0000 | correo@ccc-colombia.com.co | www.ccc-colombia.com.co

Talud-2



Se observa un talud con una pendiente bien pronunciada la cual ha perdido su vegetación a causa de los deslizamientos.

Coordenadas: X: 0727735 Y: 9821634

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Fecha : 29/9/2022

Configuración

(Entrada para tarea actual)

Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	$SF_{p} = 1.50 [-]$

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	y	x	y	x	y
1		0.00	0.00	3.00	3.00	6.00	6.00
		11.00	10.00	20.00	10.00		

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_u [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

Datos del suelo

Limo arenoso (MS), consistencia firme

Peso unitario : $\gamma = 18.00$ kN/m³

Estado de tensión : efectivo

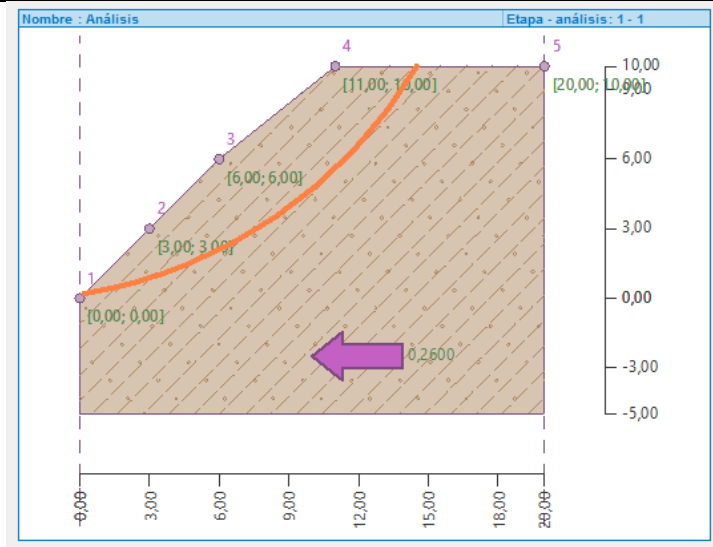
Angulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 26.50$ °

Cohesión de suelo : $c_{ef} = 12.00$ kPa

Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 18.00$ kN/m³

Para fines no sólo comerciales

(BOL) - Facultad de Taludes (Lima) - versión 7.20 (8.76.0) (Sera de Software TSD 1.1) (Universidad Estatal de Bolívar)
Copyright © 2022. Todos los derechos reservados. (Lima) (Bolivia) (BOL)
JCC Colombia S.A.S. | (P) 011 478 0000 | correo@jcccolombiasas.com.co | www.jcccolombiasas.com.co



Superficie de deslizamiento circular ingresada para el análisis

Centro	X=6,48 m	Z=15,95 m
Radio	R=10,92 m	
Ángulos	-7.18 °	56,58°

Resultado Factor se seguridad

El factor de seguridad=0,88 < 1,60

Estabilidad de talud **no aceptable**

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado
		x	z	x	z	
1		11,00	10,00	6,00	6,00	Línea aleatoria (M5), constancia firme
		3,00	3,00	0,00	0,00	
		0,00	-8,00	20,00	-8,00	
		20,00	10,00			

Agua
Tipo de agua : Sin presencia de agua
Grieta de tracción
No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo
Coeficiente sísmico horizontal : $K_h = 0.25$
Coeficiente sísmico vertical : $K_v = 0.00$

Configuraciones de la etapa de construcción
Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)
Análisis 1
Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = -3.18 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 = 9.43 [^\circ]$
	z = 20.47 [m]		$\alpha_2 = 59.39 [^\circ]$
Radio :	R = 20.56 [m]		

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
Suma de fuerzas activas : $F_a = 560.50$ kNm
Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 493.76$ kNm
Momento de deslizamiento : $M_d = 11525.95$ kNm/m
Momento estabilizador : $M_e = 10151.77$ kNm/m
Factor de seguridad = 0.88 < 1.60
Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Para fines no sólo comerciales

[2023 - Universidad de Talca (Entidad adherida) - Versión 0.2023.01.01 - Base de Software TSSM 1] [Universidad Estatal de Bolívar -
Copyright © 2023 - Fin. Aut. s.c. - All Rights Reserved - www.uebolivar.edu.ec]
[CC] Colombia S.A.S. [005] 311 478 0000 | www.uebolivar.edu.ec | www.uebolivar.com.ec

Talud-3



Este talud presenta una pendiente rocosa la cual es muy peligrosa para la vía, porque desprende rocas.

Coordenadas: X: 0728111 Y: 9821886

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Fecha : 29/9/2022

Configuración
(entrada para tarea actual)

Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	GF _o = 1.50 [-]

Interfaz

Nro.	Utilización de la Interfaz	Coordenadas de puntos de Interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	2.00	2.00	4.00	5.00
		11.00	10.00	25.00	10.00		

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	q _{ult} [t]	c _{ult} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		25.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	T _{sat} [kN/m ²]	T _e [kN/m ²]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

Datos del suelo

Limo arenoso (MS), consistencia firme

Peso unitario : γ = 18.00 kN/m³

Estado de tensión : efectivo

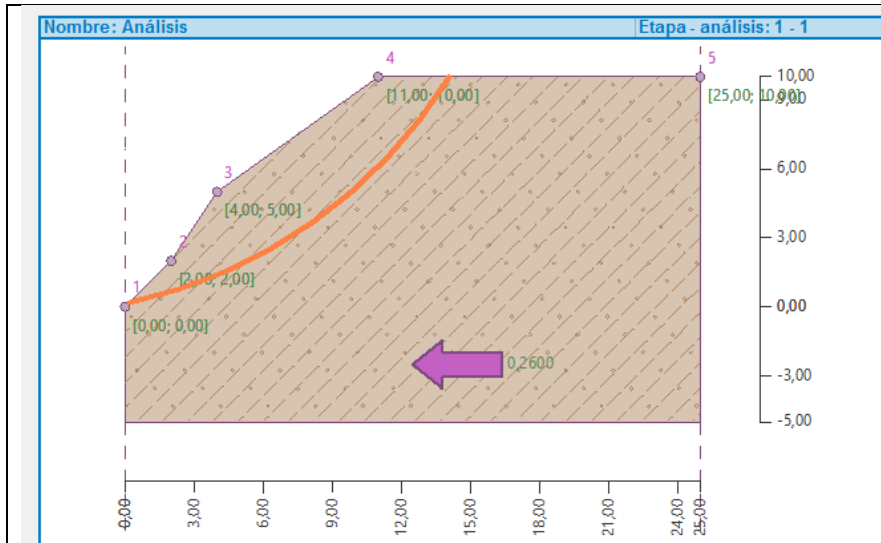
Ángulo de fricción interna : φ_{ult} = 26.50 °

Cohesión de suelo : c_{ult} = 12.00 kPa

Peso unitario de suelo saturado : T_{sat} = 18.00 kN/m³

Para fines no sólo comerciales

©2022 - Resúmenes de Taludes (Licencia educativa) | Versión 0.22.02.75.0 | (Instituto Tecnológico de Bolívar) | Universidad Estatal de Bolívar | Copyright © 2022. Para fines no comerciales. Todos los derechos reservados. | JCC Colombia S.A.S. | (07) 311 478 0333 | contacto@jcccolombiasas.com | www.jcccolombiasas.com



Superficie de deslizamiento circular ingresada para el análisis

Centro	X=8,22 m	Z=11,67 m
Radio	R=10,87 m	
Ángulos	-32,70 °	81,16°

Resultado Factor se seguridad

El factor de seguridad=0,86 < 1,60

Estabilidad de talud **no aceptable**

Asignación y superfoles

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		11,00	10,00	4,00	5,00	Limo arenoso (M5), consistencia firme
		2,00	2,00	0,00	0,00	
		0,00	-5,00	25,00	-5,00	
		25,00	10,00			

Agua
Tipo de agua : Sin presencia de agua
Grieta de tracción
No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo
Coeficiente sísmico horizontal : $K_h = 0,25$
Coeficiente sísmico vertical : $K_v = 0,00$

Configuraciones de la etapa de construcción
Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)
Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = -4,39 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 = 12,16 [^\circ]$
	z = 21,43 [m]		$\alpha_2 = 58,26 [^\circ]$
Radio :	R = 21,73 [m]		

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
Suma de fuerzas activas : $F_a = 550,89$ kN/m
Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 475,84$ kN/m
Momento de deslizamiento : $M_d = 11970,78$ kN/m
Momento estabilizador : $M_s = 10339,99$ kN/m
Factor de seguridad = 0,86 < 1,50
Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Para fines no sólo comerciales

[2020] Facultad de Taludes (Ingeniería de Taludes) versión 2.2018 (18.0) (Escuela de Taludes T1801) (Universidad Estatal de Bolívar)
Copyright © 2020. Todos los derechos reservados. www.taludes.com.ec
GCC Colombia S.A.S. (051) 311 475 0333 contacto@taludes.com.ec www.taludes.com.ec

Talud-4



Talud de gran magnitud que al desprenderse provoca taponamiento de la vía que dificulta la circulación vehicular.

Coordenadas: X:0728485 Y: 9821988

Análisis de estabilidad de taludes
Entrada de datos
 Proyecto:
 Fecha : 29/9/2022
 Configuración
 (entrada para tarea actual)
 Análisis de estabilidad
 Análisis sísmico : Estándar
 Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	SF _o = 1.50 [-]

Interfaz

Nro.	Utilización de la Interfaz	Coordenadas de puntos de Interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	4.00	2.00	9.00	5.00
		20.00	12.00	26.00	12.00	36.00	12.00

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	ϕ_{ul} [°]	c_{ul} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

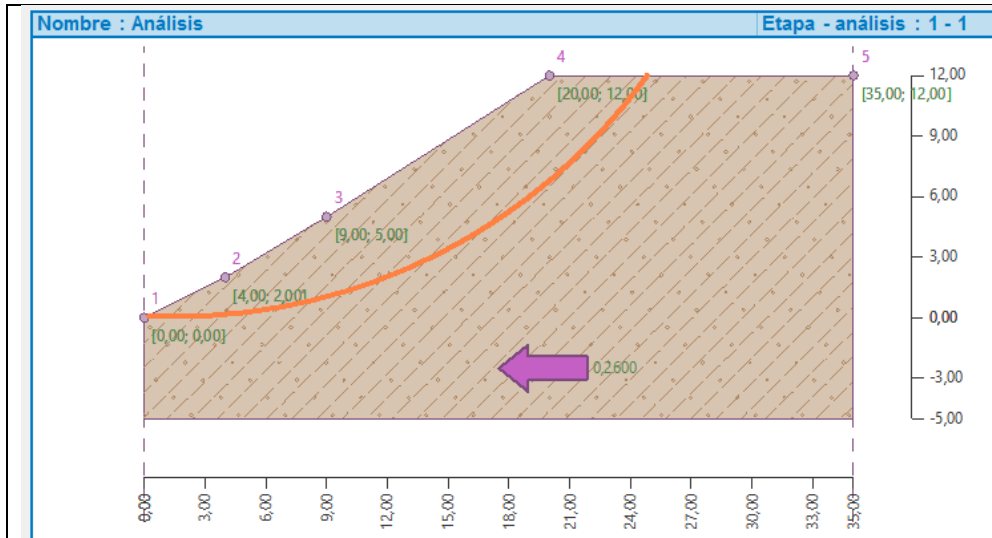
Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_u [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

Datos del suelo
 Limo arenoso (MS), consistencia firme
 Peso unitario : $\gamma = 18.00$ kN/m³
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : $\phi_{ul} = 26.50$ °
 Cohesión de suelo : $c_{ul} = 12.00$ kPa
 Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 18.00$ kN/m³

1 Para fines no sólo comerciales 1

(2003) - Estabilidad de Taludes (Lectura actualizada) Versión 0.2010.75.0 (Base de Software TSD) | (Universidad Federal de Riohacha) |
Copyright © 2002 - 2014 Geo. Ing. Dr. R. Rojas Flores (r.flores@unifr.edu.ec) | www.unifr.edu.ec
(2002) Colombia S.A.S. | (57) 311 478 0000 | www.100.com | www.colombiasas.com | www.unifr.edu.ec



Superficie de deslizamiento circular ingresada para el análisis

Centro	X=17,29 m	Z=12,08 m
Radio	R=11,02 m	
Ángulos	-49.60 °	89,58°

Resultado Factor se seguridad

El factor de seguridad=0,98 < 1,60

Estabilidad de talud **no aceptable**

Asignación y superfielos

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		25,00	12,00	20,00	12,00	
		9,00	5,00	4,00	2,00	
		0,00	0,00	0,00	-5,00	
		35,00	-5,00	35,00	12,00	

Agua
 Tipo de agua : Sin presencia de agua
 Grieta de tracción : No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo
 Coeficiente sísmico horizontal : $K_h = 0,25$
 Coeficiente sísmico vertical : $K_v = 0,00$

Configuraciones de la etapa de construcción
 Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)
 Análisis 1
Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 17,29 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 = -49,60$ [°]
	z = 12,08 [m]		$\alpha_2 = 89,58$ [°]
Radio :	R = 11,02 [m]		

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
 Suma de fuerzas activas : $F_a = 1015,99$ kN/m
 Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 997,24$ kN/m
 Momento de deslizamiento : $M_d = 29138,62$ kNm/m
 Momento estabilizador : $M_s = 28600,95$ kNm/m
 Factor de seguridad = 0,98 < 1,60
Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

1 Para fines no sólo comerciales 1

2

©2021, Estabilidad de Taludes (Análisis de Taludes) | Versión 1.20 (18.78.0) | (Universidad Estatal de Bolívar)
 Copyright © 2021. Financiado por el gobierno de Ecuador. Todos los derechos reservados.
 GEO Colombia S.A.S. | (57) 311 476 0000 | contacto@geo-colombia.com | www.geo-colombia.com

Talud-5




Podemos observar una pendiente que con las fuertes lluvias provoca que se deslice hacia la vía.

Coordenadas: X:0729115 Y: 9822013


Análisis de estabilidad de taludes
Entrada de datos
 Proyecto:
 Fecha: 29/9/2022
 Configuración
 (entrada para tareas actual)
 Análisis de estabilidad:
 Análisis sísmico: Estándar
 Metodología de verificación: Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad:	SF _a = 1.50 [-]


Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de Interfaz [m]					
		x	y	x	y	x	y
1		0.00	0.00	9.00	3.00	10.00	8.00
		18.00	11.00	25.00	11.00	35.00	11.00

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

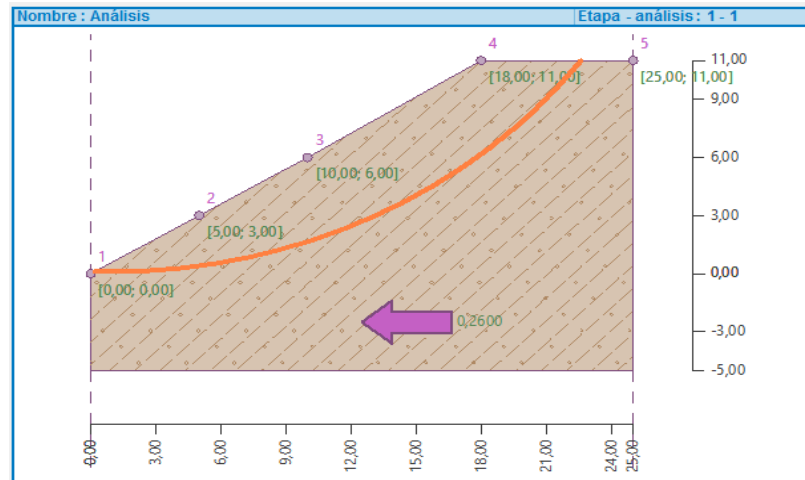
Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	T _{sat} [kN/m²]	T _u [kN/m²]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

Datos del suelo
 Limo arenoso (MS), consistencia firme
 Peso unitario: γ = 18.00 kN/m³
 Estado de tensión: efectivo
 Angulo de fricción interna: φ_{ef} = 26.50 °
 Cohesión de suelo: c_{ef} = 12.00 kPa
 Peso unitario de suelo saturado: T_{sat} = 18.00 kN/m³

Para fines no sólo comerciales

©2023 - Facultad de Taludes (Escuela Educativa) | Versión 0.20 (07/03) | Departamento 7000-11 | Universidad Estatal de Bolívar |
 Copyright © 2023 - Prop. Acad. y Inv. del Registro Federal del Comercio (RFBOL-001)
 BOG Colombia S.A.S. | (57) 911 476 0000 correo: info@uebolivar.com.ec www: uebolivar.com.ec



Superficie de deslizamiento circular ingresada para el análisis

Centro	X=9,94 m	Z=11,77 m
Radio	R=11,43 m	
Ángulos	-33,21°	86,14°

Resultado Factor se seguridad

El factor de seguridad=1,01 < 1,60

Estabilidad de talud **no aceptable**

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado estado
		x	z	x	z	
1		25,00	11,00	18,00	11,00	Limo arenoso (MS), consistencia firme
		10,00	6,00	8,00	3,00	
		0,00	0,00	0,00	-8,00	
		25,00	-8,00	25,00	11,00	

Agua
 Tipo de agua: Sin presencia de agua
 Grieta de tracción: No se ha introducido la grieta de tracción.
 Sismo: Coeficiente sísmico horizontal: $K_h = 0,26$
 Coeficiente sísmico vertical: $K_v = 0,00$

Configuraciones de la etapa de construcción
 Situación de diseño: permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)
 Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro:	x =	1,00 [m]	Ángulos:
	z =	26,86 [m]	
Radio:	R =	26,76 [m]	$\alpha_2 = 53,65 [^\circ]$

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
 Suma de fuerzas activas: $F_a = 862,42$ kN/m
 Suma de fuerzas pasivas: $F_p = 868,51$ kN/m
 Momento de deslizamiento: $M_d = 23078,44$ kNm/m
 Momento estabilizador: $M_e = 23241,36$ kNm/m
 Factor de seguridad = 1,01 < 1,60
Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

1 Para fines no sólo comerciales 1

©2015 - Universidad de Talca (Licencia editorial) | Versión 5.2012.78.0 | Base de Software 7802.1 | Universidad Estatal de Bolívar |
 Copyright © 2015. File: Auto... | All Rights Reserved | www.ingenieros.com
 CCC Colombia S.A.S. | (07) 311 475 0000 | comercial@ingenieros.com.co | www.ingenieros.com.co

Análisis

La vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda el objeto de estudio presenta un terreno irregular y sus pendientes son bien pronunciadas, por lo tanto, está expuesta a movimientos de masa principalmente en la época lluviosa, para realizar su estudio se ha tomado como referencia desde el puente de Tagma hasta el límite de la provincia Bolívar, con una extensión de 12,35 km, donde existe lugares expuestos a movimientos de masa por lo que es necesario realizar la evaluación de la susceptibilidad ante la amenaza y el índice de riesgo para establecer las estrategias de reducción riesgos en los sitios críticos de la vía. Para el presente estudio se utilizó la metodología de Mora Vahrson (2011) y Paucar (2016) para evaluar la susceptibilidad a movimientos en masa en la vía, se consideró los factores condicionantes y detonantes a través del método estadístico para obtener los resultados cualitativos y cuantitativos, esta información se procesó en el software Arc Gis para obtener los mapas de amenaza a movimientos en masa, se obtuvo como resultado que en la zona de incidencia de la vía presenta niveles de amenaza alto con un porcentaje de 45,53%.

Se puede evidenciar que los factores de seguridad resultantes son inferiores al propuesto, es decir presentan ciertos grados de inestabilidad que varía dependiendo del talud, el más precario con un factor de seguridad de 0,86 es el talud-3, lo que significa que es un talud altamente inestable siendo el más peligroso de todos, a su vez el talud-1 es el que se aproxima más al factor de seguridad con 1,13, por lo que es necesario generar ciertas obras de estabilización de taludes en toda la zona de estudio, por estar catalogada como una zona crítica por su inestabilidad a los movimientos de remoción en masa.

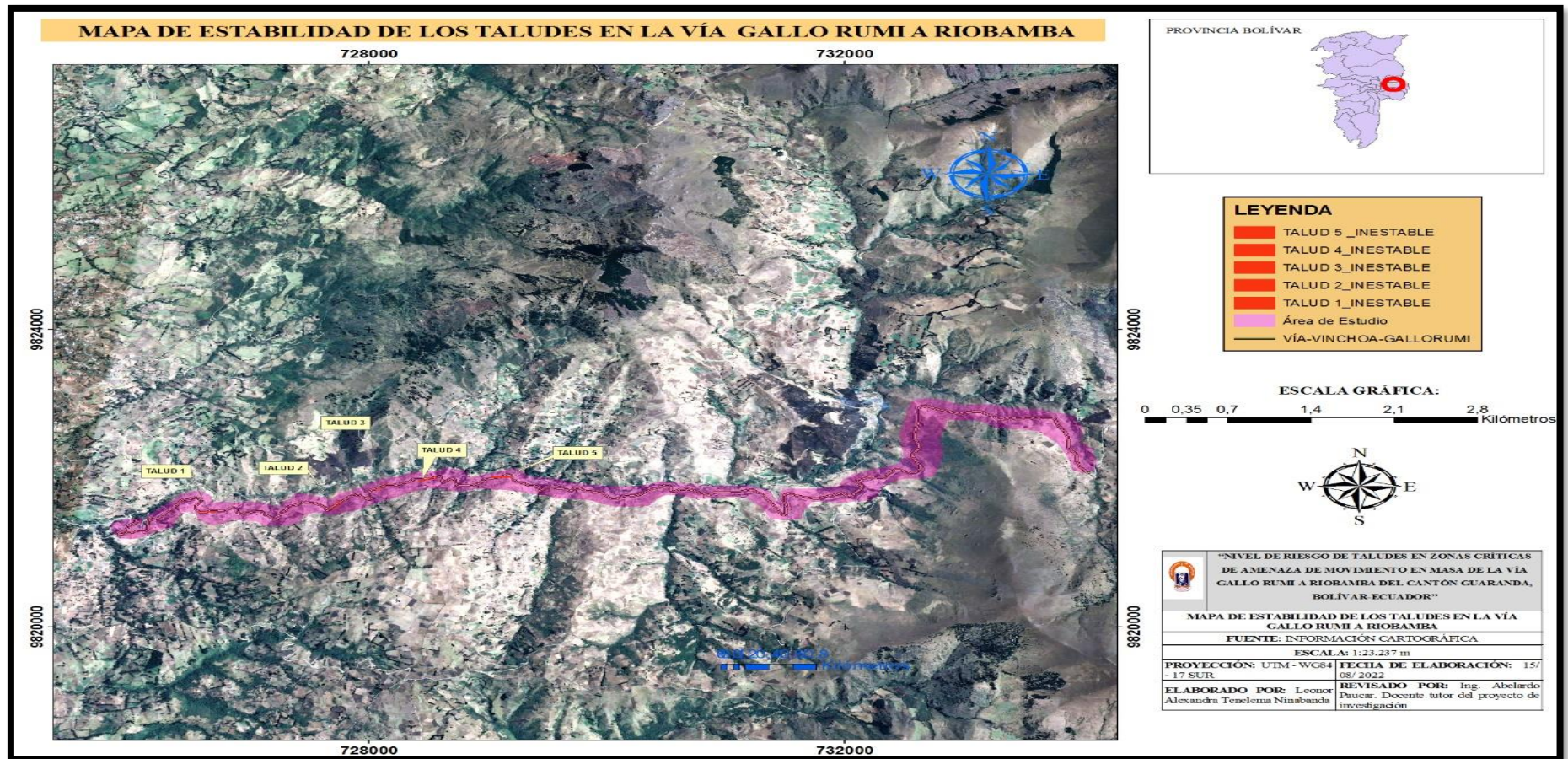
Tabla 5. Nivel de riesgo de los taludes en la vía Gallo Rumi a Riobamba

Taludes	Coordenadas	Grados de estabilidad	Clasificación (Grados de estabilidad de los taludes)
1	X: 0726640 Y: 9821459	1,13	Inestable
2	X: 0727735 Y: 9821634	0,88	Inestable
3	X: 0728111	0,86	Inestable

	Y: 9821886		
4	X: 0728485 Y: 9821988	0,98	Inestable
5	X:0729115 Y: 9822013	1,01	Inestable

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Mapa 10. Mapa de grados de estabilidad de los taludes en la Vía Gallo Rumi a Riobamba



Fuente: (Arc Gis 10.5, 2022)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Con los resultados del análisis del grado de estabilidad del talud, obtenemos los niveles de riesgo para lo es pertinente poner a disposición soluciones que permitan mitigar la ocurrencia de los movimientos en masa, para lo cual debemos tomar en cuenta:

- Determinar el sistema o combinación de sistemas de estabilización más apropiados, teniendo en cuenta las circunstancias del talud estudiado.
- Diseñar en detalle el sistema a emplear, incluyendo planos y especificaciones de diseño.
- Instrumentación y control durante y después de la estabilización. (Paz, 2015)

4.3. Resultados según objetivo 3: Establecer estrategias de reducción de riesgos en zonas críticas de la amenaza de movimiento en masa en la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda.

Unas vez identificadas las zonas críticas a la amenaza de movimientos en masa y el grado de estabilidad de los taludes situados en la vía Gallo Rumi a Riobamba, se proponen las estrategias de reducción de riesgos preventivas, reactivas y correctivas.

4.3.1. Tema: Estrategias de reducción de riesgos a movimientos en masa en la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda.

Justificación

Partiendo del análisis de los principales factores influyentes, mismos que en este caso han sido: factores condicionantes (pendiente, geología-litología, geomorfología y cobertura vegetal) y factores detonantes (sismicidad y precipitación) y los niveles de amenaza de movimientos en masa, así como el nivel de riesgo al que se encuentran expuestos a lo largo de la vía, se procede a plantear y proponer estrategias de reducción de riesgos en base a la necesidad que presenta la zona de estudio.

En la visita de campo al sector de estudio se ha podido apreciar que los habitantes y los usuarios que transitan por la vía Gallo Rumi, se encuentran en zonas altamente susceptibles a movimientos en masa, ya que es una zona con pendientes considerables y con un suelo inestable principalmente en la época lluviosa a causa de las precipitaciones, también identificar que los taludes en la vía son inestables y necesitan obras de mitigación en los mismos.

Por lo expuesto se plantean estrategias de reducción de riesgos ante movimientos en masa con la finalidad que los habitantes de la vía Gallo Rumi adquieran a futuro una cultura de

prevención, preparación y respuesta ante el peligro al que se encuentran expuestos habitualmente.

Objetivos

Objetivo general:

- ✚ Establecer estrategias de reducción de riesgo ante la amenaza de movimientos en masa en la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda, para el fortalecimiento de las acciones de reducción de riesgos ante la ocurrencia de los mismos.

Objetivos específicos:

- ✚ Identificar lineamientos de acción para la reducción de la amenaza de movimientos en masa en la zona de estudio.
- ✚ Diseñar un plan de acción con apoyo de las instituciones competentes.

Estrategias de reducción de riesgos de desastres

Cuando sucede algún tipo de percance en el lugar de estudio, los moradores reciben la asistencia del GAD del cantón Guaranda en la gran mayoría de sus percances.

Lineamientos de Gestión de Riesgos

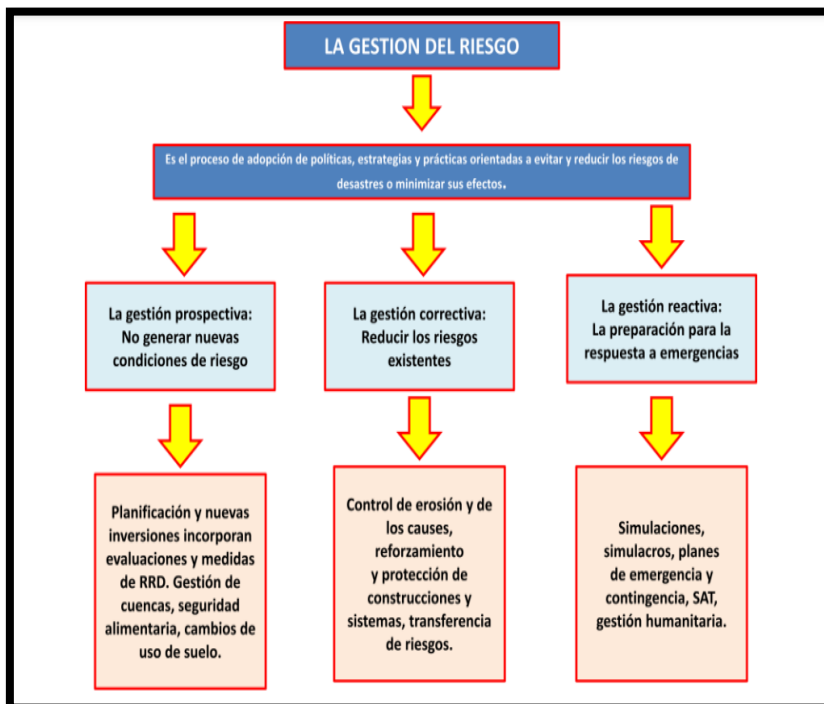
El presente trabajo está orientado a la Gestión de riesgos, misma que comprende diversas áreas que son: análisis de riesgos, reducción de riesgos, manejo de eventos adversos y recuperación. En este caso esas áreas serán tomadas como gestión prospectiva, correctiva y reactiva, de este modo se podrá establecer las respectivas medidas para la reducción de riesgos de desastres.

Gestión Prospectiva: Implica abordar medidas y acciones en la planificación del desarrollo para evitar que se generen condiciones de riesgo.

Gestión correctiva: Se refiere a la adopción de medidas y acciones de manera anticipada para reducir los riesgos ya existentes.

Gestión reactiva: implica la preparación y respuestas a emergencias. (Espinoza, 2014)

Figura 10. Gestión de riesgos y sus etapas



Fuente: (Espinoza, 2014)

Plan de acción de reducción de riesgos a nivel institucional

Tabla 6. Plan de acción de reducción de riesgos a nivel institucional en la Vía Gallo Rumi a Riobamba

Zona de riesgo	Medidas Prospectivas	Medidas correctivas	Medidas reactivas	Aporte/beneficio	Responsables y/o colaboradores	Costo estimado en USD
Vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda	Diseñar una línea base con los eventos peligrosos suscitados en el territorio.	Tener un enfoque cualitativo o cuantitativo para determinar el alcance del riesgo	Reducción del riesgo de desastres y vulnerabilidades.	Vulnerabilidad Física, social y ambiental	GAD Provincial de la Provincia Bolívar. GAD del cantón Guaranda. Moradores de la zona	\$ 1.000
	Realizar la Planificación de Ordenamiento Territorial con la inclusión de Gestión de Riesgos.	Los permisos de construcción deben ser emitidos conjuntamente entre el departamento de planificación y la	Evitar que se construya en lugares de riesgo, que pueda ocasionar pérdidas estructurales	Vulnerabilidad Física	GAD Provincial de la Provincia Bolívar. GAD del cantón Guaranda.	\$ 10.000

		unidad de gestión de riesgos				
	Delimitación y zonificación de las zonas susceptibles ante eventos peligrosos.	Declarar zonas no edificables en los lugares de mayor riesgo de deslizamiento. Estabilización de taludes en las zonas de riesgo. Construcción de muros de contención en la pendiente,	Aplicar políticas estrictas y de cumplimiento al momento de otorgar los permisos de construcción. Estabilizar el talud con perforaciones con anclajes y hormigón lanzado en el talud de la vía.	Vulnerabilidad Física, social y ambiental	GAD Provincial de la Provincia Bolívar. GAD del cantón Guaranda. Ministerio del Ambiente (MAE) Moradores de la zona	\$ 150.000

		<p>Construcción de drenajes para aguas lluvias.</p> <p>Mantener y proteger la vegetación nativa del lugar</p>	<p>Disminuir el nivel de riesgo por deslizamiento.</p> <p>Diseñar un proyecto que ayude a reforestar las zonas de riesgo.</p>			
	<p>Promover una cultura de Gestión de Riesgos local.</p>	<p>Capacitar a la población en términos de gestión de riesgos.</p> <p>Identificar los puntos de encuentro y rutas de evacuación.</p> <p>Organizar a la población y formar</p>	<p>Capacidad de evacuar inmediatamente</p> <p>Activar las brigadas de emergencia comunitaria.</p> <p>Activar el COE, si es necesario, dependiendo de la</p>	<p>Vulnerabilidad, Física, Social y Ambiental</p>	<p>GAD Provincial de la Provincia Bolívar.</p> <p>GAD del cantón Guaranda.</p> <p>Sistema Nacional de Gestión de Riesgos.</p> <p>Moradores de la zona</p>	<p>\$ 15.000</p>

		<p>un comité de emergencia.</p> <p>Realizar simulacros de evacuación.</p> <p>Contar con planes de emergencia y plan de contingencia.</p> <p>Las familias deben tener elaborado un plan de emergencia familiar.</p>	<p>magnitud del evento</p>			
	<p>Elaborar convenios interinstitucionales entre las organizaciones locales y Gestión de Riesgos.</p>	<p>Proyectos de capacitación a la población en gestión de riesgos con entidades de emergencia.</p>	<p>Participación de la población en las capacitaciones.</p> <p>Involucrar a todos los moradores de la</p>	<p>Vulnerabilidad, Física, Social y Ambiental</p>	<p>GAD Provincial de la Provincia Bolívar.</p> <p>GAD del cantón Guaranda.</p>	<p>\$2.000,00</p>

		<p>Proyectos de inclusión económica y social.</p> <p>Proyectos de reforestación.</p> <p>Apoyo social a los moradores de las zonas afectas por deslizamientos</p>	zona a trabajar en conjunto.		<p>Sistema Nacional de Gestión de Riesgos.</p> <p>Moradores de la zona</p>	
Total, de costo estimado						\$183.000

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Tabla 7. Estrategias de reducción de riesgos (Medidas Estructurales y no Estructurales)

Sitio crítico	Índice de riesgo	Grado de estabilidad del talud	Medidas estructurales	Medidas no estructurales	Responsables y/o colaboradores
Talud 1	1,13	Inestable	Drenajes de aguas lluvias y aguas servidas debidamente canalizadas. Colocación de geomembrana Muros de hormigón	Reforestación con árboles nativos de la zona. Limitar la construcción de viviendas	MTOP Bolívar Gad Guaranda Gad Provincial Bolívar
Talud 2	0.88	Inestable	Construcción de muro de hormigón Drenajes de aguas lluvias.	Reforestación con árboles nativos de la zona	MTOP Bolívar Gad Guaranda Gad Provincial Bolívar
Talud 3	0,86	Inestable	Drenajes de aguas lluvias. Colocación de mallas de geomembrana Muros de gavión	Reforestación con árboles nativos de la zona. Tierra armada	MTOP Bolívar Gad Guaranda Gad Provincial Bolívar
Talud 4	0,98	Inestable	Construcción de muros de contención, como puede ser de hormigón, muros de gavión.	Reforestación con árboles nativos de la zona. Evitar la erosión del suelo	MTOP Bolívar Gad Guaranda Gad Provincial Bolívar
Talud 5	1,01	Inestable	Drenajes de aguas lluvias y aguas servidas debidamente canalizadas. Colocación de mallas de geomembrana Hormigón lanzado	Reforestación con árboles nativos de la zona. Limitar la construcción de viviendas.	MTOP Bolívar Gad Guaranda Gad Provincial Bolívar

Elaborado por: Tenelema A., 2022

La institución encargada de realizar el monitoreo, seguimiento y evaluación de la propuesta es el GAD provincial de Bolívar, a través de su unidad de Gestión de Riesgos por encontrarse en el área rural la zona objeto de estudio.

CAPÍTULO V: PROPUESTA METODOLÓGICA/TECNOLÓGICA

En el presente trabajo de investigación de la vía Gallu-Rumi a Riobamba se utilizó la metodología combinada de Mora Varhson 2011 y Paucar 2016, la cual se aplicará el método estadístico para determinar los valores cualitativos y cuantitativos y correlacionar las variables (factores condicionantes y factores detonantes) para generar los mapas de movimientos en masa, también se utilizará el método heurístico, basado en criterios de expertos para establecer valores de indicador que permitirán establecer los niveles de la amenaza a movimientos en masa, e identificar las zonas críticas del lugar, para así poder procesar los datos en el programa Arc Gis y determinar los resultados mediante mapas de niveles de amenaza del sector de estudio de acuerdo a los factores como son los factores condicionantes la pendiente, geología/litología, geomorfología, cobertura vegetal y en los factores detonantes la sismicidad y las precipitaciones.

Una vez identificados los factores que inciden en la ocurrencia de los movimientos en masa, se elaboran los mapas de amenaza.

El nivel de riesgo a movimientos en masa es el producto de los factores condicionantes y de la acción de los factores detonantes, los cuales han sido modificados a partir de la metodología de Mora Vahrson y la detallamos a continuación:

Factores Intrínsecos o Condicionantes

$$S = P * D$$

Donde: S: grado de susceptibilidad a deslizamientos

P: valor producto de la combinación de los factores condicionantes

D: valor de la combinación de los factores detonantes

Los factores intrínsecos o condicionantes se componen de los siguientes parámetros (fórmula 2):

$$P = Pd + P1 + Pg + Pv$$

Donde:

Pd: valor del parámetro de pendiente del terreno

Pl: valor del parámetro de litológica- geológica

Pg: valor del parámetro de geomorfológica

Pv: valor del parámetro cobertura vegetal

Factores Externos o Detonantes

El factor externo o detonante se compone de los siguientes parámetros:

$$D = Ds + Dp$$

Dónde: Ds: valor del parámetro de sismicidad

Dp: valor del parámetro de precipitación

Sustituyendo los parámetros, la ecuación completa se expresa como sigue:

$$S = (Pd + Pl + Pg + Pv) * (Ds + Dp)$$

La sumatoria de los valores de los factores condicionantes y la suma de los factores detonantes, a través de una multiplicación de ambos resultados nos permite obtener como resultado el nivel de riesgo a movimientos en masa, y representarlos de acuerdo a la categoría con su respectivo color de amenaza.

Tabla 8. Criterios de valoración de la amenaza a movimientos en masa

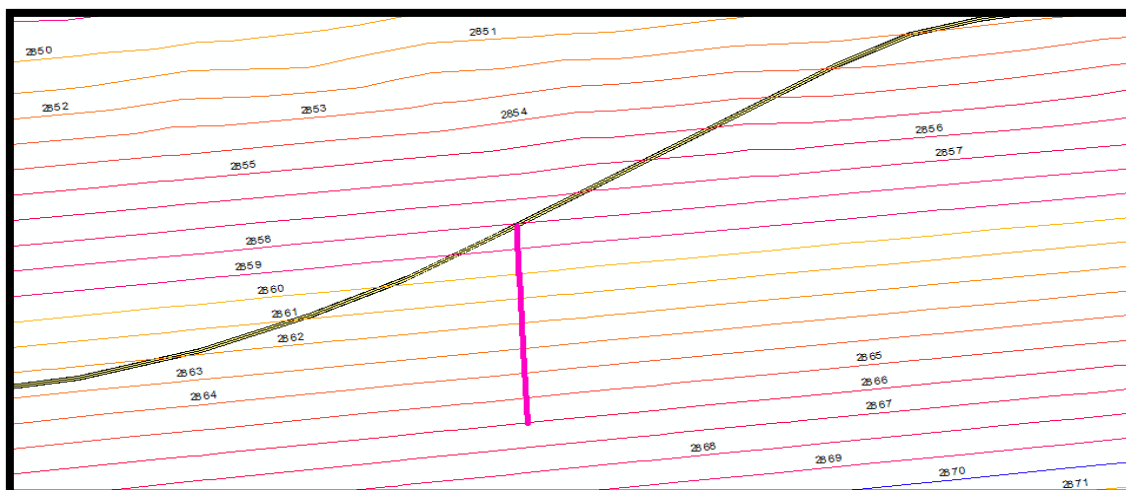
Orden/ clase	Clasificación (Nivel de susceptibilidad)
I	Bajo
II	Medio
III	Alto

Fuente: (SNGRE, 2019)

Elaborado por: Tenelema, A.,

Software GEO5

En el Software GEO5, se insertan puntos de medición en longitud (x) y altitud (z), configurando los rangos entre 20 a 35 metros máximos de longitud dependiendo del talud, para obtener estos puntos en las curvas de nivel creadas, trazamos líneas de medición a lo largo de las curvas y comparamos con las mediciones reales realizadas en el trabajo de campo para digitalizar los taludes.



En el software GEO5 se analizará la estabilidad de los taludes mediante la aplicación del método de Bishop, para el análisis se toman en cuenta parámetros insertados en el programa como son los puntos de medición en longitud y altitud para obtener el diseño de los taludes, el tipo de suelo y coeficiente sísmico horizontal

Para realizar el análisis en el software GEO5 de los taludes en la Vía Gallo Rumi se utilizaron diversos parámetros que sirven para realizar el análisis y saber si el talud de estudio es estable o inestable, según su resultado se puede decir que está en riesgo de producir un movimiento de masa acompañado de los factores detonantes y condicionantes.

Factor de seguridad

Para la configuración del factor de seguridad el cual es el valor numérico de la relación entre:

- a. La resistencia media del suelo a lo largo de la superficie de deslizamiento potencial
- b. La resistencia estrictamente necesaria para mantener el terreno en equilibrio Bishop (1955).

En la norma INEN, en su capítulo 8 denominado geotécnico y cimentaciones, en su sección 9.3 estructuras y sistemas de contención se establece un factor de seguridad indirecto o dependiente mínimo de 1,60 valor numérico referencial en condición de deslizamiento. Un factor de seguridad mayor a 1 indica seguridad ante un fallo.

En base a lo mencionado anteriormente y tomando en cuenta que utilizaremos un coeficiente sísmico horizontal para nuestro proyecto de investigación, además de considerar estudios realizados por expertos, se utilizó un factor de seguridad referencial de 1,60 que será comparado con el resultante del análisis.

Tipo de suelo

Se asignó el tipo de suelo correspondiente a los taludes del área de estudio, el cual es limo arenoso en base al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Guaranda, el software proporciona datos básicos más específicos sobre el tipo de suelo elegido como son: precio unitario, estado de tensión, ángulo de fricción interna, cohesión de suelo, modo de cálculo de supresión y el precio unitario de suelo saturado.

Coefficiente sísmico horizontal

El coeficiente sísmico horizontal es determinado de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), por lo que se tiene la siguiente fórmula

$$kh = 0,6 (amax)/g$$
$$amax = Z \cdot Fa$$

Donde:

Kh= coeficiente sísmico horizontal

amax = aceleración máxima horizontal

Z = factor de zona

Fa= factor de amplificación o reducción dinámica asociado a cada tipo de suelo.

Remplazando datos en la fórmula se obtiene el siguiente resultado:

$$amax = Z * Fa = 1,23 * 0,35 = 0,43$$

$$Kh = 0,6 * ZFa = 0,6 * 0,43 = 0,26$$

Finalmente, en el programa GEO5 ya insertados todos los parámetros se ingresa una falla circular esto gráficamente desde el inicio hasta la punta del talud estos datos generados de la falla circular se insertan textualmente, luego se realiza un análisis mediante el método Bishop será el cual será de optimización para obtener mejores resultados.

Los resultados finales obtenidos del programa GEO5 nos permiten identificar el grado de estabilidad de los taludes, en base al factor de seguridad propuesto y el obtenido en los taludes de estudio.

Para establecer las estrategias de reducción de riesgos se ha establecido la metodología de observación directa a través de las visitas de campo a la zona de estudio y dependiendo del tipo de talud se puede recomendar las medidas prospectivas, correctivas y reactivas, estas medidas sirven para evitar posibles daños que puedan causar los movimientos en masa en la vía Gallo Rumi a Riobamba.

CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENTACIONES

6.1. Conclusiones

- ✚ Los factores condicionantes como son: la pendiente, geología/litología, geomorfología, cobertura vegetal, y los factores detonantes como: la sismicidad y las precipitaciones. la combinación de los factores condicionantes y detonantes tiene un 45,53% una susceptibilidad alta en movimiento de masa, en un área de 1,126 km² en la vía Gallo Rumi a Riobamba.
- ✚ Según el Software GEO5, se usó las curvas de nivel, el tipo de suelo, el factor de seguridad de 1,60, el coeficiente de sismicidad de 0,26, para analizar cada talud. Talud 1 con un factor de seguridad de 1,13, talud 2 factor de seguridad de 0,88, talud 3 factor de seguridad 0,86, talud 4 factor de seguridad de 0,98, talud 5, factor de seguridad de 1,01. Se concluye que el grado de inestabilidad está comprendido en un rango desde 0,86 hasta 1,13, siendo inferior al factor de seguridad de 1,60. La vía Gallo Rumi a Riobamba con un factor de seguridad de 1,13, que significa altamente inestable que es el más peligroso de todos para generar ciertas obras de estabilización en la zona de estudio.
- ✚ Según los niveles de riegos alta de movimientos en masa y con un grado de alta inestabilidad a lo largo de la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda, se plantea estrategias de reducción de riesgos: diseñar una línea base con los eventos peligrosos suscitados en el territorio, realizar la planificación y ordenamiento territorial que incluya a la gestión de riesgos, delimitación y zonificación de las zonas susceptibles ante eventos peligrosos, promover una cultura de gestión de riesgos a

escala local, elaborar convenios interinstitucionales entre las organizaciones locales y Gestión de Riesgos.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda a las instituciones como (MTOP) Ministerio de Transporte y Obras Publica, Municipio de cantón Guaranda que dé seguimiento con las siguientes recomendaciones:

- ✚ Realizar estudios más detallados donde se incluya levantamientos topográficos georreferenciados en toda el área de estudio de la vía Gallo Rumi a Riobamba.
- ✚ Reforestar el área de riesgo con árboles nativos de la zona, esto ayuda a evitar los deslizamientos.
- ✚ Realizar un control sobre los drenajes existentes para que las aguas lluvias y servidas sean canalizadas correctamente.
- ✚ Controlar técnicamente por la autoridad competente respetando las áreas que se encuentran en riesgo.
- ✚ Controlar y evitar los asentamientos humanos ilegales, que por lo general ocupan lugares de riesgo donde construyen viviendas sin las debidas normas de seguridad
- ✚ Contar con planes de emergencia y socializar con la población para que tengan conocimiento de cómo y cuándo evacuar correctamente a su debido tiempo.
- ✚ Construir muros de contención como; muros de hormigón, muros de gaviones, muros con anclajes, hormigón lanzado, colocación de mallas de geomembrana, también se puede optar por hacer la tierra armada que es la mejor forma de restituir el terreno por el deslizamiento.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Albario, C. W. (2021). *Evaluación de susceptibilidad a remoción de masas en la vía Guanujo-Echeandia, parroquia Guanujo, cantón Guaranda, Provincia Bolívar*. Obtenido de tps://traae.cedia.edu.ec/Record/UG_01b1d4a38daa63e17ad8ee74c0fcfc87
- Álvaro F. de Matteis. (Agosto de 2003). *fceia*. Obtenido de <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Estabilidad%20de%20Taludes.pdf>
- Arc Gis 10.5. (2022).
- Asamblea Constituyente. (20 de Octubre de 2008). *Constitución de la república del Ecuador*. Obtenido de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>

- Asamblea Nacional. (28 de Septiembre de 2009). *Ley de seguridad pública y del estado*. Obtenido de http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic5_ecu_panel5_sercopeco_1.3._ley_seg_p%C3%BAblica.pdf
- Barrionuevo R. & Chillo E. (Mayo de 2022). Susceptibilidad ante la amenaza de deslizamientos y estrategias de reducción de riesgos en la vía circunvalación del cantón San Miguel de Bolívar. Guaranda, Bolívar, Ecuador.
- Bustillos Jorge, A. F. (2016). Una breve caracterización de los fenómenos de remoción en masa (FRM): Sigchos - Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Caicedo, A. (2013). *"METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS (SISMOS, DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES) DE LA CIUDAD DE GUARANDA*. Obtenido de <http://190.15.128.197/bitstream/123456789/225/3/TESIS.pdf>
- Congreso Nacional del Ecuador. (10 de Enero de 2007). *Ley orgánica de la defensa nacional*. Obtenido de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/ene15_LEY-ORGANICA-DE-LA-DEFENSA-NACIONAL.pdf
- Constitución de la República. (30 de Septiembre de 2010). *Reglamento a la ley de seguridad pública y del estado*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2018/06/Reglamento-a-la-Ley-de-Seguridad-Publica-y-del-Estado.pdf>
- Constitución de República de Ecuador. (2008). *Elementos constitutivos del estado*. Obtenido de <https://www.asambleanacional.gob.ec>
- Cootad. (19 de Octubre de 2010). *Código orgánico de organización territorial*. Obtenido de <https://www.cpccs.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/cootad.pdf>
- Cootad. (2010). *Ley 0*. Obtenido de <https://www.defensa.gob.ec>
- Espinoza, L. V. (Agosto de 2014). *repositorio.uide.edu.ec*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1613/1/T-UIDE-1115.pdf>
- GAD Guaranda, PDOT. (2020-2025). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Guaranda.
- GAD provincia Bolívar. (14 de Diciembre de 2021). Shapefiles. San Miguel de Bolívar.
- Gad Provincial de Bolívar; Mora Vahrson, 2011. (s.f.).
- Gad Provincial de Bolívar; Paucar, 2016. (s.f.).
- Gemma. (2007). Servicio nacional de geología y minería publicación geológica multinacional no. 4, Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Canada.
- Gustavo, B., Omar, B. S., & Oscar, N. R. (2011). *Efectividad de la Metodología Mora-Vahrson modificada en el caso de deslizamientos provocados*. Costa Rica.
- Hurtado, W., & Nuñez, M. (2019). *Factores de deslizamiento y estrategias de reducción en la microcuenca del río Chazo Juan, provincia Bolívar*. Obtenido de https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UEB_f119ed5f6a2c16e95153fb2fe61595c8
- López, J. D. (2017). *Repositorio*. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1052/1/TESIS%20DE%20SUSCEPTIBILIDAD%20A%20DESLIZAMIETO%20EN%20LA%20CARRETERA%20J%20-%20P%20C.pdf>
- Lucía Avilés Ponce, M. C. (2017). Identificación de amenaza por deslizamientos de tierra mediante información geo-espacial en el cantón Ibarra-Ecuador. Ibarra, Ecuador.
- Ministerio de Finanzas del Ecuador. (20 de Octubre de 2010). *Código orgánico de planificación y finanzas públicas*. Obtenido de https://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/CODIGO_PLANIFICACION_FINAZAS.pdf
- Montenegro, P. K. (18 de Julio de 2016). *Estabilización de taludes*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7023>
- Mora Vahrson, 2011; Paucar, 2016. (s.f.).
- Naciones Unidas. (2016). Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres. *Asamblea General*. España.
- Ochoa, T. M. (Junio de 2019). *PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN INFRAESTRUCTURA VIAL. CASO VÍA LATERAL DE PASO TRAMO LA ARGELIA –BELÉN, PROVINCIA DE LOJA*. Obtenido de <http://www.repositorio,iaen.ec>
- ONU. (2015).
- Paucar, A. (Abril de 2016). Doctorado en desarrollo local y territorio. *Modela para la articulación de la gestión del riesgo en el proceso de ordenamiento Territorial en la ciudad de Guaranda/Ecuador*. Valencia.
- Paz, S. N. (2015). *repositorio.uta.edu.e*. Obtenido de [file:///D:/Downloads/Tesis%20859%20-%20Rojas%20Paz%20Sandra%20Narcisca%20%20\(1\).pdf](file:///D:/Downloads/Tesis%20859%20-%20Rojas%20Paz%20Sandra%20Narcisca%20%20(1).pdf)

- PDOT, cantón San Miguel. (2020-2023). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial San Miguel de Bolívar*. San Miguel.
- PDOT-Cantón Guaranda. (2022-2025).
- Peréz Rolando. & Rojas José. (Diciembre de 2005). *Proyectos realizados orientados a la amenaza de deslizamientos*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp35p438.pdf>
- República del Ecuador Asamblea Nacional. (30 de Junio de 2016). *Ley organica de ordenamiento territorial uso y gestion del suelo*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Ley-Organica-de-Ordenamiento-Territorial-Us-y-Gestion-de-Suelo1.pdf>
- Rivas, W. H., Torrecilla, u. R., Tica, S., & María Edna Vidaurre, W. T. (2007). *Guía para la gestión local de riesgo por DESLIZAMIENTOS*. El Salvador.
- Robert Poveda, Oscar Rodríguez & Michael Rosas. (2020). *Análisis comparativo de los métodos utilizados para el cálculo del factor de seguridad del talud ubicado en el sector portal de la martinica de la ciudad de ibagué*. Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/33518/1/2020_M%C3%A9todos_Utilizados_C%C3%A1culo.pdf
- Rodríguez, M. (28 de Octubre de 2016). *Variables socioemocionales y bienestar psicológico en personas mayores*. Obtenido de <https://revista.infad.eu/index.php/IJODAEP/article/view/552>
- Rodríguez, M. C. (2019). *evaluación del riesgo por movimientos de remoción en masa activados por procesos de precipitación, estudio de caso vía Chagualá - Quindío. año 2019*. Obtenido de <http://www.researchgate.net/publication/338779658...>
- Salgado, R. A., Velásquez, S., & Faustino., F. J. (2005). Obtenido de http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/5778/Analisis_integral_del_riesgo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Servicio Nacional de Contratación Pública. (21 de Agosto de 2018). *Ley orgánica del sistema de contratación pública*. Obtenido de <https://www.epn.edu.ec/wp-content/uploads/2018/08/Ley-Org%C3%A1nica-de-Contrataci%C3%B3n-P%C3%BAblica.pdf>
- SNGRE. (2019).
- Suarez, J. (2009). Geotecnia. En J. Suarez, *Deslizamientos, Analisis Geotecnico*.
- Universidad de Caldas. (2 de Abril de 2013). Obtenido de <https://estabilidad-de-taludes7.webnode.es/news/marco-teorico/>

8. ANEXOS

8.1. Anexo 1 Metodologías utilizadas para el desarrollo del trabajo de investigación Metodología de Mora Vahrson

	Valor de pendiente (m/km ²)	Equivalente en grados	Calificación	Factor de susceptibilidad
Pendiente	0-75	0 – 4.29	Muy baja	0
	76 – 175	4.30- 9.93	Baja	1
	176 – 300	9.94 – 16.70	Moderada	2
	301 – 500	16.71 – 26.57	Media	3
	501 – 800	26.58 – 38.66	Alta	4
	>800	>38.66	Muy Alta	5

Litología	Indicador	Valor del indicador	Calificación
	Aluvión grueso, permeable, compacto, nivel freático bajo	1	Bajo
	Calizas duras permeables		
	Rocas intrusivas, poco fisuradas, bajo nivel freático		
	Basaltos, andesitas, ignimbritas		
	Características físicas mecánicas: materiales sanos con poca o ninguna meteorización, resistencia a la corte elevada, fisuras sanas, sin relleno		
	Rocas sedimentarias no o muy poco alteradas, poco fisuradas,	2	Moderado
	Rocas intrusivas, calizas duras		
	Características físico mecánicas: resistencia la corte media a elevada		
	Rocas sedimentarias, intrusivas, lavas, ignimbritas, tobas poco soldadas, rocas metamórficas mediana a fuertemente alteradas, niveles freáticos relativamente altos	3	Medio
	Aluviones fluvio lacustres, suelos piroclásticos poco compactados, rocas fuertemente alteradas	4	Alto
	Materiales aluviales, coluviales de muy baja calidad mecánica, rocas con estado de alteración avanzado, drenaje pobre.	5	Muy Alto

Humedad del Suelo	Valor acumulado de índices de precipitación		Calificación	Factor de susceptibilidad
	0 – 4		Muy Bajo	1
	5 – 9		Bajo	2
	10 – 14		Medio	3
	15 – 19		Alto	4
	20- 24		Muy Alto	5
Sismicidad	Intensidad	Aceleración	Valor del indicador	Calificación
	III	0,098 – 1,226	1	Leve
	IV	1,227 – 2,011	2	Muy Bajo
	V	2,012 – 2,894	3	Bajo
	VI	2,895 – 3,679	4	Moderado
	VII	3,680-4,365	5	Medio
	VIII	4,366 – 5,445	6	Elevado
	IX	5,446 – 6,426	7	Fuerte
	X	6,427 – 7,210	8	Bastante Fuerte
	XI	7,211 – 8,388	9	Muy Fuerte
	Precipitación	Precipitación máxima mm		Valor indicador
< 100		1	Muy Bajo	

	101 – 200	2	Bajo
	201 – 300	3	Medio
	301-400	4	Alto
	>400	5	Muy Alto

Fuente: (Gustavo, Omar, & Oscar, 2011)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Metodología PAUCAR 2016

Variable	Indicador	Escala de Indicador	Valor del indicador	Peso Ponderación	Valor Máximo
Factor Condicionante	Geológico – Litológico (gl)	Afloramiento rocoso: Formación de Volcánicos Guaranda, la mayoría de estos suelos se desarrollan en zonas de morfología irregular está formado por rocas volcánicas básicas a intermedias, las mismas que son	0,1	0,2	0,2

		impermeables y duras			
		Areno limos arcillosos: Depósitos Superficiales, a medida que aumente la pendiente, los suelos aflorantes son del tipo cangahua de composición intermedia, marrón amarillenta, en las partes altas de las cordilleras afloran materiales tipo lapilli con fragmento de pómez grueso (arenoso grueso)	0,5		
		Tobas, andesitas:	0,5		

		Formación de Volcánicos			
		Guaranda, con formación de material piroclásticos, como pómez, lapilli y tobas finas de las últimas erupciones del volcán Chimborazo			
		producto de deslizamiento antiguo de tobas con fragmento de pómez grueso (arenoso grueso), partes bajas de las quebradas se observan rocas andesitas fuertemente diaclasadas	0,1		
		Depósito aluvial:	0,1		

		Depósitos superficiales localizado en la cuenca y márgenes del río Guaranda			
Geomorfológico (gm)		Mesetas	0,1	0,1	0,1
		Lomas	0,5		
		Colinas	1,0		
Pendiente (en %) (pd)		0-5%: Zonas planas sin influencia para susceptibilidad a deslizamientos a causa de sismo	0,0	0,1	0,1
		6-12%: Zonas con muy baja influencia para susceptibilidad a deslizamientos	0,0		
		13-25%: Consideradas de nivel bajo para efectos sísmicos	0,1		

		26-40%: Consideradas de nivel medio para efectos sísmicos	0,5		
		41-70%: Consideradas de nivel alto para efectos sísmicos	1,0		
		>70%: Consideradas de nivel muy alto para efectos sísmicos y deslizamientos, por fuertes pendientes	1,0		
	Geotecnia (gt)	SG1: Suelos Limos inorgánicos con alta plasticidad derivadas de cenizas volcánicas tipo cangahua	0,1	0,2	0,2

		(toba) cohesión 0,5 a 1 kg/cm ²			
		SG2: Suelos limos- arcillosos inorgánicos de baja plasticidad cohesión 0,5 a 1 kg/cm ²	0,1		
		SG3: Suelos areno-limosos- arcillosos heterogéneos producto de la meteorización leve de las cangahuas (toba), cohesión >2 kg/cm ²	0,5		
		SG4: Suelos areno-limosos- arcillosos heterogéneos producto de la meteorización leve de las cangahuas	0,5		

		(toba), cohesión >2 kg/cm ²			
		SG5: Suelos limos- arcillosos inorgánicos de baja plasticidad, derivado de la meteorización de cenizas volcánicas tipo cangahuas (toba), cohesión 1 a 2 kg/cm ²	0,5		
		SG6: Suelos arenas- limosas- arcillosas de baja plasticidad derivadas de cenizas volcánicas tipo cangahua (toba), con cohesiones	1,0		

	Uso de suelo y cobertura vegetal (cv)	bajas cohesión < 2 kg/cm ²			
		Cm: Cultivos de maíz	1,0	0,2	0,2
		U: Urbano	0,1		
		Cm/Pc: Cultivos de maíz con pasto cultivado	1,0		
		Bp/Cm: Bosque plantado con cultivos de maíz	0,5		
		Bp: Bosque plantado (en laderas de colinas)	0,1		
Factor Detonante	Precipitación promedio anual (p)	< 200 mm	0,1		
		201-300 mm	0,5		
		> 301 mm	1,0		
	Sismicidad: Intensidad sísmica (s)	I – V	0,1	0,1	0,1
		VI – VII	0,5		
		≥ VIII	1,0		
Total				1,0	1,0

Fuente: (Paucar, 2016)

Elaborado por: Tenelema A., 2022

Metodología aplicada al trabajo investigativo

Factor	Variable	Descripción	Escala	Valor del
			Cualitativa	Indicador
Factores Intrínsecos	Pendiente	Muy suave	>2-5%	0
		Suave	>5-12%	1
		Media	>12- 25%	2
		Media a fuerte	>25- 40%	3
		Fuerte	>40- 70%	4
		Muy Fuerte	>70- 100%	5
	Geología- Litología	Andesitas verdes compactas intercaladas con sedimentos volcánicos	Bajo	1
		Arenas, limos, arcillas y conglomerados	Moderado	5
		Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclástitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.	Moderado	5

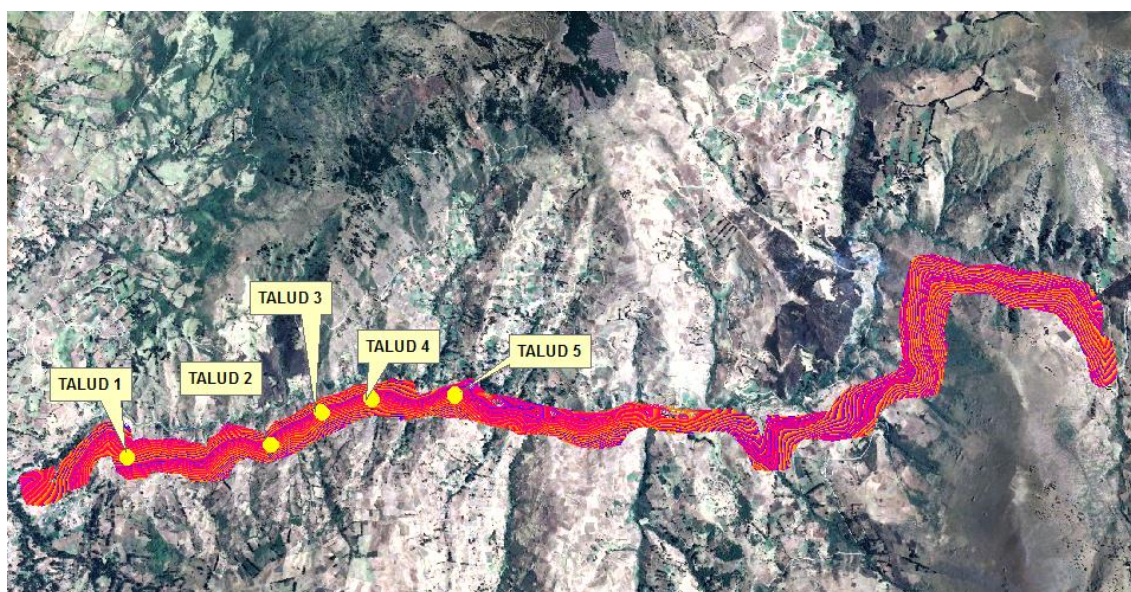
		Corneanas	Bajo	1
		Cuerpo intrusivo	Bajo	1
		Dasita porfíricas, brechas volcánicas, rocas volcánicas porfíricas, tobas y flujos de lava.	Moderado	5
		Lavas andesíticas gris verdosas.	Bajo	1
		Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	Alto	10
		Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.	Alto	10
		Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.	Moderado	5
		Tobas andesíticas de grano fino, de color pardo a amarillo, con	Moderado	5

		andesitas porfiríticas interestratificadas	
Geomorfología		Abrupto de superficie inclinada	7
		Barranco	10
		Coluvio aluvial antiguo	10
		Coluvion antiguo	10
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	5
		Escarpe de deslizamiento	7
		Interfluvio de cimas estrechas	5
		Relieve montañoso	7
		Relieve volcánico colinado medio	5
		Relieve volcánico colinado muy alto	7
		Relieve volcánico montañoso	3
		Superficie de cono de deyección	3
		Superficie inclinada	7
		Valle fluvial	5
		Vertiente abrupta	7
		Vertiente abrupta con fuerte disección	10
		Vertiente heterogénea	5
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	7
		Vertiente rectilínea	5
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	7
Cobertura Vegetal		Área poblada	10
		Bosque nativo	1
		Cuerpo agua	5
		Mosaico Agropecuario	10
		Erial (Sin cobertura vegetal)	10

		Infraestructura antrópica		10
		Páramo		5
		Pastizal		1
		Plantación forestal		5
		Vegetación arbustiva		5
Factores Externos	Sismicidad	I-II	Leve	1
		III-IV	Bajo	3
		V-VI	Moderado	5
		VII-VIII	Fuerte	7
		\geq IX	Muy fuerte	10
	Precipitación	600-900		1
		900-1200		3
		1200-1500		7
		1500-1800		10

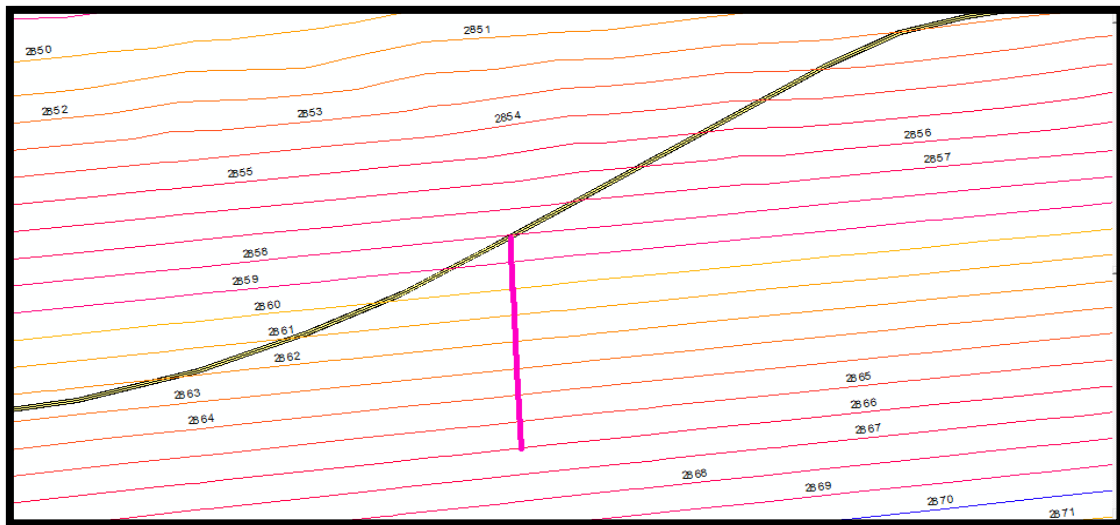
Elaborado por: Tenelema A., 2022

8.2. Anexo 2 Curvas de nivel y líneas de medición trazadas a lo largo de los taludes para la obtención de los puntos de medición en longitud (x) y altitud (z)



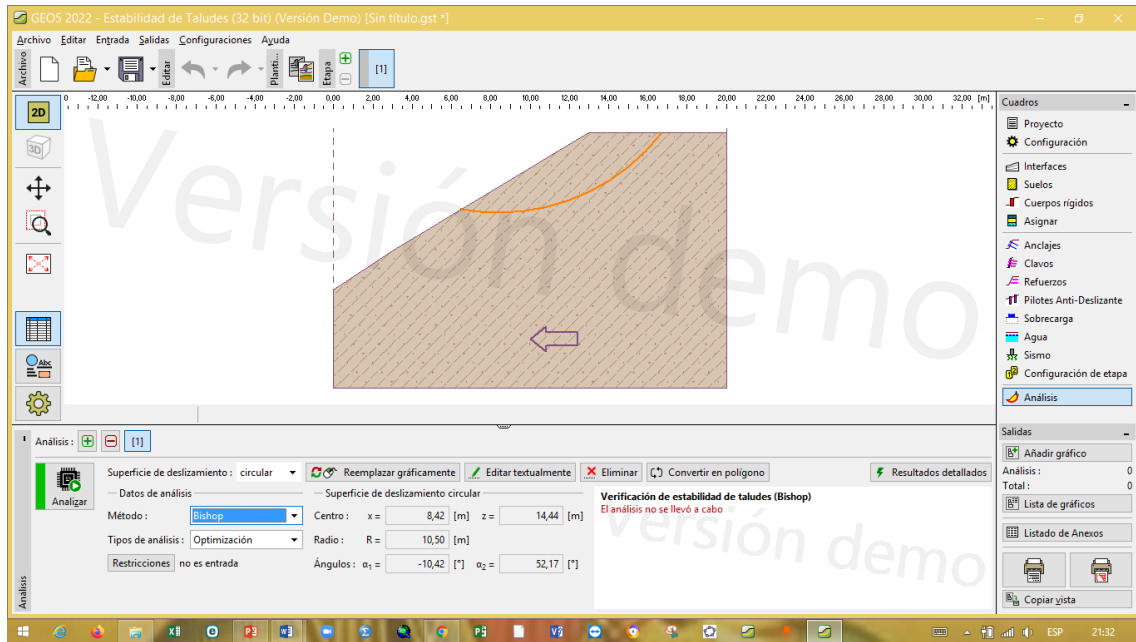
8.3. Anexo 3. Procesamiento del software geotécnico Geo 5

TALUD_1 0726640 – 9821549



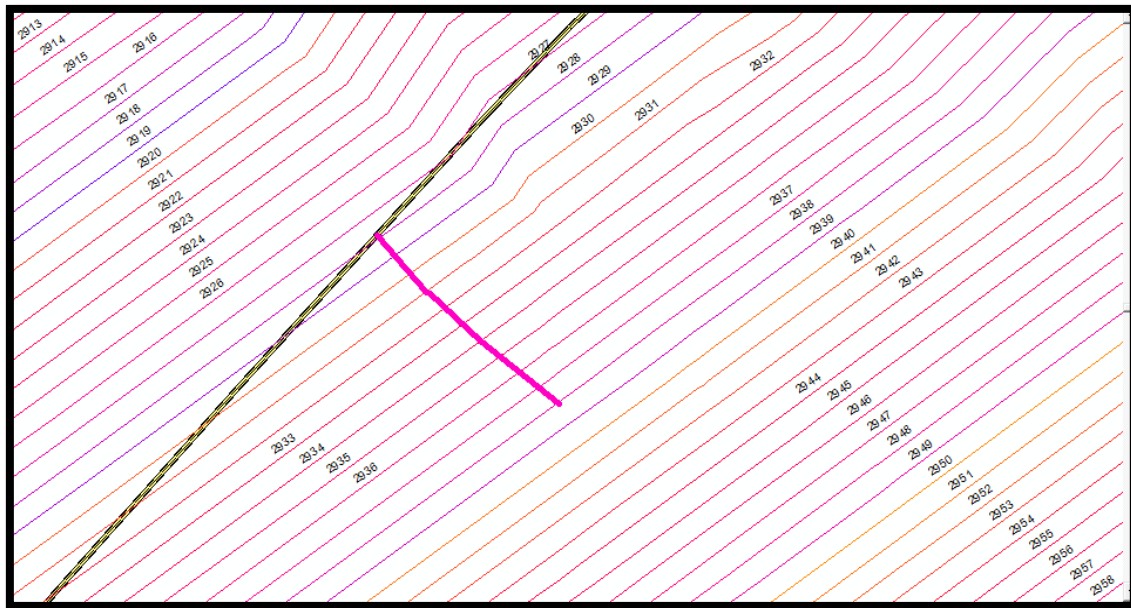
PUNTOS GEO5

X	Z
0	0
3	2
8	5
13	8
20	8



TALUD_2 0727735 – 9821634



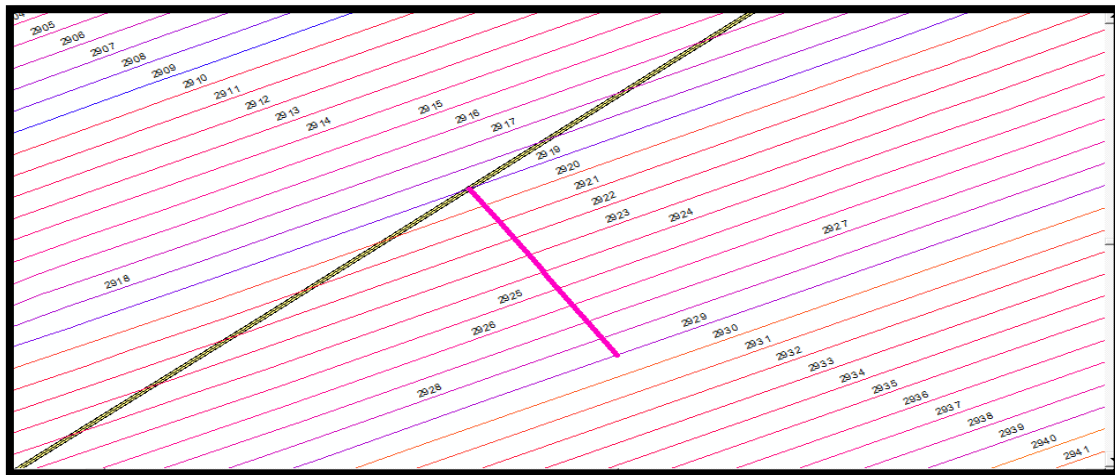


PUNTOS GEO5

X	Z
0	0
3	3
6	6
11	10
20	10

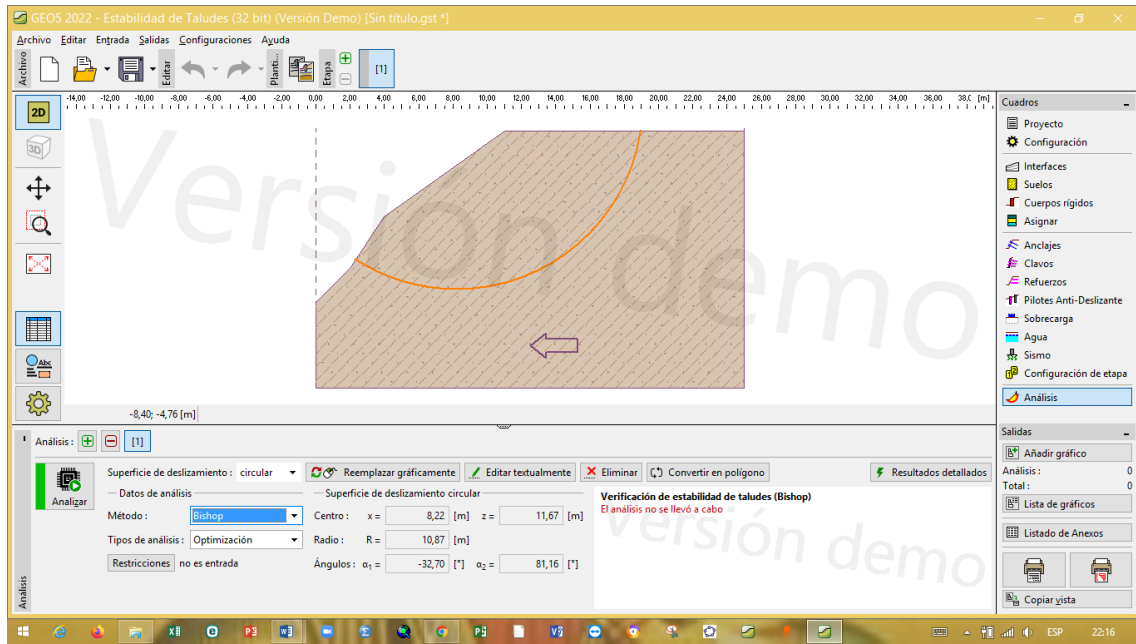
Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
El análisis no se llevó a cabo

TALUD_3 0728111 – 9821886



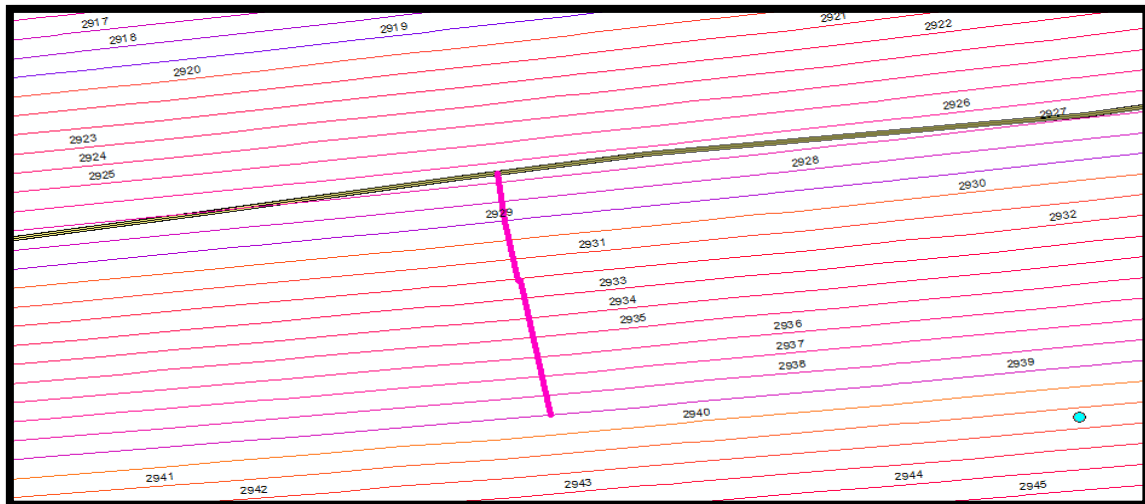
PUNTOS GEO5

X	Z
0	0
2	2
4	5
11	10
25	10



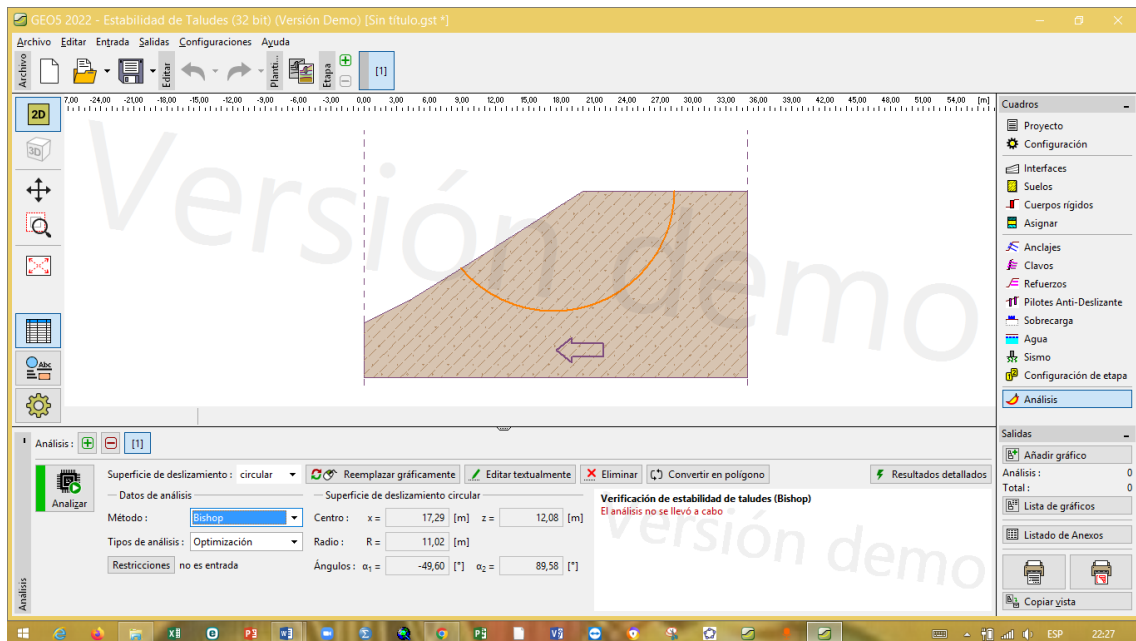
TALUD 4 0728485 – 9821988



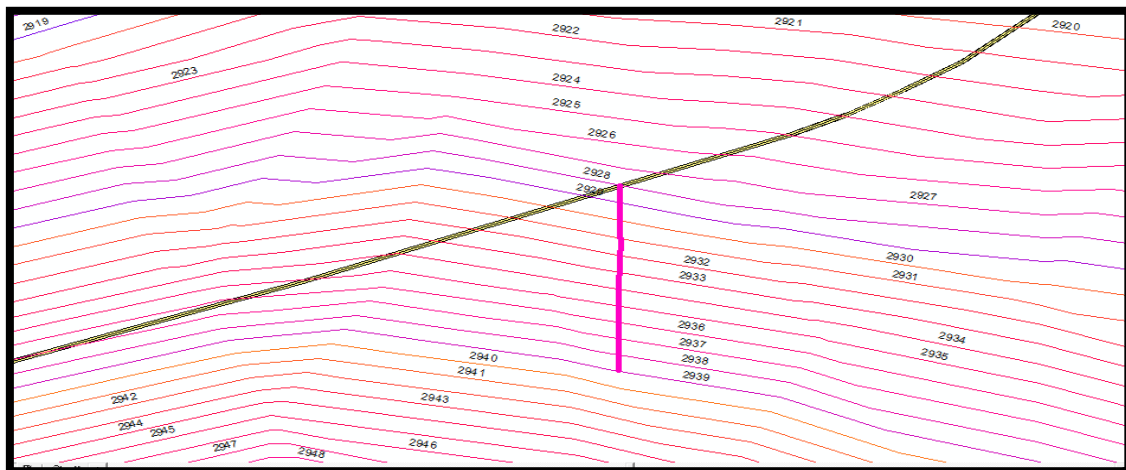


PUNTOS GEO5

X	Z
0	0
4	2
9	5
20	12
35	12

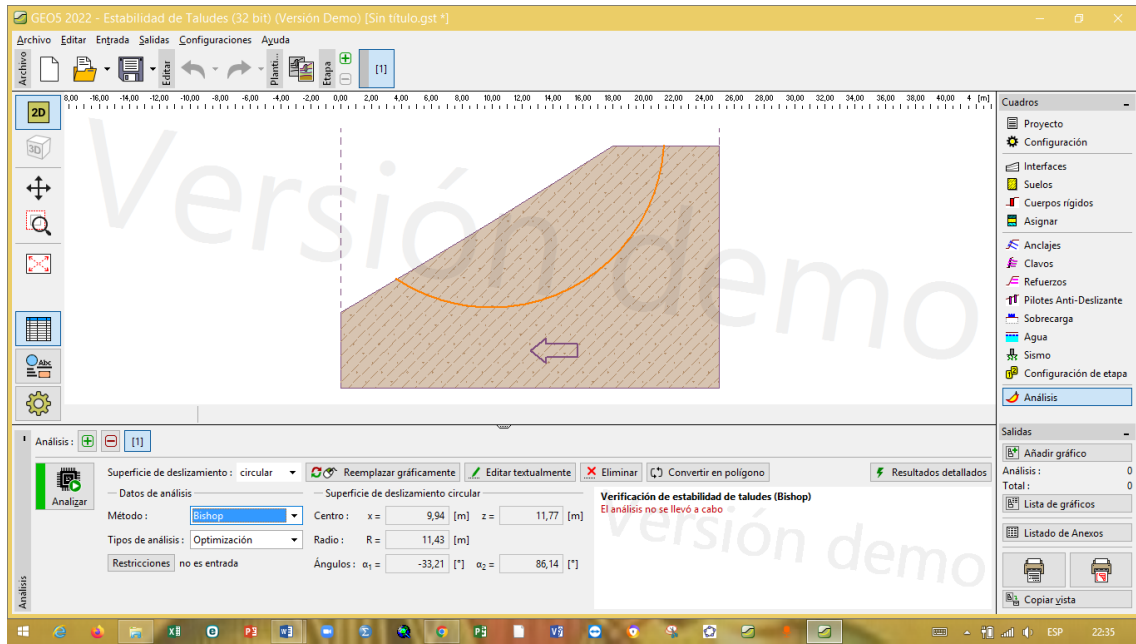


TALUD_5 0729115 – 9822013



PUNTOS GEO5

X	Z
0	0
5	3
10	6
18	11
25	11



8.4 Anexo 4

Análisis de talud 1

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Fecha : 29/9/2022

Configuración

(entrada para tarea actual)

Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	SF _s = 1.60 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de Interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	3.00	2.00	8.00	5.00
		13.00	8.00	20.00	8.00		

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_u [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

Datos del suelo

Limo arenoso (MS), consistencia firme

Peso unitario : $\gamma = 18.00$ kN/m³

Estado de tensión : efectivo

Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 26.50$ °

Cohesión de suelo : $c_{ef} = 12.00$ kPa

Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 18.00$ kN/m³

saturado :



Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		13.00	8.00	8.00	5.00	Limo arcilloso (M5), consistencia firme
		3.00	2.00	0.00	0.00	
		0.00	-8.00	20.00	-8.00	
		20.00	8.00			

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal : $K_h = 0.25$

Coefficiente sísmico vertical : $K_v = 0.00$

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	1.20 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-2.99 [°]
	z =	19.50 [m]		$\alpha_2 =$	53.65 [°]
Radio :	R =	19.40 [m]	La superficie de deslizamiento después de la optimización.		

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_A = 499.86$ kNm

Suma de fuerzas pasivas : $F_P = 566.82$ kNm

Momento de deslizamiento : $M_d = 9697.25$ kNm/m

Momento estabilizador : $M_s = 10996.31$ kNm/m

Factor de seguridad = 1.13 < 1.60

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Fecha : 29/9/2022

Configuración

(entrada para tarea actual)

Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	$SF_s = 1.60 [-]$

Interfaz

Nro.	Ubicación de la interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	3.00	2.00	8.00	5.00
		13.00	8.00	20.00	8.00		

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	ϕ_{int} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_u [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

Datos del suelo

Limo arenoso (MS), consistencia firme

Peso unitario : $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$

Estado de tensión : efectivo

Ángulo de fricción interna : $\phi_{int} = 26.50^\circ$

Cohesión de suelo : $c_{ef} = 12.00 \text{ kPa}$

Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

saturado :

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		13.00	8.00	8.00	8.00	Limo arenoso (M5), cohesión firme
		3.00	2.00	0.00	0.00	
		0.00	-5.00	20.00	-5.00	
		20.00	8.00			

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal : $K_h = 0.26$

Coefficiente sísmico vertical : $K_v = 0.00$

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	1.20 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-2.99 [°]
	z =	19.50 [m]		$\alpha_2 =$	53.65 [°]
Radio :	R =	19.40 [m]	La superficie de deslizamiento después de la optimización.		

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 499.86$ kN/m

Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 566.82$ kN/m

Momento de deslizamiento : $M_d = 9697.25$ kNm/m

Momento estabilizador : $M_e = 10996.31$ kNm/m

Factor de seguridad = 1.13 < 1.60

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Optimización de la superficie de deslizamiento circular (Bishop)

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
1	8.42	14.44	10.50	1.58	NO ACEPTABLE
2	8.42	14.44	10.50	1.58	NO ACEPTABLE
3	8.42	14.44	10.50	1.58	NO ACEPTABLE
4	5.33	20.99	19.45	1.30	NO ACEPTABLE
5	-28.56	100.14	104.06	1.33	NO ACEPTABLE
6	12.07	9.76	7.92	2.20	ACEPTABLE
7	7.36	10.66	12.73	1.49	NO ACEPTABLE

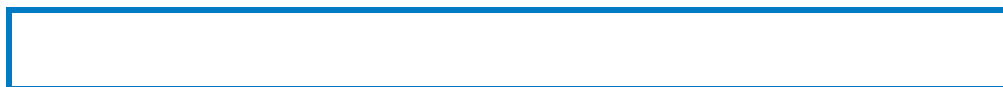
Nro.	Centro		Radio R (m)	FS	Verificación
	x (m)	z (m)			
8	3.00	14.12	14.28	1.95	NO ACEPTABLE
9	-6.22	58.87	57.14	1.56	NO ACEPTABLE
10	5.23	15.96	16.60	1.24	NO ACEPTABLE
11	10.18	10.58	9.98	1.78	ACEPTABLE
12	8.28	8.41	11.55	1.78	ACEPTABLE
13	-11.18	37.08	37.63	5.57	ACEPTABLE
14	3.50	7.94	8.48	1.38	NO ACEPTABLE
15	2.22	23.45	23.40	1.15	NO ACEPTABLE
16	10.26	10.38	9.83	1.79	ACEPTABLE
17	-32.49	74.08	80.09	38.32	ACEPTABLE
18	-18.28	113.45	112.12	1.99	ACEPTABLE
19	3.00	14.12	14.28	1.95	NO ACEPTABLE
20	8.24	11.12	10.72	1.50	NO ACEPTABLE
21	5.43	9.40	7.98	1.41	NO ACEPTABLE
22	2.01	27.08	25.21	1.31	NO ACEPTABLE
23	-0.46	26.87	26.74	1.15	NO ACEPTABLE
24	4.12	24.90	23.08	1.31	NO ACEPTABLE
25	2.58	19.38	17.50	1.30	NO ACEPTABLE
26	-14.38	76.17	76.25	1.49	NO ACEPTABLE
27	-15.41	67.38	69.04	1.27	NO ACEPTABLE
28	9.58	9.75	10.37	1.78	ACEPTABLE
29	2.75	22.14	22.15	1.17	NO ACEPTABLE
30	7.21	16.31	15.08	1.38	NO ACEPTABLE
31	5.98	14.14	15.14	1.29	NO ACEPTABLE
32	4.39	15.92	13.73	1.27	NO ACEPTABLE
33	-27.07	82.60	86.08	1.82	ACEPTABLE
34	-4.50	29.03	29.28	1.22	NO ACEPTABLE
35	5.55	9.04	10.38	1.39	NO ACEPTABLE
36	4.49	11.14	11.81	1.24	NO ACEPTABLE
37	7.30	9.31	8.67	1.49	NO ACEPTABLE
38	5.54	9.04	10.39	1.39	NO ACEPTABLE
39	1.52	17.04	16.98	1.14	NO ACEPTABLE
40	6.67	15.12	13.60	1.33	NO ACEPTABLE
41	4.81	10.78	9.09	1.38	NO ACEPTABLE
42	-3.54	42.00	40.68	1.40	NO ACEPTABLE
43	7.45	13.11	12.15	1.39	NO ACEPTABLE
44	6.20	11.38	12.74	1.35	NO ACEPTABLE
45	5.54	9.15	7.80	1.42	NO ACEPTABLE
46	-3.09	23.91	22.81	2.04	ACEPTABLE
47	-1.08	17.02	16.93	1.30	NO ACEPTABLE
48	2.46	11.15	11.24	1.22	NO ACEPTABLE
49	6.05	8.31	7.21	1.49	NO ACEPTABLE
50	0.21	25.29	25.15	1.15	NO ACEPTABLE
51	6.69	15.08	13.74	1.33	NO ACEPTABLE
52	1.53	17.03	16.95	1.14	NO ACEPTABLE
53	3.77	18.69	17.49	1.22	NO ACEPTABLE
54	3.28	13.31	12.09	1.27	NO ACEPTABLE
55	-0.10	27.73	26.51	1.26	NO ACEPTABLE
56	7.54	9.87	10.24	1.50	NO ACEPTABLE
57	2.79	17.69	17.65	1.15	NO ACEPTABLE
58	5.71	14.14	13.39	1.27	NO ACEPTABLE

1

Para fines no solo comerciales

1

3



Mro.	Centro		Radio R (m)	FS	Verificación
	x (m)	z (m)			
110	3.63	15.35	14.94	1.15	NO ACEPTABLE
111	3.28	14.81	15.00	1.15	NO ACEPTABLE
112	1.35	18.84	18.74	1.13	NO ACEPTABLE
113	1.85	20.74	20.11	1.17	NO ACEPTABLE
114	1.97	17.40	16.75	1.17	NO ACEPTABLE
115	0.89	22.89	22.24	1.15	NO ACEPTABLE
116	-0.27	23.93	23.60	1.14	NO ACEPTABLE
117	4.59	14.63	14.43	1.21	NO ACEPTABLE
118	3.45	17.16	16.70	1.15	NO ACEPTABLE
119	3.19	15.35	15.49	1.15	NO ACEPTABLE
120	2.37	16.57	15.95	1.17	NO ACEPTABLE
121	0.70	19.95	19.31	1.19	NO ACEPTABLE
122	0.67	18.72	18.59	1.14	NO ACEPTABLE
123	3.41	13.27	13.52	1.17	NO ACEPTABLE
124	4.61	12.05	11.95	1.23	NO ACEPTABLE
125	3.81	13.67	13.32	1.19	NO ACEPTABLE
126	3.41	13.27	13.52	1.17	NO ACEPTABLE
127	3.14	15.03	14.54	1.15	NO ACEPTABLE
128	2.71	18.83	18.25	1.17	NO ACEPTABLE
129	1.35	18.84	18.74	1.13	NO ACEPTABLE
130	1.62	20.23	19.77	1.15	NO ACEPTABLE
131	1.74	17.92	17.47	1.15	NO ACEPTABLE
132	-1.21	25.38	25.25	1.15	NO ACEPTABLE
133	1.10	21.35	20.85	1.15	NO ACEPTABLE
134	3.61	15.89	15.67	1.15	NO ACEPTABLE
135	1.75	18.95	18.91	1.14	NO ACEPTABLE
136	2.78	17.68	17.33	1.15	NO ACEPTABLE
137	2.02	17.34	16.91	1.15	NO ACEPTABLE
138	-0.23	21.05	20.92	1.15	NO ACEPTABLE
139	0.95	19.52	19.04	1.15	NO ACEPTABLE
140	2.87	14.75	14.59	1.15	NO ACEPTABLE
141	3.74	13.63	13.69	1.15	NO ACEPTABLE
142	3.09	15.14	14.85	1.17	NO ACEPTABLE
143	2.85	14.79	14.59	1.15	NO ACEPTABLE
144	1.59	17.37	17.29	1.14	NO ACEPTABLE
145	2.58	15.19	15.52	1.15	NO ACEPTABLE
146	1.08	20.43	20.31	1.14	NO ACEPTABLE
147	2.23	18.89	18.47	1.15	NO ACEPTABLE
148	1.35	18.84	18.74	1.13	NO ACEPTABLE
149	1.50	19.81	19.47	1.15	NO ACEPTABLE
150	1.60	18.25	17.91	1.15	NO ACEPTABLE
151	1.21	20.45	20.09	1.15	NO ACEPTABLE
152	2.90	15.80	15.50	1.15	NO ACEPTABLE
153	2.32	18.05	17.77	1.15	NO ACEPTABLE
154	2.23	17.64	17.53	1.14	NO ACEPTABLE
155	1.79	17.65	17.53	1.15	NO ACEPTABLE
156	1.10	19.27	18.91	1.15	NO ACEPTABLE
157	1.05	18.75	18.57	1.14	NO ACEPTABLE
158	3.05	15.25	15.09	1.15	NO ACEPTABLE
159	1.93	16.99	16.95	1.14	NO ACEPTABLE
160	2.57	15.25	15.02	1.15	NO ACEPTABLE

I Para fines no sólo comerciales I

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Fecha : 29/9/2022

Configuración

(entrada para tarea actual)

Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar


Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	$SF_s = 1.60 [-]$


Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de Interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	3.00	3.00	6.00	6.00
		11.00	10.00	20.00	10.00		

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	ϕ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (M5), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_u [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (M5), consistencia firme		18.00		

Datos del suelo

Limo arenoso (M5), consistencia firme

Peso unitario : $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$

Estado de tensión : efectivo

Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 26.50^\circ$

Cohesión de suelo : $C_{ef} = 12.00 \text{ kPa}$

Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

saturo :



Para fines no sólo comerciales



Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		X	Z	X	Z	
1		11.00	10.00	6.00	6.00	Limo arcilloso (MS), cohesión firme
		3.00	3.00	0.00	0.00	
		0.00	-5.00	20.00	-5.00	
		20.00	10.00			

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal : $K_h = 0.26$

Coefficiente sísmico vertical : $K_v = 0.00$

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	-3.18 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	9.43 [°]
	z =	20.47 [m]		$\alpha_2 =$	59.39 [°]
Radio :	R =	20.56 [m]			
La superficie de deslizamiento después de la optimización.					

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 560.60$ kNm

Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 493.76$ kNm

Momento de deslizamiento : $M_a = 11525.95$ kNm/m

Momento estabilizador : $M_p = 10151.77$ kNm/m

Factor de seguridad = 0.88 < 1.60

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Análisis talud 3

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto


Fecha : 29/9/2022

Configuración
(entrada para tarea actual)
Análisis de estabilidad


Análisis sísmico : Estándar
Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad		
Situación de diseño permanente		
Factor de seguridad :	SF _s =	1.60 [-]


Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	2.00	2.00	4.00	5.00
		11.00	10.00	25.00	10.00		

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

Datos del suelo

Limo arenoso (MS), consistencia firme

Peso unitario : $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$

Estado de tensión : efectivo

Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 26.50^\circ$

Cohesión de suelo : $c_{ef} = 12.00 \text{ kPa}$

Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

Para fines no sólo comerciales

(SROE - Estabilidad de Taludes [Software educativo]) (versión 5.2018.79.0) (Serie de licencias 7982.1) (Universidad Estatal de Bolívar)
Copyright © 2021 Píde aquí. All Rights Reserved. www.Sroeflex.com.ec
BOC Colombia S.A.S. (07) 311 478 0333; soporte@boc-colombia.com.ec; www.boc-colombia.com.ec

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		11.00	10.00	4.00	5.00	Limo arenoso (M5), consistencia firme
		2.00	2.00	0.00	0.00	
		0.00	-5.00	25.00	-5.00	
		25.00	10.00			

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal : $K_h = 0.26$

Coefficiente sísmico vertical : $K_v = 0.00$

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	-4.39 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	12.16 [°]
	z =	21.43 [m]		$\alpha_2 =$	58.26 [°]
Radio :	R =	21.73 [m]			
La superficie de deslizamiento después de la optimización.					

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 550.89$ kN/m

Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 475.84$ kN/m

Momento de deslizamiento : $M_d = 11970.78$ kNm/m

Momento estabilizador : $M_e = 10339.99$ kNm/m

Factor de seguridad = 0.86 < 1.60

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Análisis talud 4

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

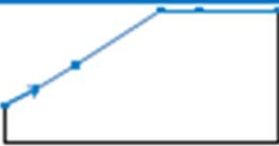
Fecha : 29/9/2022

Configuración
(entrada para tarea actual)
Análisis de estabilidad


Análisis sísmico : Estándar
Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	$SF_s = 1.60 [-]$


Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	4.00	2.00	9.00	5.00
		20.00	12.00	25.00	12.00	35.00	12.00

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_e [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

Datos del suelo

Limo arenoso (MS), consistencia firme

Peso unitario : $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$

Estado de tensión : efectivo

Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 26.50^\circ$

Cohesión de suelo : $c_{ef} = 12.00 \text{ kPa}$

Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

Para fines no sólo comerciales

[BOR] - Estabilidad de Taludes [Licencia educativa] [versión 5.2018.78.0] Serie de Software TMS/1 [Universidad Estatal de Bolívar]
Copyright © 2021 Pim Apit e. s. r. l. All Rights Reserved [www.tmssoftware.es]
[CIC Colombia S.A.S.] [CIT] 311 478 0333 [comercio@bo.colombia.com.co] [www.bo.colombia.com.co]

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Fecha : 29/9/2022

Configuración

(entrada para tarea actual)

Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar
Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	$SF_s = 1.60 [-]$

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	5.00	3.00	10.00	6.00
		18.00	11.00	25.00	11.00	35.00	11.00

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (M5), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - cubrección

Nro.	Nombre	Trama	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (M5), consistencia firme		18.00		

Datos del suelo

Limo arenoso (M5), consistencia firme

Peso unitario : $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$

Estado de tensión : efectivo

Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 26.50^\circ$

Cohesión de suelo : $c_{ef} = 12.00 \text{ kPa}$

Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

saturado :

Análisis Talud 5

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

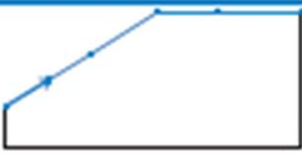
Fecha : 29/9/2022

Configuración
(entrada para tarea actual)
Análisis de estabilidad


Análisis sísmico : Estándar
Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	$SF_s = 1.60 [-]$


Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de Interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	5.00	3.00	10.00	6.00
		18.00	11.00	25.00	11.00	35.00	11.00

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_u [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

Datos del suelo

Limo arenoso (MS), consistencia firme

Peso unitario : $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$

Estado de tensión : efectivo

Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 26.50^\circ$

Cohesión de suelo : $c_{ef} = 12.00 \text{ kPa}$

Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

1 Para fines no sólo comerciales 1

(2020) Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2010.79.0 | Base de licencias 7925 / 1 | (Universidad Estatal de Bolívar)
Copyright © 2021 Free Agent s.r.l. All Rights Reserved | www.freeagent.com
JCC Colombia S.A.S. | (37) 311 478 0333 | contacto@jcc-colombia.com.co | www.jcc-colombia.com.co

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		25.00	11.00	15.00	11.00	Limo arenoso (M5), consistencia firme
		10.00	6.00	5.00	3.00	
		0.00	0.00	0.00	-5.00	
		35.00	-5.00	35.00	11.00	

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal : $K_h = 0.25$

Coefficiente sísmico vertical : $K_v = 0.00$

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	1.00 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-1.74 [°]
	z =	26.86 [m]		$\alpha_2 =$	53.65 [°]
Radio :	R =	26.76 [m]	La superficie de deslizamiento después de la optimización.		

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 862.42$ kNm

Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 868.51$ kNm

Momento de deslizamiento : $M_d = 23078.44$ kNm/m

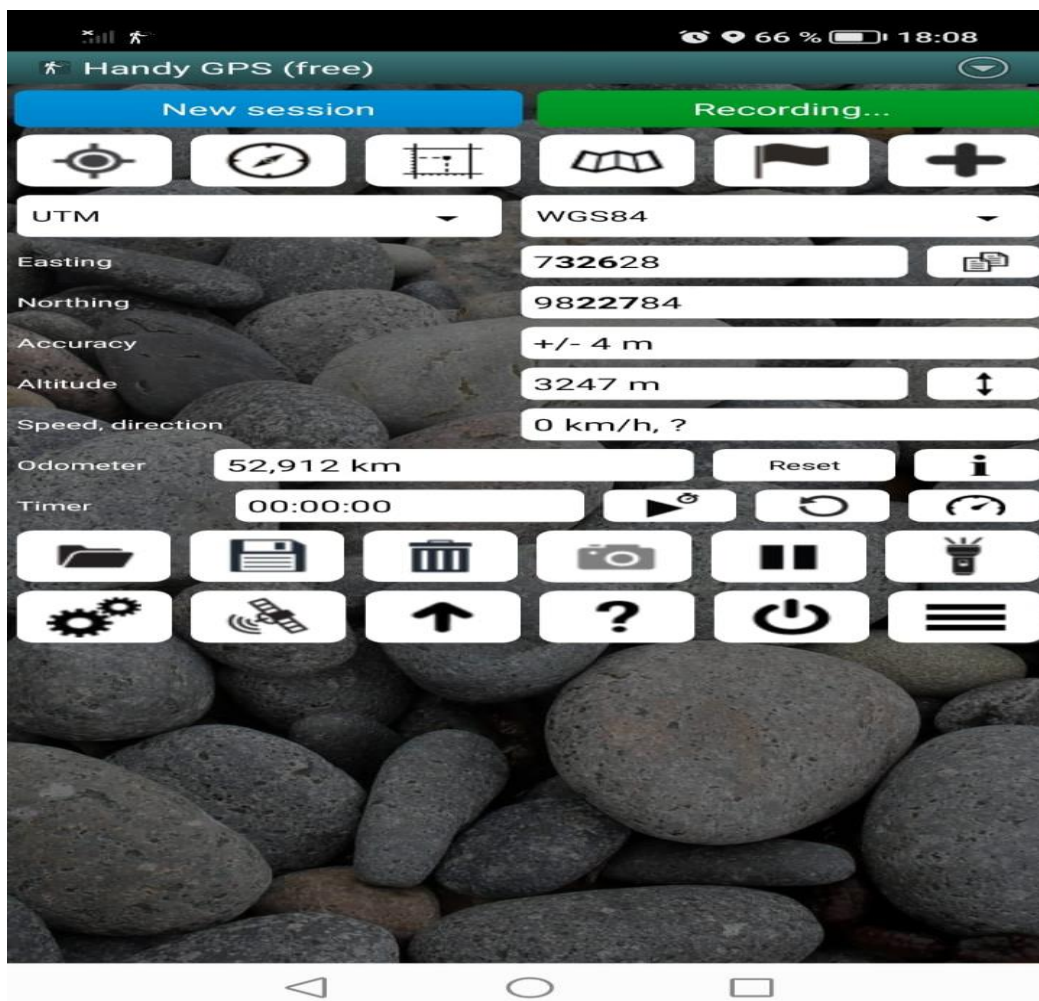
Momento estabilizador : $M_p = 23241.36$ kNm/m

Factor de seguridad = 1.01 < 1.60

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

8.5 Archivo fotográfico

Trabajo de campo



Fotografía 1: Captura de coordenadas

Tomado por: Tenelema A.



Fotografía 2: Talud de estudio

Tomado por: Tenelema A.



Fotografía 3: Mina de piedra en explotación

Tomado por: Tenelema A.



Fotografía 4: Pendiente de la vía Gallo Rumi a Riobamba

Tomado por: Tenelema A.



Fotografía 5: Taludes con desagües

Tomado por: Tenelema A.

8.6. Anexo Aspectos admirativos del trabajo de titulación

Actividad	Material/ actividad específica	Responsable	Gastos totales
Material de Oficina	Salida a campo al área del estudio (gastos logísticos)	Autora	30
	Recorrido al área de estudio (viáticos)	Autora	50
	Cámara fotográfica	Autora	25
	GPS (para la ubicación de coordenadas)	Autora	50
	Servicio de internet	Autora	20
	Computadora portátil (digitación de la información)	Autora	50
	Instalación de programas de Argis y otros	Autora	20
	Disco externo de almacenamiento de información.	Autora	80
	Resmas de papel bond	Autora	15
	Carpetas de catón.	Autora	5
	Esferos diferentes colores	Autora	5
	Separadores de hojas	Autora	5
	Libretas de apuntes	Autora	5
	Recopilación de Información Primaria	Autora	20
	Revisión Bibliográfica	Autora	20
	Procesamiento y análisis de información recopilada	Autora	20
	Elaboración del Primer Borrador de Tesis	Autora	50
	Elaboración de Tesis Final.	Autora	100
	Empastado de Tesis Final.	Autora	100
	Recopilación de Archivos magnéticos	Autora	30
	Total		700

8.7. Cronograma de actividades desarrolladas en el proyecto de investigación

Actividades								
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Elaboración, presentación y aprobación del tema de tesis	x							
Investigación Bibliográfica, documentos e informes para fundamentación teórica	x							
Recolección de informes secundarias		x						
Recolección de informes primarias		x						
Levantamiento de información punto de control georreferenciación del movimiento de masa			x	x				
Identificación de elementos expuestos de la zona de estudio				x				
Planteamiento de propuestas de reducción de riesgos					x			
Elaborar mapas de amenazas en el programa Arc Gis					x			
Elaboración de la propuesta final					x			
Modelamiento de zonas de amenaza por movimiento de masa mediante el uso del software GEO5						x		
Análisis de resultados						x		
Presentación del primer borrador de la tesis							x	
Revisión de pares académicos								x



Document Information


Analyzed document	Tesis Leonor ULTIMA.pdf (D153154413)
Submitted	12/12/2022 9:56:00 PM
Submitted by	
Submitter email	alexandratenelema@gmail.com
Similarity	8%
Analysis address	apaucar.ueb@analysis.arkund.com

Sources included in the report

Entire Document

Hit and source - focused comparison, Side by Side

Submitted text As student entered the text in the submitted document.
Matching text As the text appears in the source.


Dr. Abelardo Paucar
Tutor