



Universidad
Nacional
de Loja

**FACULTAD DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS
NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y
ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

**SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS DE LA PARROQUIA
CHAQUINAL DEL CANTÓN PINDAL PERTENECIENTE A LA
PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:5 000.**

Previo a la obtención del título de
Ingeniero en Geología Ambiental y
Ordenamiento Territorial.

AUTOR:

Juan Carlos Fernández Jiménez.

DIRECTOR(A):

Ing(a). Maritza Ximena Ochoa Tapia

**Loja - Ecuador
2021**



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"**

AUTORÍA

Yo, Juan Carlos Fernández Jiménez, declaro ser el autor del presente trabajo de titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

.....

Firma

C.I.: 1105160533

Fecha: 22 de junio de 2021



unl

Universidad
Nacional
de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, JUAN CARLOS FERNÁNDEZ JIMÉNEZ declaro ser autor de la tesis titulada: "SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS DE LA PARROQUIA CHAQUINAL DEL CANTÓN PINDAL PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:5000", como requisito para optar al grado de: INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, a los 20 días del mes de agosto de dos mil veintiuno, en la ciudad de Loja firma el autor.

Firma:

Autor: Juan Carlos Fernández Jiménez

Cédula: 1105160533

Dirección: Urb. Padre Fernández. Calles José Coronel Illescas y Venecia

Correo Electrónico: jcfernandezj@unl.edu.ec

Celular: 0980935613

Celular referencia (Padre): 0992986813

DATOS COMPLEMENTARIOS

Directora de Tesis:	Ing. Maritza Ximena Ochoa Tapia, Mg.Sc.
Tribunal de Grado:	Ing. Julio Eduardo Romero Sigcho. Mg.Sc.
	Ing. Walter Simón Tambo Encalada. Mg.Sc.
	Ing. Fermín Alexander Gonzalez Sisalima. Mg.Sc.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"**

DEDICATORIA

Por la finalización de este trabajo, quiero dedicarlo primeramente a Dios y a mis padres, Carlos y Jenny quienes han sido mi guía, mi bendición y mi pilar fundamental en mi vida, y darme las fuerzas para seguir adelante, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Juan Carlos Fernández Jiménez



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"**

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la suficiente responsabilidad, fortaleza, y sabiduría para poder culminar un peldaño más en mi vida y porque tengo la certeza de que siempre va a estar guiándome y acompañándome por cada paso que dé.

A la Universidad Nacional de Loja, a la carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, a su planta docente y a mi Directora de Tesis, que han permitido mi formación académica, imparténdome sus conocimientos y la oportunidad de desarrollarme en la vida profesional.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, sus consejos, su apoyo, su ánimo y su compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén, quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Juan Carlos Fernández Jiménez



TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORÍA	III
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
TABLA DE CONTENIDOS	VII
1. TITULO.....	1
2. RESUMEN.....	2
3. INTRODUCCIÓN.....	4
□ OBJETIVOS.....	5
□ Objetivo General	5
□ Objetivo Específico.....	5
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
4.1. Fenómenos en Remoción en Masa.....	6
4.1.1. Clasificación de los Movimientos de Masas	6
4.1.2. Deslizamientos	7
4.1.3. Nomenclatura de las partes de un deslizamiento.....	10
4.1.4. Dimensiones de los movimientos.....	10
4.2. Elaboración de mapas de susceptibilidad a deslizamientos	11
4.3. Zonificación de susceptibilidad a deslizamientos	12
4.4. Susceptibilidad a deslizamientos.....	12
4.5. Sistemas de información geográfica.....	12
4.6. Fotointerpretación	13
4.7. Topografía.....	14



4.8. Geología 14

 4.8.1. Mapeo Geológico 15

4.9. Geomorfología 19

 4.9.1. Relieve General 20

 4.9.2. Macrorelieve..... 20

 4.9.3. Mesorelieve 20

4.10. Pendientes..... 21

4.11. Cobertura Vegetal 21

5. MATERIALES Y MÉTODOS.22

 5.1. Materiales 22

 5.1.1. Materiales de Campo..... 22

 5.1.2. Materiales de Geoprocesamiento 22

 5.2. Método. 24

 5.3. Metodología para desarrollar el Objetivo 1..... 24

 5.4. Metodología para desarrollar el Objetivo 2..... 30

 5.5. Metodología para desarrollar el Objetivo 3..... 31

6. RESULTADOS.....34

 6.1. Descripción general del área de estudio. 34

 6.1.1. Ubicación 34

 6.1.2. Acceso..... 35

 6.1.3. Clima 35

 6.1.4. Hidrografía 35

 6.2. Topografía 36

 6.3. Geología Regional..... 37

 6.4. Geología Local 39

 6.5. Geomorfología 55

 6.6. Pendientes 60

 6.7. Cobertura Vegetal 62



6.8. Inventario de Deslizamientos 63

6.9. Caracterización Morfométrica de los deslizamientos..... 72

6.10. Matrices de Valoración y Pesos 80

6.11. Mapa de Susceptibilidad 90

6.12. Correlación entre los puntos de deslizamientos y las zonas de susceptibilidad a deslizamientos. 93

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 95

8. CONCLUSIONES 97

9. RECOMENDACIONES 100

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 101

11. ANEXOS..... 103

 Anexo 1. Descripción de Afloramientos 103

 Anexo 2. Inventario de Deslizamientos 117

 Anexo 3. Mapa de Red Hídrica (CD Nro2)..... 124

 Anexo 4. Geología Regional (CD Nro2)..... 125

 Anexo 5. Mapa Topográfico (CD Nro2) 126

 Anexo 6. Mapa Litológico (CD Nro2) 127

 Anexo 7. Mapa Geomorfológico (CD Nro2) 128

 Anexo 8. Mapa de Pendientes (CD Nro2)..... 129

 Anexo 9. Mapa de Cobertura Vegetal. (CD Nro2)..... 130

 Anexo 10. Mapa de Susceptibilidad a Deslizamientos (CD Nro2) 131

 Anexo 11. Intersección entre variables para la valoración de susceptibilidad a deslizamientos. 132

 Anexo 12. Mapa de Correlación de Deslizamientos (CD Nro2)..... 136



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Nomenclatura de las diferentes partes que conforman un deslizamiento.	10
Figura 2. Dimensiones de los movimientos en masa de acuerdo a IAEG Commission on Landslides (1990).....	10
Figura 3. Ubicación Geográfica de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal.	34
Figura 4. Desarrollo de planificación y levantamiento en campo. a) Planificación de levantamiento en campo por vías, caminos y quebradas, de mayor accesibilidad con ayuda de una malla a escala de 1:5000 y los centroides como posibles puntos de referencia a levantar. b) Afloramientos levantados en campo con un total de 254 entre afloramientos y puntos de control como referencia de la misma litología.	41
Figura 5. Afloramiento como punto de contacto entre la Formación Celica y la Formación Ciano, sector Puente Gramales, en el barrio de Gramales.	42
Figura 6. Afloramiento dentro de la Formación Celica en el barrio de Palmitas.	43
Figura 7. Afloramiento de la Formación Celica en el barrio de Gramales.	44
Figura 8. Afloramiento de la Formación Ciano en el sector Tulipán.....	45
Figura 9. Afloramiento de la Formación Ciano en el sector Faical.	46
Figura 10. Afloramiento de la Formación Ciano en el barrio El Papayo.....	47
Figura 11. Afloramiento de la Formación Ciano en el barrio Chaquinal.....	48
Figura 12. Afloramiento de Depósito Coluvial en el barrio Gramales.	49
Figura 13. Afloramiento de Depósito Coluvial en el barrio Carrizal.....	50
Figura 14. Afloramiento de Depósito Coluvial en el barrio Matalanga.....	51
Figura 15. Afloramiento de Depósito Coluvial en el barrio Caminuma.	52
Figura 16. Afloramiento de Depósito Coluvial en el barrio Chaquinal.	53
Figura 17. Afloramiento de Depósito Aluvial en el barrio Chaquinal.	54
Figura 18. Afloramiento de Depósito Aluvial en el barrio Chaquinal.	55



Figura 19. Terraza Media, sector Matalanga. **Fuente:** Fernández, J. 2021. 57

Figura 20. Terraza Baja en el sector Matalanga alto..... 57

Figura 21. Coluvión reciente y antiguo en el barrio Caminuma. **Fuente:** Fernández, J. 2021. 57

Figura 22. Superficies y Vertientes Coluviales Muy Antiguas en la zona urbana de Chaquinal.
Fuente: Fernández, J. 2021..... 58

Figura 23. Vertiente Heterogénea en el barrio Palmitas. **Fuente:** Fernández, J. 2021 58

Figura 24. Relieve Colinado Muy Alto en el barrio El Papayo. **Fuente:** Fernández, J. 2021 .. 59

Figura 25. Relieve Colinado Alto en el barrio El Papayo. **Fuente:** Fernández, J. 2021 59

Figura 26. Relieve Colinado Medio en el barrio Gramales. **Fuente:** Fernández, J. 2021. 59

Figura 27. Relieve Colinado Bajo en el barrio Gramales. **Fuente:** Fernández, J. 2021. 60

Figura 28. Relieve Montañoso en el barrio Palmitas. **Fuente:** Fernández, J. 2021. 60

Figura 29. Zona nubosa correspondiente a cobertura de vegetación arbustiva, herbácea y páramo, sector El Papayo. **Fuente:** Fernández, J. 2021..... 63

Figura 30. Zona nubosa correspondiente a tierra agropecuaria, sector El Papayo..... 63

Figura 31. Representación y obtención de la Longitud de la Línea Central, proceso de vectorización como referencia para los deslizamientos visualizados en las Ortofotos. 73

Figura 32. Caracterización Morfométrica en el Deslizamiento 1 con las herramientas del software ArcMap 10.8..... 74

Figura 33. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 2 con las herramientas del software ArcMap 10.8..... 75

Figura 34. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 3 con las herramientas del software ArcMap 10.8..... 76

Figura 35. Caracterización Morfométrica en el Deslizamiento 4 con las herramientas del software ArcMap 10.8..... 77



Figura 36. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 5 con las herramientas del software ArcMap 10.8..... 78

Figura 37. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 6 con las herramientas del software ArcMap 10.8..... 79

Figura 38. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 7 con las herramientas del software ArcMap 10.8..... 80

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Fotografía del Deslizamiento 1, barrio Chaquinal. 64

Fotografía 2. Fotografía del Deslizamiento 1, a lo largo de la vía desde la Parroquia Chaquinal a la parroquia 12 de Diciembre y al cantón Pindal..... 65

Fotografía 3. Deslizamiento 3 presente en la vía principal de la parroquia Chaquinal hacia la parroquia 12 de Diciembre del cantón Pindal. 67

Fotografía 4. Deslizamiento 4 en el sector de Palmitas de la parroquia Chaquinal. 68

Fotografía 5. Deslizamiento 5 observando únicamente la masa desplazada..... 69

Fotografía 6. Deslizamiento 6 en el barrio Gramales Alto. 70

Fotografía 7. Deslizamiento 7 en el sector de la quebrada gramales..... 71



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de movimientos de masas de acuerdo a Cruden y Varnes (1996).....	7
Tabla 2. Materiales de Campo.....	22
Tabla 3. Materiales para Geoprocesamiento.	23
Tabla 4. Datos obtenidos para el Geoprocesamiento.	23
Tabla 5. Clasificación de Pendientes.....	27
Tabla 6. Tipos de Cobertura Vegetal y Uso Actual del Suelo.....	28
Tabla 7. Cobertura vegetal modificada con su código para la simbología en el mapa.....	29
Tabla 8. Esquema del Método de Jerarquías Analíticas para la Asignación de Pesos.	32
Tabla 9. Escala de Saaty para determinar el valor de Xij.....	32
Tabla 10. Criterios para determinar la susceptibilidad a deslizamientos.	33
Tabla 11. Barrios en la Parroquia Chaquinal con sus alturas sobre el nivel del mar.....	36
Tabla 12. Unidades de Geomorfología de la Parroquia Chaquinal.	56
Tabla 13. Términos de Pendientes en la parroquia Chaquinal.	61
Tabla 14. Cobertura Vegetal en la parroquia Chaquinal.	62
Tabla 15. Puntos de deslizamientos en la Parroquia Chaquinal.....	64
Tabla 16. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 1.....	74
Tabla 17. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 2.....	75
Tabla 18. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 3.....	76
Tabla 19. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 4.....	77
Tabla 20. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 5.....	78
Tabla 21. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 6.....	79
Tabla 22. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 7.....	80
Tabla 23. Valoración de las variables jerarquizadas de acuerdo a la clasificación de Saaty.....	81



Tabla 24. Variable de Unidades de Geomorfología, valorizada y normalizada, según la clasificación de Saaty, 1980.	84
Tabla 25. Variable de Litología, valorizada y normalizada, según la clasificación de Saaty, 1980.....	85
Tabla 26. Valoración de las clases de la variable de Inclinación de Pendiente (Demek, 1972). De acuerdo a la clasificación de valoración de Saaty.	87
Tabla 27. Variable de Cobertura Vegetal, valorizada y normalizada, según la clasificación de Saaty, 1980.....	89
Tabla 28. Clases de Susceptibilidad a Deslizamientos de acuerdo a los criterios de Sarkar y Kanungo, (2004).	90
Tabla 29. Correlación entre deslizamientos levantados y las zonas de susceptibilidad a deslizamientos obtenidas.....	94



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
pertenece a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"**

1. TITULO.

*SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS DE LA PARROQUIA
CHAQUINAL DEL CANTÓN PINDAL PERTENECIENTE A LA
PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:5000.*



unl

Universidad
Nacional
de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

2. RESUMEN.

La presente investigación se centra en la utilización del Proceso de Análisis Jerárquico de Saaty (1980), el cual consiste en un análisis matricial e involucrar juicios de valores mediante una matriz los criterios seleccionados obteniendo una ponderación o consignación a las variables elegidas. Además de la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la determinación de zonas de susceptibilidad a deslizamientos en la Parroquia Chaquinal, perteneciente al cantón Pindal de la provincia de Loja. Con esta perspectiva se ha llevado a cabo la evaluación de la susceptibilidad en base a un sistema práctico, el cual consiste en aplicar metodologías para la generación de las variables condicionantes, las cuales influyen directamente para que se produzcan deslizamientos y poder determinar la susceptibilidad a deslizamientos.

Como variables que constituyen cada uno de estos mapas temáticos, se consideró como punto de partida digital de un MDT, cuya resolución espacial es de 2.5 m/píxel, para la topografía y el mapa de inclinación de pendientes, la geología considerando la litología presente en el área de estudio, las unidades geomorfológicas y la cobertura vegetal del terreno. En donde las zonas de susceptibilidad a deslizamientos se han correlacionado con un inventario de deslizamientos obteniendo un hecho o una evidencia de que es susceptible a deslizamientos.

Además, se realizó un inventario de deslizamientos para la caracterización de la amenaza como tal y correlacionarlos con las zonas de susceptibilidad a deslizamientos.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"**

ABSTRACT

The present investigation is research focuses on the use of the Saaty (1988) Hierarchical Multi-Criteria Analysis Process, which consists of a matrix analysis and involving value judgments through a matrix of the selected criteria, obtaining a weighting or consignment to the chosen variables. In addition to the application of Geographic Information Systems (GIS) to determine areas of susceptibility to landslides in the Chaquinal Parish, belonging to the Pindal canton of the Loja province. With this perspective, the susceptibility evaluation has been carried out based on a theoretical system, which consists of quantitatively evaluating the conditioning variables, which directly influence landslides to occur.

As variables that constitute each of these thematic maps, geology is considered as a digital starting point of a DTM (Digital Terrain Model) for the topography and slope inclination map, considering the lithology present in the study area, the geomorphological units and the vegetation cover of the land. Where the landslide susceptibility zones have been correlated with a landslide inventory obtaining evidence that it is susceptible to landslides.

In addition, an inventory of landslides was carried out to correlate these landslides found with the areas of susceptibility to landslides.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"**

3. INTRODUCCIÓN.

Las zonas de susceptibilidad a deslizamientos es la capacidad o potencialidad inherente que presenta o puede presentar un deslizamiento, frente a una unidad geomorfológica, debido a las características intrínsecas que posee el terreno para que se genere un deslizamiento.

De acuerdo a Córdova (1995), "en el informe del GAD Chaquinal, año 1995, la parroquia de Chaquinal, viene sufriendo las consecuencias por los movimientos en masa, alimentada en un principio por el fenómeno del Niño, que desestabilizó las estructuras de viviendas de aproximadamente 50 familias del lugar, poniendo a serio riesgo su estabilidad y la vida de cerca de 700 habitantes que fueron testigos de las fracturas del suelo y grandes extensiones y principalmente a lo largo y ancho de la parroquia terminó hasta con la vieja capilla del lugar, en donde se ha visto un radical problema en la parroquia que han tenido planes de reubicación a otro sector".

El presente proyecto de tesis está enmarcado a una investigación de diseño correlacional y de orden práctico, el cual consiste en aplicar metodologías para la generación de las variables condicionantes, las cuales influyen directamente para que se produzcan deslizamientos y poder determinar la susceptibilidad a deslizamientos de la Parroquia Chaquinal, perteneciente al Cantón Pindal de la provincia de Loja, estudio que tiene un área de 17,35 Km². En donde la aplicación de variables condicionantes como: Inclinación de Pendientes, Litología, Unidades Geomorfológicas y Cobertura Vegetal, permitan zonificar con el software ArcMap 10.8, las zonas más susceptibles a deslizamientos.

Con la información que se generó en el presente proyecto de investigación, se pretende facilitar la toma de decisiones a las autoridades locales y al GAD de la Parroquia Chaquinal en el Plan de Ordenamiento Territorial, beneficiarse mediante



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
pertenece a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"**

un mapa de las zonas susceptibles a deslizamientos, lo que servirá como referencia para posibles desarrollos urbanísticos, lo que proporcionará una visión clara de dichas zonas, para elaborar en lo posterior planes, programas y/o proyectos inclinados a prever, prevenir y adoptar medidas de estabilización y control de deslizamientos; para que de tal forma, limitar y reducir los daños que pudiesen causar a los pobladores y sus bienes en el futuro. Esta información se beneficiaría a 1146 habitantes de la parroquia de manera directa y de manera indirecta se tiene influenciada a las demás parroquias aledañas como: el Cantón Puyango – Parroquia Alamor, el Cantón Celica – Parroquia Pózul, y la Parroquia 12 de Diciembre, que se encuentran en las zonas límite de la parroquia.

➤ **OBJETIVOS.**

- **Objetivo General**

Analizar la susceptibilidad a deslizamientos mediante el uso de SIG (Sistemas de Información Geográfica) de la Parroquia Rural Chaquinal del cantón Pindal perteneciente a la Provincia de Loja a escala 1:5 000.

- **Objetivo Específico**

- Generar las variables, para la evaluación de susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000 en la Parroquia Chaquinal.
- Caracterizar morfométricamente los deslizamientos presentes en el Área de Estudio.
- Elaborar un mapa de susceptibilidad a deslizamientos de la Parroquia Rural Chaquinal a escala 1:5000.



4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Fenómenos en Remoción en Masa

Para Varnes (1978) es "un movimiento hacia abajo y hacia fuera de los materiales que forman una ladera bajo la influencia de la gravedad", acompañada a veces por otras fuerzas naturales como las sísmicas, volcánicas o la presión de gases y representando la materia sólida en porcentaje del peso más del 70%.

Un deslizamiento es básicamente el movimiento pendiente debajo de una masa rocosa, detritos o tierra (Cruden, 1991) y esto a su vez puede tener diferentes causas como la geología, geomorfología e intervención humana.

Según (Hauser, 1993), los fenómenos de remoción en masa son procesos de transporte de material, definido como procesos de movilización lenta o rápida de determinado volumen de suelo, roca o ambos, en diversas proporciones, generados por una serie de factores.

Un deslizamiento ocurre cuando pierde el equilibrio y una porción de los materiales que lo componen una ladera, se desliza pendiente abajo por acción de la gravedad. En sí el evento que desencadena un deslizamiento es conocido como un factor detonante

4.1.1. Clasificación de los Movimientos de Masas

Existen muchas clasificaciones de los movimientos de masa, las cuales se aplican según su finalidad y el medio rocoso donde suceden, condiciones hidrogeológicas, velocidad y magnitud del movimiento. Algunas de las clasificaciones más usadas son dadas por González Vallejo 2002, Hutchinson 1988, EPOCH 1993, Dikau 1996, con diversos criterios y fines, sin embargo, para el presente estudio se tomó la clasificación según Cruden y Varnes 1996, que se expone a continuación en la *Tabla 1*.



Tabla 1.

Clasificación de movimientos de masas de acuerdo a Cruden y Varnes (1996).

Tipo	Subtipo
Caídas	Caída de roca (detritos o suelo)
Volcamiento	Volcamiento de roca (bloque) Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento rotacional Deslizamiento traslacionales Deslizamiento en cuña
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 por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)
Reptación	Reptación de suelos Soliflucción, geliflucción (en permafrost)

Fuente: Cruden y Varnes, (1996).

A partir de ello, de acuerdo a la clasificación de los movimientos de masas se consideró únicamente los deslizamientos de roca o suelo.

4.1.2. Deslizamientos

Sharpe, (1938), define a un deslizamiento como: “una caída perceptible o movimiento desencadenante de una masa relativamente seca de tierra, roca o combinación de ella”.

Crozier, (1986) en su publicación señala “un deslizamiento se define como el movimiento gravitacional hacia el exterior de la ladera y descendente de tierras o rocas sin la ayuda del agua como agente de transporte”.

Es el movimiento de una masa de roca, detritos y debris o tierra, pendiente abajo. La ocurrencia de los deslizamientos es consecuencia de un complejo campo de esfuerzos (stress es un esfuerzo por unidad de área el cual es activo sobre una masa de roca o suelo). (Cruden, 1991).

Cruden & Varnes, (1996) señala otro concepto: “es un movimiento ladero abajo de una masa de suelos o rocas, que ocurre predominantemente a lo largo de una



unl

Universidad
Nacional
de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneiente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

superficie de ruptura o zonas relativamente delgadas de intensa deformación cortante".

- **Deslizamientos rotacionales (rotational slides, slumps).**

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva, caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto estabilizante, y este ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas. (Cruden y Varnes, 1996).

Eventualmente se da en terrenos homogéneos, isotrópicos, cohesivos. Su ocurrencia en la naturaleza es rara en estado puro o efímera, pues rápidamente evoluciona hacia mecanismos combinados. Este tipo de movimientos pueden involucrar tanto volúmenes pequeños como volúmenes grandes de material. Las velocidades de propagación de la masa deslizada pueden ser también muy variables.

El tipo de rotura se produce a lo largo de una superficie curvilínea y cóncava. El terreno experimenta un giro según un eje situado por encima del centro de gravedad de la masa deslizada. El material de cabecera efectúa una inclinación contra ladera, generando depresiones donde se acumula el agua e induce nuevas reactivaciones. Este tipo de mecanismo es característico de suelos cohesivos homogéneos y de macizos rocosos intensamente fracturados.



- **Deslizamientos traslacionales (translational slides).**

En efecto García Yagüe, (1966) define “deslizamientos traslacionales de bloques de suelo o roca sin apenas trocearse, sobre superficies únicas en macizos rocosos se han denominado resbalamientos o deslizamientos planos”.

Eventualmente se puede considerar que cuando la superficie de rotura está formada por dos planos que obligan a la masa rocosa contenida a desplazarse según la línea de intersección, se forma un deslizamiento en cuña. Las roturas de cuñas no suelen alcanzar grandes dimensiones debido a que la intersección de planos de gran penetración en el macizo rocoso es infrecuente. (Hoek y Bray, 1981).

Según Cruden y Varnes (1996) señalan que es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de deslizamiento es plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella. En los casos en que la traslación se realiza a través de un solo plano se denomina deslizamiento planar.

- **Deslizamientos Compuestos**

Algunos deslizamientos tienen superficies de falla que no son ni rotacionales ni planares. Skempton y Hutchinson definen el termino deslizamiento (landslide) como un movimiento de ladera abajo de masas de suelo o roca, que ocurre en una superficie de cizallamiento.

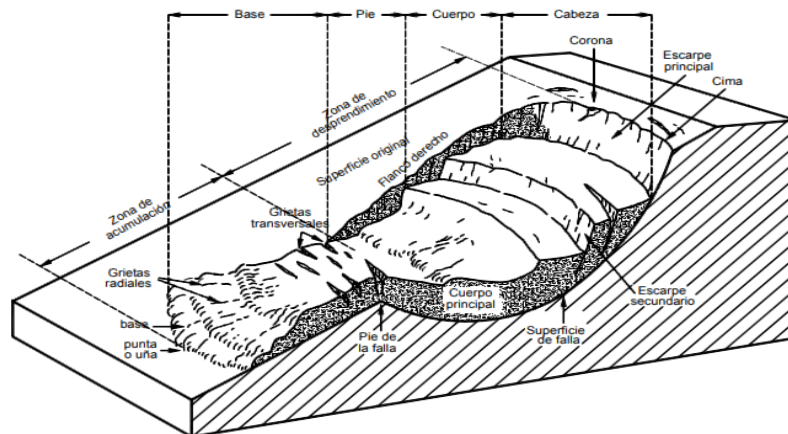
De acuerdo a Hutchinson, J. N., 1988, “para los deslizamientos compuestos la superficie de ruptura se desarrolla a lo largo de planos de plegamiento, o por

la intersección de varias discontinuidades planares o por la combinación de superficies de ruptura y de planos de debilidad de la roca". El movimiento a lo largo de superficies de deslizamiento compuestas no es cinemáticamente posible sin que ocurra cizalla interna significativa en el cuerpo del deslizamiento.

4.1.3. Nomenclatura de las partes de un deslizamiento

Los movimientos ocurren generalmente, a lo largo de superficies de falla, por caída libre, movimientos de masa, erosión o flujos. Algunos segmentos del talud o ladera pueden moverse hacia arriba, mientras otros se mueven hacia abajo. Los elementos que conforman un deslizamiento establecidos según Jaime Suarez (1998) son los siguientes:

Figura 1. Nomenclatura de las diferentes partes que conforman un deslizamiento.

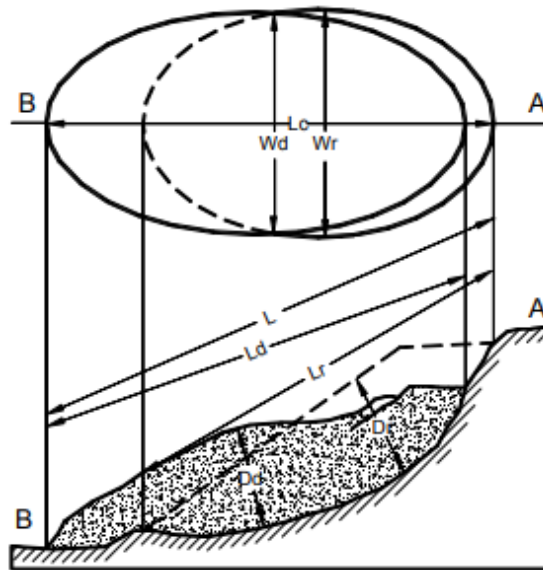


Fuente: Jaime Suarez, (1998).

4.1.4. Dimensiones de los movimientos

Para definir las dimensiones de un movimiento se utiliza la terminología recomendada por el IAEG, 1990 (Asociación Internacional de Ingeniería Geológica). En donde presenta sus anchos y sus longitudes consideradas para una caracterización morfométrica de los deslizamientos.

Figura 2. Dimensiones de los movimientos en masa de acuerdo a IAEG Commission on Landslides (1990).



Fuente: Jaime Suarez, (1998).

4.2. Elaboración de mapas de susceptibilidad a deslizamientos

El mapa de susceptibilidad es un mapa en el cual se zonifican las unidades de terreno que muestran una actividad de deslizamientos similar o de igual potencial de inestabilidad, que se obtiene de un análisis multi-variable entre los factores del terreno que afectan la susceptibilidad a los deslizamientos y el mapa de inventario de deslizamientos según (Suarez, 1998).

En este tipo de mapas, involucra la clasificación, área o volumen y la distribución espacial y potencial de los deslizamientos en el área de estudio, pudiendo incluirse además información sobre la distancia de viaje, la velocidad e intensidad de los deslizamientos existentes o potenciales.

De hecho, para la elaboración del mapa de susceptibilidad, Suarez, 1998, establece que “se tienen en cuenta generalmente tres elementos: el relieve y mapa de pendientes, características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del terreno y el inventario de deslizamientos ocurridos en el pasado” (p. 533).



4.3. Zonificación de susceptibilidad a deslizamientos

Según la definición de zonificación dada por Varnes (1984), para la elaboración de un mapa zonificado de susceptibilidad, amenazas o riesgo de deslizamientos es "necesario dividir el área de estudio en zonas homogéneas para lo cual se requiere un conocimiento detallado de el o los procesos activos en un área, así como de los factores que conducen a un fenómeno de daño potencial.

La susceptibilidad a deslizamientos, generalmente, expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. De hecho, "la susceptibilidad es una propiedad del terreno que indica qué tan favorables o desfavorables son las condiciones de éste, para que puedan ocurrir deslizamientos", (Suarez, 1998).

4.4. Susceptibilidad a deslizamientos

La utilización de SIG para el análisis de susceptibilidad a los deslizamientos, ha sido reportada en varias ocasiones por el U.S. Geological Survey (Brabb 1978, 1984, 1995).

Según Vásquez, 2002, establece que: "la susceptibilidad a los deslizamientos de una unidad de terreno, como la predisposición natural o potencialidad que dicha unidad tiene, para que al interior de ella se presenten los deslizamientos, bajo la influencia de agentes externos que condicionen la estabilidad".

Es la facilidad o propensión de determinadas zonas a generar movimientos en masa, o a ser impactadas por un evento. (Definición basada en EIRD2, 2007).

4.5. Sistemas de información geográfica.

De hecho, los sistemas de información geográfica, son "una herramienta de cómputo de manejo de bases de datos que log codifica, almacena y recupera,



transformando y desplegando datos espaciales desde el mundo real, para diferentes propósitos” (Burrough, 1986).

De acuerdo a Van Westen, 1994, establece que un SIG, “es una herramienta perfectamente aplicable para realizar el análisis y la posterior cartografía de la susceptibilidad de la peligrosidad y/o del riesgo a deslizamientos. El desarrollo de los SIG ha incrementado enormemente la disponibilidad de las técnicas de evaluación de susceptibilidad a deslizamientos y su aplicación”.

Por otra parte, Huxhold y Levinsohn, (2001) en su obra, “Sistemas de Información Geográfica” señala que los SIG, “son un conjunto de hardware, software, datos geográficos, personas y procedimientos; organizados para almacenar, actualizar, analizar y desplegar eficientemente rasgos de información referenciados geográficamente”.

4.6. Fotointerpretación

Papetti L. Y Eremchuk J. (1999) destacan que: “La fotointerpretación (interpretación de fotografías aéreas), es la rama de la Teledetección que nos ayuda a examinar la imagen fotográfica del terreno, con el propósito de identificar los diferentes componentes naturales y de origen antrópico del paisaje. Con estas técnicas se obtiene información para analizar elementos geológicos, naturaleza y tipología de las coberturas vegetales, aspectos arqueológicos, existencia de muros, calzadas, entre otras”.

Es el proceso mediante el cual, se por el que se extrae la información plasmada en las ortofotos. Se trata de reconocer y ubicar los diferentes elementos que aparecen representados, para lo cual se requiere tener conocimientos previos acerca de los procesos geomorfológicos, formaciones vegetales dentro del área de trabajo.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

4.7. Topografía

Aranha Domingues (1979) entiende por Topografía: " el conjunto de principios, métodos, instrumentos y procedimientos utilizados para la determinación del entorno, dimensiones y posición relativa de una porción limitada de la superficie terrestre, del fondo de los mares y del interior de las minas. También compete a la topografía el replanteo de proyectos".

De igual manera es considerada como "la ciencia y el arte de realizar las mediciones necesarias para determinar la posición relativa de puntos sobre, en o debajo de la superficie terrestre, así como para situar puntos en una posición concreta" Buckner (1983). Donde se ha visto ampliamente modificado son las técnicas, los instrumentos de medida y los métodos para la obtención de una base topográfica.

A partir de ello, la realización de la topografía es uno de los pasos iniciales en el presente trabajo de investigación porque da la pauta para conocer las condiciones actuales del terreno, sirve de base para los estudios geológicos, geomorfológicos, pendientes, coberturas vegetales, lo cual servirá para determinar de una manera más eficaz las zonas susceptibles a deslizamientos.

4.8. Geología

Ortiz, David (2004) en su obra Ciencias de la tierra define la Geología como: "Una de las ciencias más modernas, es por definición la ciencia de la tierra y como tal, estudia su composición, su estructura y los fenómenos que se producen y se han producido en ella desde la hora cero de los tiempos geológicos hasta nuestros días, es una ciencia poco independiente, su desarrollo va estrechamente unido al de la astronomía, la física, la química, la biología y otras ciencias".

De hecho, la geología "es la ciencia que estudia el planeta Tierra en su conjunto, describe los materiales que la forman para averiguar su historia y su evolución e



unl

Universidad
Nacional
de Loja

“Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000”

intenta comprender la causa de los fenómenos endógenos y exógenos” (Escobar, 2019).

De esta manera se genera una base de datos a escalas definidas que permite identificar y analizar las características de las formaciones geológicas como son litología, génesis, composición, elementos de yacencia, estructuras, contactos, discordancias, diaclasas, fallas, fracturas, entre otros y posteriormente plasmarlo en un mapa.

4.8.1. Mapeo Geológico

Desde su publicación Ayala, Luis (2018) establece que: “El mapeo geológico requiere de un cierto grado de conocimiento en las disciplinas más básicas de la geología. La topografía, teledetección, petrología de rocas sedimentarias/ígneas/metamórficas, estratigrafía, geología estructural y geología económica son las más indispensables; mientras que otras como la sedimentología y paleontología pueden llegar a ser menos relevantes según el tipo de rocas que se encuentren en el área a determinar”. Además, también determina que: “Un mapeo geológico adecuado no sólo depende de los requerimientos previamente mencionados, sino también de la disciplina con la que se lleve a cabo; es decir, que la metodología de trabajo sea relevante para la adquisición de datos ya que dicha información al ser objetiva debe contar con orden, claridad y coherencia, características que lógicamente hacen que la información perdure en el tiempo.

Es por ello, que se detalla los pasos que limitan al recojo de datos y más no a la interpretación, ya que se consumiría tiempo valioso en campo que lo establece la página oficial de ExploRock:



unl

Universidad
Nacional
de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

- **Observación.**

Corresponde a la visualización del afloramiento rocoso. Implica la localización geográfica del afloramiento, detección preliminar de litologías y representación mental de las orientaciones de posibles estructuras. Se observan las primeras relaciones de contacto (P. Ej. Contactos netos, transicionales, discordantes, etc.) con la meta de obtener un esquema general del afloramiento. En el caso del mapeo geológico orientado a la geología estructural o aplicado a la exploración es muy importante tener bien definida la asociación de estructuras. Considerando prioritariamente las vergencias de fallas y de los mismos planos axiales de pliegues que suelen seguir la regla de las "V". O en el caso del tipo de mapeo que se realiza con énfasis en alteraciones hidrotermales, donde se trata de detectar qué alteraciones están presentes según anomalías de color de pendientes rocosas y/o coloraciones atípicas en corrientes de agua.

En ambas situaciones, así como en otras similares, suelen realizarse dibujos orientados o "sketchs" geológicos sobre una libreta de campo los cuales tratan de representar a "primera vista" la geología del sitio.

- **Identificación**

Consiste en la verificación de los rasgos geológicos observados en el proceso anterior. Se lleva a cabo mediante la determinación litológica en el mismo afloramiento haciendo uso de la piqueta o martillo geológico y una lupa de mano.

En este sentido, se determinan las litologías y particularmente las relaciones de contacto entre ellas. Esta última información ayuda a corroborar y afinar el "sketch" realizado en la observación. En comparación al proceso anterior y a los próximos a mencionar, la identificación de campo es la más crucial ya que



unl

Universidad
Nacional
de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

de ella dependerá la cantidad y sobre todo la calidad y coherencia de la información a medir.

- **Medición**

Al contar con la litología, relaciones de campo y asociación estructural definidas, se procede a establecer las magnitudes y direcciones a las orientaciones de los elementos planares/lineares (P. Ej. Estratos, fallas, etc.). Para esto, se hace uso de la brújula u algún dispositivo digital que entregue los rumbos y buzamientos de la mejor manera posible. Clásicamente, la realización de esta tarea se realiza por medio de brújulas cuadrantales/azimutales de las cuales la más usada de tipo Brunton, aunque existen otras opciones como las Silva o Suunto; pero hoy en día son los mismos celulares mediante aplicaciones (Clino, Rocklogger, Strike and Dip, etc.) los que también entregan mediciones que se acercan muy bien a los datos extraídos por las brújulas. Asimismo, existen múltiples notaciones para el registro del rumbo y buzamiento de un mismo tipo de dato. En ocasiones el rumbo se mide de forma cuadrantal (N60°E, S45°O, N80°O), con valores de buzamiento entre 0° y 90° (80°NO, 65°SE, 30°NE), respectivamente; en otras de forma puramente azimutal con valores que varían entre los 0° y 360° (60°, 225°, 280°) o entre los 0° y 180° (60°, 45°, 100°) con buzamientos entre 0° y 90°. Debido a estas formas de notación es que los rumbos y buzamientos de un mismo tipo de dato pueden llegar a ser confundidos y hasta considerarse mutuamente incorrectos, lógicamente porque cada notación no es igual que otra.

Cabe recordar que cada notación es una convención con la que un geólogo o un grupo de geólogos deciden trabajar en un proyecto. Lo más importante es entender que un mismo tipo de dato puede estar representado arbitrariamente de



unl

Universidad
Nacional
de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

distintas formas, pero más aún, es importante entender su orientación geométrica que sin importar su notación sobre un mapa se verá cartografiada de la misma manera.

- **Ploteo de datos**

Todos los puntos de observación, datos de rumbos y buzamientos más los trazos de lineamientos/fallas/pliegues se dibujan a mano tomando como referencia a las curvas de nivel. Los dibujos se bosquejan de forma manual con el uso de lápices, lapiceros de tinta líquida, estilógrafos, borradores y colores que representen un tipo de roca o edad geológica en especial. Otra herramienta de suma utilidad es el protractor que sirve para el trazo de los ángulos y simbología de rumbos y buzamientos de planos.

Los afloramientos rocosos quedan representados por polígonos cuyos colores se asignan según su tipo de roca o edad, mientras que las líneas correspondientes a la proyección horizontal de estratos, planos de falla u otros elementos planares se representan como líneas. Un error que suele ocurrir durante el mapeo es colorear -de buenas a primeras- los alrededores del sitio donde se acaba de realizar un punto de observación. Esto es así porque en los alrededores no necesariamente se exhibirá la misma litología ni estructuras que se registraron en el punto mencionado. Por este motivo es que suele recomendarse que para pintar una zona específica del mapa primero se revise un conjunto de puntos de observación para tener la seguridad de cerrar un polígono que pertenezca a un mismo tipo de roca en particular; además de que también se aplique la regla de las "V" tanto para un adecuado mapeo local como para la extrapolación de datos hacia zonas alejadas.



Por otro lado, una cualidad del cartografiado que suele ser menospreciada es que el mapa es el marco de referencia en el que los datos estructurales medidos, poco a poco, van tomando forma hasta generar asociaciones más o menos complejas que respetan la persistencia, espaciamiento y escala de las estructuras. Estas tres últimas características son necesarias al momento de construir secciones 2D y modelos 3D, específicamente en la extrapolación de fallas que puedan o no estar en contacto con determinados niveles estratigráficos.

Sin embargo, no siempre son incluidas en el mapeo ya que suelen describirse puntualmente en las libretas de campo y que, a diferencia de un mapa, una libreta no confiere una idea espacial de los cambios de espesor de una zona de daño (cizalla), variaciones de los ángulos de rumbo/buzamiento de una falla ni tampoco de su asociación geométrica con otras adyacentes.

De hecho, la mayor fortaleza de utilizar un mapa radica en que obliga al geólogo a pensar en 3D, de modo que los rasgos geológicos de campo puedan ser más fáciles de plasmar sobre las curvas de nivel.

4.9. Geomorfología

Escobar, G. (2013), desde su libro Manual de geología para Ingenieros. Geomorfología, enuncia que: "La geomorfología es la ciencia que estudia las formas de la Tierra. Se especializa en estructural (que atiende a la arquitectura geológica) y climática (que se interesa por el modelado), incorpora las técnicas estadísticas sedimentológicas, en laboratorio y, sobre todo, pierde su aislamiento para convertirse en una ciencia que atiende múltiples factores e inserta el estudio del relieve al conjunto de relaciones naturales que explica globalmente la geografía física".



La geomorfología se especializa en estructural (que atiende a la arquitectura geológica) y climática (que se interesa por el modelado), incorpora las técnicas estadísticas sedimentológicas, en laboratorio y, sobre todo, pierde su aislamiento para convertirse en una ciencia que atiende múltiples factores e inserta el estudio del relieve al conjunto de relaciones naturales que explica globalmente la geografía física. (Escobar, 2019).

4.9.1. Relieve General

Representa la primera y más grande categoría de unidades geomorfológicas a escala regional, generalmente corresponde a las regiones naturales del Ecuador, está constituida por conjuntos de unidades de relieve con similares génesis, litología y estructura. Éste a su vez se encuentra estructurado por: Costa, De Montaña y Oriente.

4.9.2. Macrorelieve

Representa la categoría intermedia de unidades geomorfológicas a escala de paisaje (10–200 km), implica relaciones de relieve de tipo geogenético, litológico y topográficos. Se distinguen relieves menores que los anteriores como: cordilleras, llanuras, valles, montañas, serranía, piedemontes, penillanura.

4.9.3. Mesorelieve

Son las unidades geomorfológicas menores, de escala local (1-10 km) y que representan a un paisaje tridimensional (geoformas) caracterizado por uno o más atributos morfométricos, litológicos y estructurales. Se distinguen relieves menores que los anteriores como: edificios volcánicos, relieves montañosos, colinas, cuevas, mesetas, chevrones, vertientes, abanicos aluviales, terrazas, mesas, llanuras, horst, graben, etc.



4.10. Pendientes

(INEGI, 1988) INEGI (1988). Define a la pendiente del terreno en un punto dado como el ángulo que forma el plano horizontal con el plano tangente a la superficie del terreno en ese punto. Es, en definitiva, la inclinación o desnivel del suelo. La pendiente es una forma de medir el grado de inclinación del terreno, es decir que a mayor inclinación mayor valor de pendiente. La pendiente constituye uno de los factores que más influye en los procesos de degradación de los suelos.

4.11. Cobertura Vegetal

La Asociación Española de Agricultura Conservación de Suelos Vivos (2018), la denominan como: "La cubierta viva o inerte aporta una gran capacidad protectora sobre el suelo, al actuar como una capa de revestimiento que evita que las gotas de lluvia impacten directamente contra la superficie desnuda del mismo. Al frenar el impacto, se evita la erosión física que éste provoca y, por tanto, se previene la pérdida de suelo, uno de los problemas más acuciantes de la agricultura en ambientes mediterráneos. Además, la cobertura del suelo, supone una barrera física para la escorrentía en zonas con pendiente. De esta forma se evita la pérdida de suelo originada por la erosión que ocasionaría el agua que correría en superficie, cuya acción provocaría regueros y cárcavas. La presencia de cobertura sobre la superficie del suelo supone también una pantalla ante la incidencia directa de los rayos del sol, reduciendo la insolación sobre el mismo.

El resultado de esta acción protectora es la disminución de la evaporación del agua retenida en el suelo, suponiendo un mantenimiento de la humedad del mismo.



5. MATERIALES Y MÉTODOS.

El desarrollo para cada fase del proyecto se requirió la aplicación del método científico que incluye elementos centrales del proceso de investigación como: conceptualizaciones relacionados a los levantamientos geológicos, movimientos en masa estrictamente a deslizamientos y susceptibilidad a deslizamientos, afloramientos, recolección de muestras de cambios litológicos más representativos, compilación de una base de datos mediante fichas técnicas de los afloramientos y los deslizamientos. De esta manera poder aplicar el método del Análisis Jerárquico desarrollado por Saaty, (1980).

5.1. Materiales

5.1.1. Materiales de Campo.

Los materiales empleados para los levantamientos de fichas de afloramientos geológicos y el inventario de los deslizamientos existentes en el área de estudio, así como las técnicas empleadas de investigación e instrumentos, se detallan a continuación en la *Tabla 2*.

Tabla 2.

Materiales de Campo.

MATERIALES DE CAMPO
Fichas de Campo
Impresiones de Cartas y/o Mapas
Kit (Lápices, Pinturas, esferos, marcadores, borrador)
Lápiz Rayador.
Brújula Tipo Brunton.
Martillo Geológico
Lupa 20X
Fundas Ziploc.
Libreta de Campo.

Elaborado por: Fernández J (2021).

5.1.2. Materiales de Geoprocesamiento

Para el Geoprocesamiento a continuación se mencionan los softwares utilizados:



Tabla 3.

Materiales para Geoprocesamiento.

MATERIALES DE OFICINA	
Hardware	Computadora
	ArcMap 10.8
Software	ArcScene 10.8
	SAS-Planet-Gis
	Microsoft Office 2010 (Word - Excel - Power Point)

Elaborado por: Fernández J (2021).

Tabla 4.

Datos obtenidos para el Geoprocesamiento.

DATOS PARA EL GEOPROCESAMIENTO			
ITEM	ESCALA	FUENTE	AÑO
Hoja 22 Alamor M VII-B	1:100.000	Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico	2017
MDT	Resolución 2,5 m/pixel	Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica	2012
12 Ortofotos desde MVII-B2b-(B3-B4-C3-C4-E1-E2-E3-E4-F1-F2-F3-F4):	Resolución 0,6 y 0,6 m/pixel	Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica	2012
Ortofotos:	1:5.000	SAS-Planet	2019
Limites parroquiales del cantón Pindal		Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquia Chaquinal	2019

Elaborado por: Fernández J (2021).

La recolección de información fue el punto de partida del proyecto de investigación, mismo que relaciona estudios previos realizados en el área, provenientes de investigaciones realizadas por el Estado, mediante: Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico, Secretaría Nacional de Información, Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica, Ministerio del Ambiente, Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Chaquinal.



5.2. Método.

Para el análisis de la susceptibilidad a deslizamientos, se ha considerado realizar mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (Analytic Hierarchy Process AHP) desarrollado por Saaty (1980), el cual consiste en un análisis matricial e involucrar juicios de valores mediante una matriz sobre los criterios seleccionados obteniendo una ponderación o consignación a las variables elegidas.

5.3. Metodología para desarrollar el Objetivo 1.

"Generar las variables, para la evaluación de susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000 en la Parroquia Chaquinal".

Según Suarez, 1998, indica que "el mapa de susceptibilidad clasifica la estabilidad relativa de un área, en categorías que van de estable a inestable y donde hay o no, condiciones para que puedan ocurrir deslizamientos y la probabilidad de ocurrencia de un factor detonante como una lluvia o un sismo no se llega a considerar en un análisis de susceptibilidad".

En la actualidad no existe un procedimiento estandarizado para la preparación y/o elaboración de mapas de susceptibilidad a los FRM fenómenos en remoción en masa, pero sí existe mucha libertad para la determinación de los pasos a seguir en cuenta y a los niveles que se debe tomar para variar con el criterio y propuesta de varios autores. Es por ello que las variables que se generó, son las condiciones propias e intrínsecas del terreno en la parroquia Chaquinal para su análisis posterior a la susceptibilidad a deslizamientos. En el cual, las variables que se empleó son: geomorfología, geología, pendientes, cobertura vegetal.

1. Mapa Topográfico

La precisión del mapa de susceptibilidad a deslizamientos, depende mucho de la base topográfica utilizada. Para el presente trabajo investigativo se obtuvo mediante



un MDT que cuenta con una resolución espacial de 2,5 metros por pixel. Para ello se generó las curvas de nivel en ArcMap 10.8, cuya recomendación por el IIGE (Instituto de Investigación Geológico y Energético) en cuanto a la altimetría para escala 1:5000 la equidistancia sea de 5m y las curvas maestras o curvas principales sea a cada 25m. Esto con ayuda de la herramienta Contour en el ArcMap 10.8, que se encuentra en Arctoolbox → 3D Analyst Tools → Raster Surface → Contour. Previo a ello se añadió las Ortofotos del Sistema Nacional de Tierras Rurales para la digitalización de las vías pavimentadas angostas, vías sin pavimentar angostas y senderos, caminos de herradura; y por último la corroboración de la parte de la red hídrica de la zona de estudio.

2. Mapa Geológico

El mapa geológico es una de las variables más importantes a considerar ya que el territorio que lo conforma el área de estudio son litologías subyacentes a los asentamientos humanos, uso de suelos y entre otros aspectos. Es por ello que se tomó como referencia el mapa Geológico de Alamor, hoja 22, M VII-B, escala 1:100.000 publicada el año 2017 por el Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico.

Además, se utilizó de la fotointerpretación para diferenciar con colores, los afloramientos con denudaciones o sin cobertura vegetal partiendo de las Ortofotos obtenidas anteriormente, para posterior realizar una malla de 50 metros * 50 metros debido a la escala de trabajo que se empleó. Los centroides en forma de puntos se obtuvieron con la herramienta de fishnet en el software ArcMap 10.8, para identificar los contactos litoestratigráficos que presenta la carta geológica de Alamor, Hoja 22, M VII-B, considerando las estructuras geológicas, mediante la toma de datos en vías



pavimentadas angostas, vías sin pavimentar angostas, senderos, caminos de herradura y algunas zonas accesibles dentro de la red hídrica que presenta el área de estudio.

Para el mapeo de datos estructurales se realizó la toma de datos como azimut y buzamientos de las unidades geológicas como puntos de contactos, fallas y diaclasas dentro del área de estudio.

A partir de ello, se aplicó el método de descripción de afloramientos en el cual se realizó la corroboración en campo mediante puntos de control, presentados en la fotointerpretación y demás puntos que se ampliaron por rutas accesibles descritas anteriormente, mediante la ayuda de una ficha técnica (*Ver Anexo I*), en la cual recoge la información de los datos obtenidos en el sector y plasmarlo en el mapa topográfico impreso para colorear los puntos de observación directa en campo y crear un polígono que pertenezca a un mismo tipo de litología en particular en un primer borrador a mano y posteriormente digitalizarlo con la herramienta de ArcMap 10.8.

3. Mapa Geomorfológico

Para el mapa geomorfológico se realizó de acuerdo a los criterios para la fotointerpretación geomorfológica, empleados para el proyecto de: "Generación de Información Geo-Espacial a Escala 1:5.000. Para la determinación de la Aptitud Física del Territorio y Desarrollo Urbano mediante el uso de Geotecnologías", en el cual consiste en que por medio de criterios como: la ubicación a nivel regional (geoestructura y ambiente morfoclimático), geología (litología, estratigrafía y geología estructural), génesis (procesos morfogenéticos presentes, Ej: Volcánico, Fluvial), morfología (forma de las unidades, a través de su expresión topográfica), drenaje (disposición de la red hidrográfica sobre el terreno), pendiente (la inclinación de las formas del relieve), cobertura vegetal (como indicador del ambiente morfoclimático e indirectamente es un criterio para identificar formas del relieve).

Con dichos criterios y con el uso de las ortofotos, geología, pendientes, cobertura vegetal y el mapa de sombreado en 3D, en el ArcScene, se realizaron las clasificaciones de unidades geomorfológicas mediante los campos de: unidad genética, geoforma, pendiente en porcentaje, pendiente en grados, y el desnivel relativo en metros, publicado en el Catálogo Descriptivo de Objetos Geomorfológicos del Ecuador, Joaquín del Val, Idurre B; 2014.

4. Mapa de Pendientes

Para el mapa de pendientes, se generó mediante el software ArcMap 10.8 a partir del MDT que con ayuda del software ArcMap 10.8 y con la herramienta de SLOPE, ubicada en Arctoolbox → 3D Analyst Tools → Raster Surface → Slope, se obtuvo un raster de pendientes o slope donde se le dio una dirección de almacenamiento y su respectivo nombre.

Posterior a ello se lo reclasifica al raster de pendientes o slope con la herramienta de RECLASSIFY, que se encuentra en, Arctoolbox → Spatial Analyst Tools → Reclass → Reclassify. Donde se permitió reclasificar por el método de intervalos iguales que presenta la herramienta y la Clasificación de Pendientes como lo estipula Demek en 1972, ya que permite obtener zonas de pendientes y de esta forma obtener un mapa a detalle, como se lo presenta en la siguiente *Tabla 5*:

Tabla 5.

Clasificación de Pendientes.

Término de la pendiente	Categoría (°)
Ligeramente inclinado	0-5
Fuertemente inclinado	5 - 15
Muy inclinado	15 - 35
Empinado	35 - 55
Vertical	> 55

Fuente: Demek 1972.

Luego se convirtió el ráster de pendientes o slope a vector con la herramienta Raster to Polygon, ubicado en, Arctoolbox → Conversion Tools → From Raster →

Raster to Polygon. con la finalidad de poder editar su tabla de atributos y así obtener valores de importancia como: área y porcentaje.

Y finalmente se generalizó cada una de las clasificaciones, es decir se construyó un solo polígono para cada clasificación, para aquellos valores signifiquen lo mismo y se unan en un solo polígono, para ello se utilizó la herramienta Dissolve, que se encuentra en Data Management Tools → Generalization → Dissolve, con el campo de gridcode. Una vez construido se agregó atributos a su tabla tales como: clase, rango, área, perímetro y porcentaje; y se asignó la coloración respectiva e identificativa de cada una de las clasificaciones existentes.

5. Mapa de cobertura vegetal.

El mapa de cobertura vegetal se generó a través de la fotointerpretación, donde se trazaron polígonos alrededor de las diferencias visibles de las coberturas en las ortofotos del Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica y del software SAS-Planet cuyo tamaño de celda es de 0.6 x 0.6 m/pixel.

Para la delimitación de las parcelas se utilizó la clasificación establecida por el MAE–MAGAP (2015), donde define que la leyenda presentada ha sido construida en forma jerárquica, que con un primer nivel general que corresponde a la clase de cobertura vegetal / uso definido por el IPCC adoptado para el Ecuador; en el cual, se representa en la siguiente *Tabla 6*, publicada por el MAE–MAGAP.

Tabla 6.

Tipos de Cobertura Vegetal y Uso Actual del Suelo.

TIPOS DE USO Y COBERTURA VEGETAL			
Número	Nivel I	Nivel II	Nivel III
		Bosque nativo	Bosque nativo
1	Bosque	Plantación forestal	Plantación forestal de Eucalipto Plantación forestal de pino Plantación forestal de eucalipto/pino Asociación forestal Plantación talada
2		Vegetación arbustiva Vegetación herbácea	Vegetación arbustiva Vegetación herbácea

	Vegetación arbustiva y paramo	Paramo	Pajonal Almohadilla o humedal
3	Tierra agropecuaria	Cultivos	Suelo cultivado Suelo arado
		Pastizales	Pasto con manejo Pasto degradado
4	Agua	Cuerpos de agua	Lago o laguna Reservorio Embalse
		Cursos de agua	Ríos Quebradas Canal de riego
		Vegetación lacustre	Totora Lechugín
5	Erial	Afloramiento rocoso	Afloramiento rocoso
		Áreas sin cobertura vegetal	Suelos erosionados
6	Zonas antrópicas	Área poblada	Suelos descubiertos Área poblada
		Vías	Vías Senderos
		Infraestructura	Estructuras diversas
7	Otras coberturas	Área quemada	Área quemada
8	Sin información	Cubierta humo	Cubierta humo
		Nubes	Nubes
		Sombra	Sombra

Fuente: MAE-MAGAP (2015).

Por lo tanto, a partir de la información de la cobertura y uso actual del suelo, publicada por el MAE–MAGAP, se ha modificado para utilizar únicamente la cobertura vegetal, ya que es la variable a considerar, obteniendo las siguientes Clases y abreviaturas en la *Tabla 7*, para la obtención del mapa.

Tabla 7.

Cobertura vegetal modificada con su código para la simbología en el mapa.

Cobertura Vegetal	Códigos
Bosque	Bosq
Tierra Agropecuaria	Tagr
Vegetación arbustiva herbácea y paramo	Varhyp
Zonas Pobladas	Zpob
Cuerpos de Agua	Cpsa
Zonas Quemadas	Zque
Sin Información	Sinf

Elaborado por: Fernández J (2021).



5.4. Metodología para desarrollar el Objetivo 2

"Caracterizar morfométricamente los deslizamientos presentes en el Área de Estudio".

Para la caracterización morfométrica de los deslizamientos presentes en la parroquia Chaquinal, se inició con un levantamiento de inventario de deslizamientos en la zona, ya sean de tipo rotacional, traslacional o compuesto, mediante una ficha técnica modificada por el autor de acuerdo a una plantilla publicada por el Proyecto Multinacional Andino, para recoger datos en el área de estudio, (Ver el Anexo 2).

Posteriormente, se pasó los datos levantados al software ArcMap 10.8, para corroborar con las Ortofotos los deslizamientos presentes en el área de estudio. Se empleó un Shape Field de polígonos que representen los deslizamientos visibles en el Mosaico de las Ortofotos a escala 1:5 000, con los datos de puntos de GPS levantados en campo, para posteriormente caracterizar morfométricamente los deslizamientos mediante operaciones de vectorización con las herramientas de Feature to Point ubicado en el ArcToolBox → Data Management Tools → Features → Feature to Point en el Software ArcMap para la determinación de la Longitud de la línea central (Lcl). En el cual, se determinó el Área, el Perímetro, la Longitud Total, Longitud de la masa desplazada, la Longitud de Línea Central y Ancho de la masa desplazada.

La caracterización morfométrica de los deslizamientos se lo realizó con el fin de hacer una correlación entre los deslizamientos encontrados y las zonas de susceptibilidad a deslizamientos obtenidos por la valoración de pesos del método de Saaty y posterior con las herramientas del software ArcMap 10.8, validando de que, si es o no es susceptible a deslizamientos, las zonas en la parroquia Chaquinal.

5.5. Metodología para desarrollar el Objetivo 3

“Elaborar un mapa de susceptibilidad a deslizamientos de la Parroquia Rural Chaquinal a escala 1:5000”.

El mapa de susceptibilidad a deslizamientos, se obtuvo como resultado de la unión de un conjunto de mapas temáticos de los factores condicionantes y se elaboró con una herramienta informática que posee un sistema de información geográfica, ArcMap 10.8 que permite hacer un análisis cruzado entre todas las variables.

Las variables para la determinación de la susceptibilidad a deslizamientos son: unidades de geomorfología, litología, inclinación de pendiente y cobertura vegetal.

El Proceso de Análisis Jerárquico de Saaty, propone la asignación de pesos $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$ a las variables, en donde se comparó cada criterio i con cada criterio j , Obteniendo los valores de a_{ij} , agrupando de cierta manera en una matriz cuadrada, para posterior determinar el eigenvector principal, el cual establece los pesos “ W_j ” que a su vez proporciona una medida cuantitativa de la consistencia de los juicios de valor entre pares de criterios. (Ver Tabla 8)

El procedimiento que se empleó, determina cuanto es la importancia relativa del criterio por cada fila y se hace la relación al criterio de su columna correspondiente, de tal manera que se complete toda la matriz con todos los valores. Luego se sumó cada columna para obtener un valor marginal y obtener una nueva matriz mediante la división de cada celda entre el valor marginal de su columna, es decir obtener una matriz normalizada. Y por último se calculó el valor promedio de la normalización obteniendo los pesos para cada variable.

Tabla 8.

Esquema del Método de Jerarquías Analíticas para la Asignación de Pesos.

Factores	Matriz de comparación por Pares				Eigenvector Principal o Peso
	A	B	C	D	
A	XAA	XAB	XAC	XAD	WA
B	XBA	XBB	XBC	XBD	WB
C	XCA	XCB	XCC	XCD	WC
D	XDA	XDB	XDC	XDD	WD

Fuente: Thomas Saaty, 1980.

La escala de medida establecida por Saaty, 1980, para la asignación de juicios de valor es continua que va desde el peso relativo de 1 hasta 4.

Tabla 9.

Escala de Saaty para determinar el valor de Xij.

Nivel de importancia	Definición	Descripción del criterio i, al compararse con j:
1	Igual preferencia	Los dos criterios (i,j) contribuyen de igual manera al proceso de deslizamiento
2	Moderada preferencia	Pasadas experiencias favorecen ligeramente al criterio (i) sobre el otro (j)
3	Fuerte preferencia	Prácticamente la dominancia del criterio (i) sobre el otro (j) está demostrada
4	Absoluta preferencia	Existe evidencia que determina la supremacía del criterio (i)

Fuente: Thomas Saaty, 1980.

Y por último para la definición de la calidad de la decisión final, se realizó la consistencia del juicio del experto de tal manera que el método del proceso analítico jerarquico de Saaty, permitió medir el grado de consistencia entre las opciones pareadas proporcionadas por el experto. En donde la consistencia de los juicios del experto, se calculó a partir del autovalor de máximo ($n_{\text{máx}}$), y se compara el número de criterios que es n y en el caso de que los valores sean iguales, se puede verificar que el juicio es completamente consistente.

En el cual, también se definió la Razón de Consistencia (RC), a partir del Índice de Consistencia (IC) y del Índice de Consistencia Aleatorio (ICA):

$$RC = \frac{IC}{ICA}$$

Donde:

- RC: Razón de Consistencia de A.
- IC: Índice de Consistencia.
- ICA: Índice de Consistencia Aleatorio.

Para el cálculo de IC se emplea la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{nmax - n}{n - 1}$$

Para el valor de $nmax$, se calcula de $AW = nmax * W$ observando que la ecuación es:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}W_j = nmaxW_i < - > i = 1,2,3, \dots, n \text{ dado que } \sum_{i=1}^n W_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^n a_{ij}W_j) = nmax \sum_{i=1}^n W_i$$

Posterior del análisis de las descripciones del grado de consistencia que propone Saaty, se realizó la etapa del Geoprocesamiento en el software ArcMap 10.8, de los datos de las variables que se consideró para el análisis de susceptibilidad a deslizamientos.

Y finalmente, para la reclasificación del grado de susceptibilidad se ha considerado la clasificación en el estudio realizado por Sarkar y Kanungo, 2004, (Ver Tabla 10).

Tabla 10.

Criterios para determinar la susceptibilidad a deslizamientos.

Criterio	Susceptibilidad	Categoría
Laderas con zonas de falla, masas de suelo altamente meteorizadas y saturadas y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe una alta posibilidad de que ocurran.	Muy Alta	5
Laderas que tienen zonas de falla, meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran.	Alta	4
Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados, donde no han ocurrido deslizamientos, pero no existe completa seguridad de que no ocurran.	Moderada	3
Laderas que tienen algunas fisuras, materiales parcialmente erosionados, no saturados, con discontinuidades favorables, donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos.	Baja	2
Laderas no meteorizadas con discontinuidades favorables que no presentan ningún síntoma de que puedan ocurrir deslizamientos	Muy Baja	1

Fuente: Sarkar y Kanungo, (2004).

Elaborado por: El Autor.

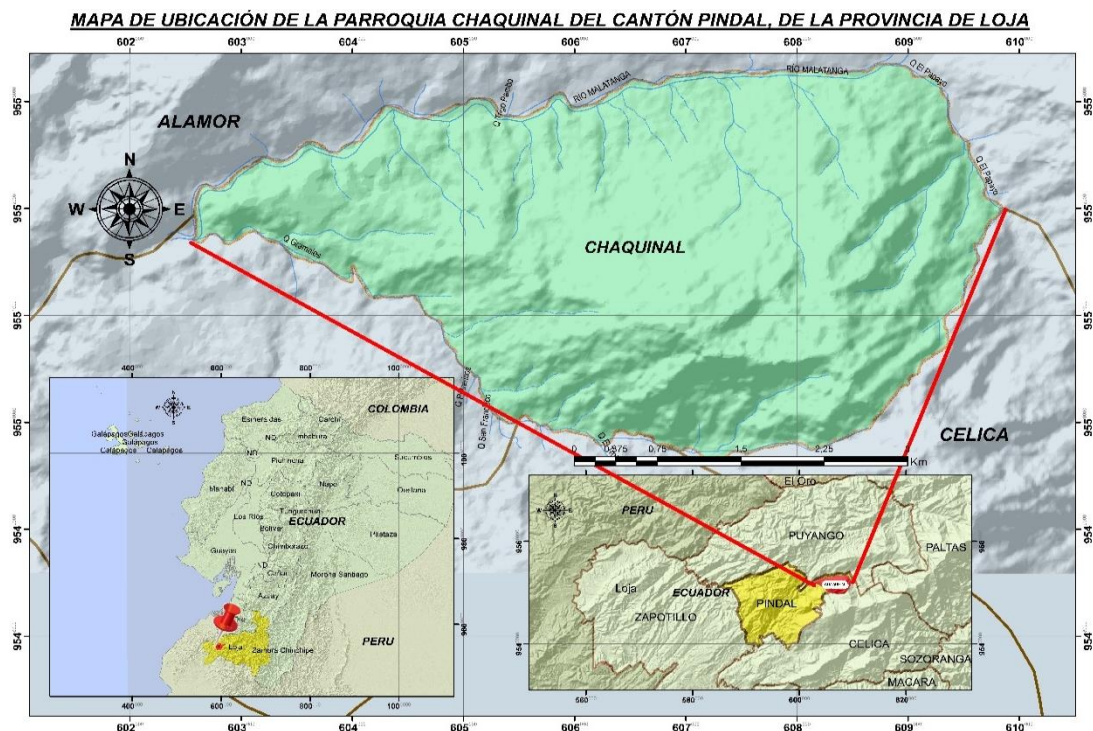
6. RESULTADOS.

6.1. Descripción general del área de estudio.

6.1.1. Ubicación

El área de estudio tiene una extensión de 17,35 Km² se encuentra en la parte Sur Occidental del territorio ecuatoriano, Provincia de Loja, y éste a su vez en el Cantón Pindal, en donde ocupa el 8,5% del Cantón. Presenta un terreno irregular con alturas que varían entre los 676 a 1572 m.s.n.m. El drenaje principal está representado por el Rio Matalanga, que posterior formaría el Rio Alamor, en donde desemboca al Océano Pacífico, la concentración humana más importante se encuentra en la parroquia, que con el último (CENSO 2010) tiene un total de 1146 habitantes, en donde pueblos más pequeños se encuentran diseminados por toda la zona. La parroquia se encuentra limitada por: al Noreste con el Cantón Alamor, al Sur con el Cantón Celica con la Parroquia Pózul, y al Suroeste con la Parroquia 12 de Diciembre, perteneciente al Cantón Pindal.

Figura 3. Ubicación Geográfica de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal.



Elaborado por: Fernández J. (2021).



6.1.2. Acceso

Se lo realiza por vía terrestre desde la ciudad de Quito por la vía Troncal de la Costa E25, atravesando las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, Guayas, El Oro y Loja hasta el Cantón Alamor y dirigiéndose por la misma vía por medio de transporte parroquial y provincial, se puede acceder. A través de vía aérea, desde los aeropuertos de Quito y Guayaquil hasta el Aeropuerto de Catamayo que se localiza a 160 km hasta Alamor.

6.1.3. Clima

En cuanto al clima, predominan dos estaciones bien marcadas, de invierno en los meses de noviembre a febrero y verano de los meses de marzo a octubre. El tipo de clima de la parroquia Chaquinal es Clima Ecuatorial mesotérmico Semi-Húmedo que se caracteriza por tener precipitaciones medias anuales de 400 a 2200 mm/año, en los meses de febrero-mayo y octubre-noviembre siendo el clima más predominante en los valles de la Sierra a excepción de los valles calientes de Guayllabamba. Además, se encuentra en el piso climático de Piemontano y la temperatura media en la parroquia oscila entre los 12°C a los 22°C. (PDOT Chaquinal, 2014-2019).

6.1.4. Hidrografía

La parroquia Chaquinal se encuentra dentro de la cuenca de Rio Catamayo Chira, en la subcuenca del rio Alamor y en las microcuencas del rio Matalanga que más adelante se convierte al rio Puyango, en varios drenajes menores y en la quebrada Gramales.

El caudal de las quebradas perennes, en temporada de verano, se secan entre los meses de mayo a diciembre y las quebradas Macandamine – Colay, y San Vicente, son las que alimentan las acequias para el riego de las partes bajas de la Parroquia Chaquinal, mediante un canal de riego desde la parte sur del barrio Palmitas hasta el



barrio Gramales continuando al límite parroquial de 12 de Diciembre, perteneciente al cantón Pindal. (*Ver Anexo 3.*)

6.2. Topografía

Para la elaboración del mapa topográfico, se realizó con las herramientas del software ArcMap 10.8 del MDT. Para ello se generó las curvas de nivel en ArcMap 10.8, cuya recomendación por el IIGE (Instituto de Investigación Geológico y Energético) en cuanto a la altimetría para escala 1:5000 la equidistancia sea de 5m y las curvas maestras o curvas principales sea a cada 25m. Esto con ayuda de la herramienta Contour del Raster Surface. Y previo a ello se añadió las Ortofotos del Sistema Nacional de Tierras Rurales para la digitalización de la red vial y la red hídrica de la zona de estudio.

Las partes más bajas de la parroquia se encuentra al Este en el barrio Gramales con alturas de 712 msnm, y las partes altas al Oeste en los barrios de Palmitas, Carrizal Matalanga, El Papayo con alturas de hasta 1120 msnm. En la presente (*Ver Tabla 11*), se muestra las alturas de ubicación de los barrios pertenecientes a la parroquia Chaquinal.

Tabla 11.

Barrios en la Parroquia Chaquinal con sus alturas sobre el nivel del mar.

Barrios	Alturas
Gramales	712
Tulipan	820
Matalanga	860
Chaquinal	847
Callancas	918
Carrizal	1029
Faical	1032
Palmitas	1048
El Papayo	1120

Elaborado por: Fernández J. (2021).



6.3. Geología Regional

En el extremo suroeste del Ecuador, en la provincia de Loja, colinda con el norte de Perú. Y la parroquia Chaquinal se encuentra dentro de la Carta Geológica de Alamor (Hoja 22), consta de una morfología con dominios de llanura costera y parte de la Cordillera Occidental con un rango altitudinal que va de 10 a 3920 msnm.

En la parroquia Chaquinal, las principales formaciones geológicas están agrupadas por rocas volcánicas y volcano-sedimentarias asociadas al volcanismo antiguo, consintiendo en rocas de edad cretácica de origen magmático efusivas y tipo Flysch en la cuenca Alamor Lancones, marcada por la actividad tectónica.

Aparentemente la Cuenca Alamor Lancones, se desarrolló en parte sobre un sustrato de rocas metamórficas pertenecientes a los cinturones compuesto por rocas metamórficas correspondientes al Complejo El Oro y de la Cordillera Real, empezando por un desprendimiento y rotación del Bloque Amotape Tahuín, generando una zona de incidencia que posibilitó en el cretácico inferior el emplazamiento de la cuenca de un intrusivo volcánico máfico Unidad Punta de Piedra.

Las principales formaciones que se encuentra la Parroquia son las Formación Celica como una secuencia volcanoclástica, intercalada con mantos de lava de composición basáltico-andesítica, litológicamente compuesta por tobos de cristales de composición andesítica, brechas tobáceas de composición andesítica verdosas, con clastos andesíticos intercalados de mantos de lava basalto andesítica. La Formación Ciano, comprendida por rocas sedimentarias finamente laminadas, intercaladas de rocas volcánicas, litológicamente están constituidas de rocas de centímetros a decímetros, de areniscas, limonitas y lutitas de color gris oscuro y en ocasiones gris verdoso. *Ver Anexo 4*, donde se muestra en un mapa de las formaciones geológicas pertenecientes al área de estudio.



6.3.1.1. Litoestratigrafía

- Formación Celica (Kc).

Definida por Bristow, C., Hoffstetter, R., (1977), y redefine INIGEMM, (2013) como una secuencia volcanoclástica, intercalada con mantos de lava de composición basáltico-andesítica, que generalmente están silicificados, cloritizados y epidotizados en menor grado. Aflora en Pindal, río Naranjapamba, sector Algarrobillo, lecho de la quebrada Pindal Grande, sector Roblones, sector Piedra Grande y en Cerro Zapotes. Litológicamente son tobas de cristales de composición andesítica con fenocristales subhedrales de piroxeno y hornblenda; brechas tobáceas de composición andesítica, verdosas, con clastos andesíticos; matriz tobácea, con minerales de plagioclasa, piroxenos y vidrio volcánico. Puntualmente intercaladas con mantos de lava basalto-andesítica. La relación lito-estratigráfica con otras unidades, es evidenciada a lo largo de la carretera Alamor– Pindal quebrada Quillusara, encontrándose sobre yaciendo discordantemente por rocas sedimentarias de la Formación Ciano con una dirección preferencial NE– SO y un buzamiento de 30° al NO; al NE de la zona de estudio, en el sector Santa Martha, el contacto con la Formación Ciano es fallado con dirección E-O.

- Formación Ciano (KCn).

Definida inicialmente por Kennerley,(1973). Comprende rocas sedimentarias finamente laminadas, intercaladas con volcánicos. Esta formación se encuentra expuesta en la parte nororiental la de la hoja geológica Alamor en el poblado del mismo nombre, extendiéndose hasta la parte sur occidental por el sector de Bejucal y Cabeza de Toro. Aflora en la vía Alamor-Limo, en la vía Alamor–Pindal-Milagros y alrededor del río Alamor, en la vía Huasimal-El Cabuyo El Guabo. Litológicamente, las rocas sedimentarias contienen intercalaciones de espesores centimétricos a



decimétricos de areniscas, limonitas y lutitas de color gris oscuro y en ocasiones gris verdoso. Las areniscas tienen textura psamítica, con clastos de grano fino a medio en estratos de color gris oscuro-crema por el contenido de sílice. Las limonitas son de grano fino, gris oscuro y textura aleurítica. Las lutitas son muy finas y centimétricas. Estas rocas se encuentran silicificadas y en ocasiones contienen carbonatos en la matriz y sulfuros diseminados. Los volcánicos se encuentran intercalados y en ocasiones intruyen en forma de sills y comprenden tobas, tobas de cristales, brechas volcánicas de matriz tobáceas con clastos andesíticos y basálticos de tamaño menor a 40cm, la matriz es tobácea con cristales de plagioclasa, piroxeno y vidrio volcánico. De acuerdo a su posición estratigráfica se le atribuye una edad Albiense Cenomaniense, la cual fue asumida por la existencia de microfósiles del Cretácico Inferior en límite con el Cretácico Superior. Jaillard y otros, (1996). La Formación Ciano se encuentra subyaciendo al Formación Tronco Quemado en el sector de Pueblo Nuevo, mientras que en el Contrafuerte Cabeza de Toro y en El Cabuyo, se encuentra subyaciendo concordantemente al Formación Chaquino. Al noreste en el sector de San Vicente contacto con la Formación Celica es fallado y a lo largo de la vía Achiotas-Pindal-Huasimal se encuentra sobreyaciendo discordantemente. Esta formación tiene un aporte proximal del arco volcánico oceánico del Cretácico y adicionalmente, debido al cuarzo encontrado en las láminas delgadas, también tendría un aporte continental del basamento metamórfico existente en la parte noroccidental de la cuenca, razón por la cual su formación debió ser una cuenca de tras arco.

6.4. Geología Local

Para la descripción del área de estudio, se analizó desde el basamento hasta la superficie, es decir de lo más antiguo (Formación Celica, Formación Ciano) a lo más joven (Depósitos Coluviales y Depósitos Aluviales).



El levantamiento de la geología local se realizó mediante el método de descripción de afloramientos, mediante recorridos por diferentes zonas más accesibles en la parroquia, identificando las características litológicas y a la toma de datos de elementos de yacencia de cada uno de los afloramientos tanto naturales o artificiales expuestos, así como extracción de muestras de las diferentes litologías para realizar una descripción petrográfica macroscópica.

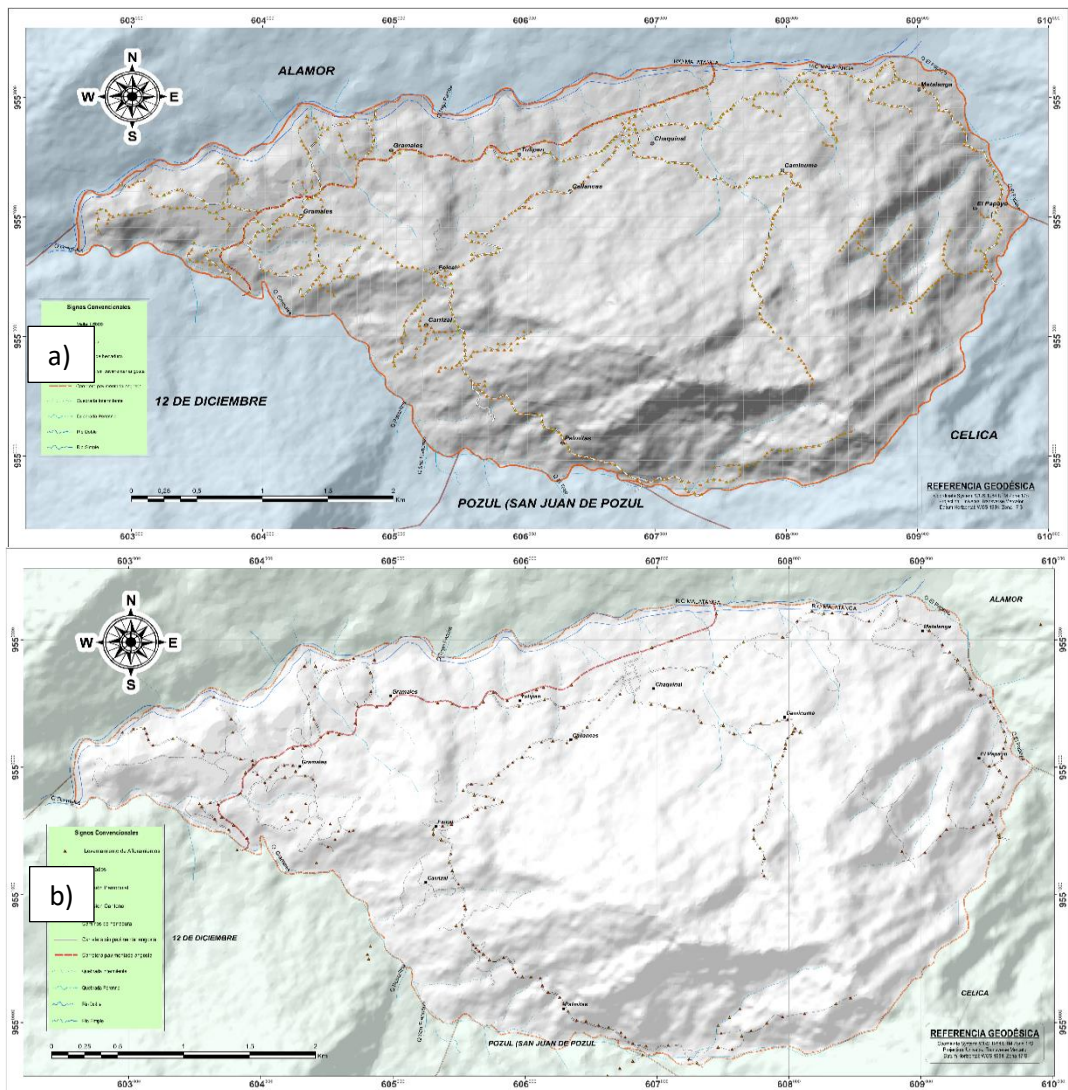
Dentro del área de estudio de la parroquia Chaquinal, se encuentra constituido principalmente por material volcánico sedimentario al NW y una secuencia de volcanoclástica, intercalados con mantos de lava de composición basáltico-andesítica al SE de la parroquia Chaquinal.

El basamento de la parroquia Chaquinal, está compuesta por la Unidad Punta de Piedra, constituida por una secuencia volcánica submarina de afinidad toleítica, por una serie de basaltos de color negro y gris verdoso, con magnetismo representado por gabros. Dicho a ello, el basamento de basaltos oceánicos se superpone una secuencia volcanoclástica proximal, constituido por tobas, tobas brechosas de afinidad toleítica-arco de islas, correspondiente a la Formación Celica de edad Albiense. En donde dichos conjuntos de rocas se formaron en el Aptiense al Turoniense en un sistema de arco insular, asociado a rocas volcanosedimentarias. En donde posteriores eventos geológicos, como la erosión, se depositó la Formación Ciano hasta el Cenomaniense, representada por la intercalación de rocas sedimentarias ocasionalmente silicificadas y volcanoclásticas proximales de la Formación Celica. Lo que indica que la sedimentación fue durante episodios volcánicos de un arco insular. (Ver *Anexo 06*).

Para la confección del mapa geológico, previo a la visita de campo se planificó con una malla de acuerdo a la escala de levantamiento de los posibles afloramientos

y puntos de control para la visita de campo, en donde se puede evidenciar (Ver Figura 4), en donde en la figura a) muestra la planificación con su malla, los posibles afloramientos a ser levantados, puntos de contactos en zonas de accesibilidad; y en la figura b) los afloramientos levantados en campo con ayuda de la planificación del mapa regional, la malla y los centroides como puntos de referencia. Cuya confección se realizó mediante la interpolación de los afloramientos encontrados a lo largo y ancho de la parroquia.

Figura 4. Desarrollo de planificación y levantamiento en campo. a) Planificación de levantamiento en campo por vías, caminos y quebradas, de mayor accesibilidad con ayuda de una malla a escala de 1:5000 y los centroides como posibles puntos de referencia a levantar. b) Afloramientos levantados en campo con un total de 254 entre afloramientos y puntos de control como referencia de la misma litología.



Elaborado por: Fernández, J. (2021).

A continuación, se presenta los afloramientos más representativos para la confección del mapa litológico de un total de 254 puntos de afloramientos levantados y puntos de control de la misma litología que fueron necesarios para el análisis de la susceptibilidad a deslizamientos, dentro del área de estudio en la Parroquia Chaquinal.

6.4.1.1. Formación Celica.

La Formación Celica del Cretácico inferior al superior, es producto de la actividad volcánica cretácica ligada a la subducción, consiste en una secuencia de arco volcánico erupcionado en una depresión Lancones – Alamor. Litológicamente de manera general está compuesto por lavas andesíticas con intercalaciones de volcanoclásticos.

- Localizado en el barrio Gramales, coordenadas UTM: 603821E; 9551353N.

Figura 5. Afloramiento como punto de contacto entre la Formación Celica y la Formación Ciano, sector Puente Gramales, en el barrio de Gramales.



Fuente: Fernández J. (2021).

Se extiende a lo largo de la vía que conduce desde la parroquia Chaquinal hacia el Cantón Pindal, en su margen izquierda localizado en la parte oeste de la parroquia estrictamente en el Puente Gramales.

El afloramiento es de origen artificial por la intervención antrópica para apertura de vía, tiene un relieve bajo, con vegetación escasa en la parte superior del afloramiento con un espesor de 20 cm de cobertura vegetal. Litológicamente está compuesto por lavas andesíticas en forma masiva, con textura porfírica es decir presenta fenocristales, de color verdes homogéneas a color marrón, con intercalaciones de piroclastos de composición andesítica. Se encuentra como punto de contacto entre la Fm Ciano compuesta por limoarcillitas de coloraciones amarillentas con intercalaciones de rocas volcanoclásticas de composición andesíticas. Con elementos de yacencia con un azimut de 82° , un buzamiento de 24° y una dirección de buzamiento hacia el NW. El afloramiento se encuentra con un grado de meteorización de medio a alto debido a las condiciones atmosféricas a las cuales se encuentra expuesto.

- Localizado en el barrio Palmitas, coordenadas UTM: 606634E; 9549962N.

Figura 6. Afloramiento dentro de la Formación Celica en el barrio de Palmitas.



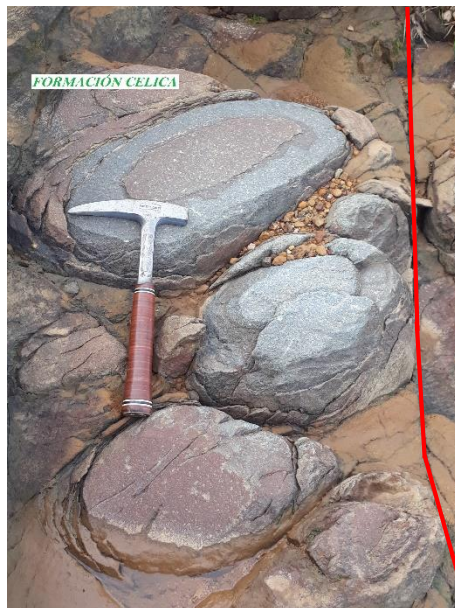
Fuente: Fernández J. (2021).

El presente afloramiento se encuentra en la vía que conecta la parroquia Chaquinal con la parroquia Pózul del Cantón Celica, al límite parroquial del área de estudio.

Es de origen artificial, con un relieve montañoso y con presencia exuberante de cobertura vegetal en la parte superior y en la parte baja del afloramiento. Litológicamente se encuentra constituido por mantos de lava de composición basáltico – andesítico. Además, se encuentra con intercalaciones de tobas de cristales de textura porfírica al presentar fenocristales subhedrales de piroxeno y hornblenda y con presencia de clastos andesíticos cuya potencia que alcanza los 6m. Los datos estructurales son: $83^{\circ}/33^{\circ}$

- Localizado en el barrio Gramales, coordenadas UTM: 604191E; 9551608N.

Figura 7. Afloramiento de la Formación Celica en el barrio de Gramales.



Fuente: Fernández J. (2021).

Se encuentra al oeste de la parroquia Chaquinal estrictamente en el barrio gramales, en una quebrada perenne y a 30 metros una quebrada intermitente.

El afloramiento es de origen natural por la erosión de agentes externos y por ser meteorizado por una quebrada perenne, es de relieve bajo, es nula la cobertura vegetal por la presencia de cultivos de maíz a su alrededor. Litológicamente contiene mantos de lava de composición basáltico – andesítico de textura afanítica de forma masivas de coloraciones verdes homogéneas a marrón por la meteorización. Además, presenta una micro falla inversa dextral cuya extensión no supera los 10m de ser observado cuyo dato estructural es de $311^{\circ}/15^{\circ}$ y está suprayaciendo a dicho conjunto la litología de la Fm Ciano.

6.4.1.2. Formación Ciano.

La Formación Ciano, del Cretácico medio al Superior, depositado en el flanco occidental del Cantón Alamor, que consiste en una secuencia volcano – sedimentaria que contiene de manera general lutitas intercalado de limoarcillitas y rocas volcánicas.

- Localizado en el sitio Tulipán, coordenadas UTM: 603821E; 9551353N.

Figura 8. Afloramiento de la Formación Ciano en el sector Tulipán.



Fuente: Fernández J. (2021).

El presente afloramiento se encuentra en la vía que conecta la parroquia Chaquinal con la parroquia 12 de Diciembre y el Cantón Pindal.

Es de origen artificial por la intervención del hombre por una excavación para apertura de la vía, tiene un relieve bajo y tiene exuberante cobertura vegetal. Litológicamente el afloramiento presenta alternancias de lutitas de color negro a marrón cuya potencia es de 5cm y limoarcillitas de grano fino con potencias de 2cm de coloraciones gris oscuro a color marrón, ésta a su vez, tienen una textura aleurítica. Cuyos datos estructurales son de $181^{\circ}/42^{\circ}$.

- Localizado en el barrio Faical, coordenadas UTM: 605840E; 9550509N.

Figura 9. Afloramiento de la Formación Ciano en el sector Faical.



Fuente: Fernández J. (2021).

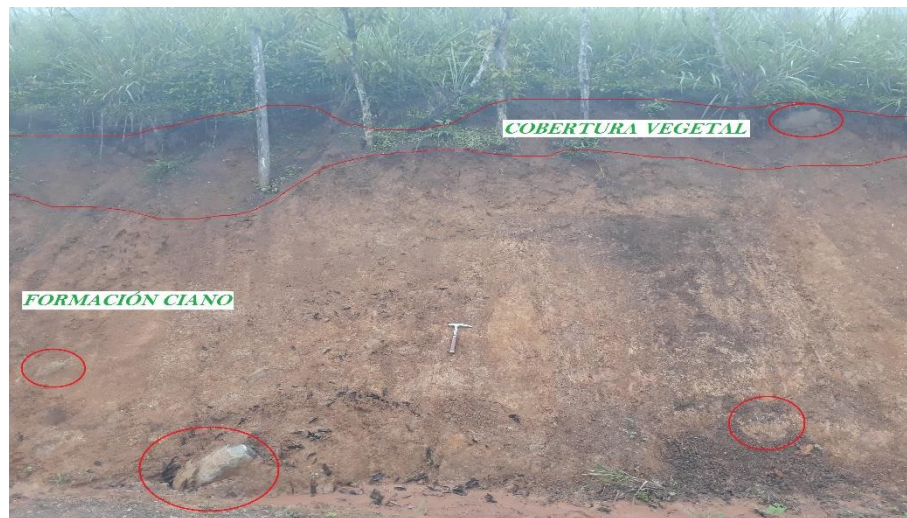
Se encuentra en la vía que conduce desde la Parroquia Chaquinal a los barrios de Faical, Carrizal y Palmitas hasta el límite con la parroquia de Pózul del Cantón Celica y el área de estudio.

El afloramiento tiene exuberante vegetación y escasa cobertura vegetal y se encuentra en un relieve colinado. Litológicamente se encuentra constituido por limoarcillitas de coloración marrón a rojizas de grano fino y tienen textura aleurítica, lutitas finamente laminadas que van desde los 2cm hasta los 8 cm, se encuentra intercalado de areniscas en pequeños estratos con potencia de 5cm y además con rocas volcánicas de composición andesítica de textura. Sin datos estructurales ya que el afloramiento se encuentra muy erosionado y no presenta continuidad en sus

estructuras; es decir, posee una meteorización alta por los agentes externos o atmosféricos en el afloramiento, al igual que el número de capas de las areniscas no es observable por lo que se puede distinguir la presencia de una sola capa de estratos de roca.

- Localizado en el barrio El Papayo, coordenadas UTM: 609535E; 9551631N.

Figura 10. Afloramiento de la Formación Ciano en el barrio El Papayo.



Fuente: Fernández J. (2021).

El afloramiento se encuentra en la vía que conduce desde la Parroquia Chaquinal al barrio de El Papayo hasta el límite con el Cantón Celica y el área de estudio.

Se encuentra con exuberante vegetación de pastizales y con una potencia de 25 cm a 60 cm de cobertura vegetal y es de relieve bajo. Litológicamente se encuentra constituido por limoarcillitas de color marrón a rojizas de grano fino con textura aleurítica. Las lutitas son finas desde los 2cm hasta los 8cm, intercalado de areniscas en pequeños estratos con potencia de 5 cm. Y para la toma de datos estructurales, se impidió determinar el dato azimutal ni el buzamiento por el fracturamiento intenso de la roca por poseer un grado de meteorización alto, al encontrarse en exposición directa a los agentes externos.

- Localizado en el barrio Chaquinal, coordenadas UTM: 606141E; 9552629N.

Figura 11. Afloramiento de la Formación Ciano en el barrio Chaquinal.



Fuente: Fernández J. (2021).

El presente afloramiento se encuentra en el transcurso de la vía Alamor a la parroquia Chaquinal al lado este de la parroquia del área de estudio.

Se encuentra como un punto de contacto entre la Formación Ciano y un depósito de coluvión antiguo. El afloramiento tiene escasa vegetación y tiene un relieve colinado. Litológicamente se encuentra constituido lutitas de color negro a marrón con potencias de 20 cm intercalado de limoarcillitas con potencias de 2cm y rocas volcánicas de composición andesíticas de textura fanerítica. Se encuentra como punto de contacto con Depósitos Coluviales compuestas por bloques de roca de lava andesítica basáltica, fragmentos angulosos y cantos subredondeados con una matriz limo arcillosa con alta meteorización, de color amarillo pardo a gris. Cuyo dato estructural del contacto observado es de $115^{\circ}/35^{\circ}$.

6.4.1.3. Depósito Coluvial.

Los Depósitos Coluviales son encontrados como producto del transporte gravitacional de los materiales resultantes de la desintegración de relieves primarios, principalmente de la Formación Celica y parte de la Formación Ciano, compuesta

de manera general por bloques y cantos de rocas de lava andesítica basáltica con matriz limo arcillosa y arenosa.

- Localizado en el sitio Gramales, coordenadas UTM: 603793E; 9551548N.

Figura 12. Afloramiento de Depósito Coluvial en el barrio Gramales.



Fuente: Fernández J. (2021).

El afloramiento se encuentra en la vía que conduce la Parroquia Chaquinal hacia la Parroquia 12 de Diciembre y el Cantón Pindal. En el sector Gramales.

Se encuentra constituido con vegetación escasa y de relieve bajo.

El afloramiento esta litológicamente compuesto por bloques de roca volcanoclásticas de composición andesítica basáltica de textura fanerítica, fragmentos angulosos con tamaños de hasta 60 cm y cantos subredondeados con matriz limo arcillosa con alta meteorización, de color amarillo pardo a gris. Y no se puede tomar datos estructurales al no presentar estratos litológicos y por estar muy meteorizado.

- Localizado en el sitio Carrizal, coordenadas UTM: 605445E; 9551554N.

Figura 13. Afloramiento de Depósito Coluvial en el barrio Carrizal.



Fuente: Fernández J. (2021).

El afloramiento se encuentra en el barrio Carrizal, extendiéndose en la vía sin pavimentar desde la Parroquia Chaquinal a los barrios Callancas, Faical, Carrizal y Palmitas, hasta el límite de la parroquia Pózul del Cantón Celica hasta el área de estudio.

Está compuesto sin vegetación al estar en zona de cultivos de maíz y escasa cobertura vegetal menor a una potencia de 20 cm y de relieve colinado. El afloramiento está constituido litológicamente está conformado por cantos de roca volcanoclásticas de composición andesítica basáltica con textura fanerítica, fragmentos angulosos y cantos subredondeados cuyo diámetro alcanza hasta los 80 cm y se encuentra con matriz limo arcillosa con alta meteorización, de color amarillo pardo a gris. No es posible la toma de datos estructurales, ya que no presentan estratos.

- Localizado en el barrio Matalanga, coordenadas UTM: 608264E; 9553206N.

Figura 14. Afloramiento de Depósito Coluvial en el barrio Matalanga.



Fuente: Fernández J. (2021).

El afloramiento se encuentra en el barrio Matalanga, a lo largo de la vía sin pavimentar desde la Parroquia Chaquinal a los barrios de Matalanga y El Papayo hasta el límite entre el Cantón Celica hasta el área de estudio.

El afloramiento se encuentra en un relieve colinado con vegetación exuberante de la capa de cobertura vegetal. Presenta un material de coluvión antiguo compuesto por bloques de roca volcanoclásticas de composición andesítica basáltica, fragmentos angulosos y cantos subredondeados cuyo diámetro alcanza hasta los 2,3 metros con una matriz arenosa y de guijarros menores de 5 cm de diámetro con alta meteorización. No es posible la toma de datos estructurales, ya que no presentan estratos.

- Localizado en el barrio Caminuma, coordenadas UTM: 607706E; 9552279N.

Figura 15. Afloramiento de Depósito Coluvial en el barrio Caminuma.



Fuente: Fernández J. (2021).

El presente afloramiento se extiende a lo largo de la vía sin pavimentar desde la Parroquia Chaquinal hasta el barrio Caminuma.

El afloramiento es de origen natural sin presencia de vegetación por las zonas de cultivo de maíz, presenta una cobertura vegetal de 10 cm a 30 cm y un relieve bajo. Litológicamente está constituido por un coluvión antiguo compuesto por cantos de roca de lava andesítica basáltica con textura fanerítica, fragmentos angulosos y cantos subredondeados cuyo diámetro alcanza hasta los 80 cm con una matriz limo arcillosa con alta meteorización, de color marrón. Además, para la toma de datos estructurales no fue posible obtenerlas ya que no presentan estratos continuos.

- Localizado en el barrio Chaquinal, coordenadas UTM: 605981E; 9552571N.

Figura 16. Afloramiento de Depósito Coluvial en el barrio Chaquinal.



Fuente: Fernández J. (2021).

El presente afloramiento se extiende a lo largo de la vía pavimentada que conduce desde Alamor hasta la Parroquia Chaquinal.

El afloramiento se encuentra en un relieve bajo, sin vegetación ya que son empleadas para el cultivo de maíz y es nula la cobertura vegetal. Litológicamente está constituido por coluvión antiguo compuesto por bloques de roca volcanoclásticas de composición andesítica basáltica, fragmentos angulosos y cantos subredondeados cuyo diámetro alcanza hasta los 1,5 metros con una matriz limo arcillosa con alta meteorización. Además, para la toma de datos estructurales no fue posible obtenerlas ya que no presentan estratos continuos.

6.4.1.4. Depósito Aluvial.

Los Depósitos Aluviales se originan por material clásticos, producto de la erosión de las partes altas de la Formación Celica y de la Formación Ciano, extendiéndose a lo largo del Río Matalanga hasta la quebrada gramales para más adelante formar el río Puyango. Litológicamente está compuesto de manera general por alternancia de areniscas y cantos de roca volcanoclásticas.

- Localizado en el sector Rio Matalanga, coordenadas UTM: 602952E; 9552274N.

Figura 17. Afloramiento de Depósito Aluvial en el barrio Chaquinal.



Fuente: Fernández J. (2021).

El presente afloramiento se encuentra en el sitio del Rio Matalanga con dirección al barrio Gramales.

Esta dispuesto en un relieve llano, la vegetación que cubre en la zona son pastizales, tiene una potencia de 40 cm de cobertura vegetal. Y litológicamente se encuentra compuesto por alternancia de areniscas medias a finas dispuestas por imbricación, tiene coloraciones grisáceas a marrón con cantos de roca volcanoclásticas en sus alrededores del afloramiento de composición andesíticas de textura fanerítica extendidas a lo largo del Rio Matalanga. No fue posible la toma de datos estructurales ya que las estructuras no presentan una continuidad y están con una alta meteorización.

- Localizado en el sector de la Quebrada de Gramales, coordenadas UTM: 602771E; 9551767N.

Figura 18. Afloramiento de Depósito Aluvial en el barrio Chaquinal.



Fuente: Fernández J. (2021).

El presente afloramiento se encuentra en el sitio de la quebrada de Gramales con dirección al barrio denominado del mismo nombre.

Esta dispuesto en un relieve llano, la vegetación que cubre en la zona son pastizales, tiene una potencia de 60 cm de cobertura vegetal. Y litológicamente se encuentra compuesto por cantos de roca volcanoclásticas de composición andesíticas de textura fanerítica, areniscas medias a finas imbricadas de coloraciones gris a marrón extendidas a lo largo de la quebrada Gramales.

6.5. Geomorfología

Para la zonificación de unidades geomorfológicas en la parroquia Chaquinal, se realizó una combinación entre información del mapa de pendientes, el mapa de geología con su aspecto litológico, la cobertura vegetal, el mapa de sombreado en 3D en el ArcScene 10.8 y sus respectivas corroboraciones en campo para validar cada unidad geomorfológica.

De acuerdo al catálogo de descriptivo de objetos geomorfológicos del Ecuador, en la Parroquia Chaquinal, se obtuvieron las unidades genéticas de: Tectónico Erosivo, Ladera, Gravedad y Movimientos de Masa y Fluvial. (Ver *Anexo 07*)

En la siguiente tabla (Ver Tabla 12), se muestra las unidades genéticas, la geoforma, pendiente, y desnivel relativo, obtenidas con su respectiva área, perímetro y su porcentaje que abarca en la zona de estudio.

Tabla 12.

Unidades de Geomorfología de la Parroquia Chaquinal.

Unidad Genética	Unidad de Geomorfología	Pendiente Dominante (%)	Desnivel Relativo (m)	Área (Km ²)	Porcentaje (%)
Tectónico Erosivo	Relieve Montañoso	25% - 100%	> 300	3,21	18,50
	Relieve Colinado Muy Alto	25% - 100%	200 - 300	1,63	9,41
	Relieve Colinado Alto	12% - 100%	100 - 200	2,75	15,85
	Relieve Colinado Medio	12% - 100%	25 - 100	5,60	32,26
	Relieve Colinado Bajo	12% - 25%	15 - 25	2,36	13,62
Ladera	Vertientes Heterogéneas	25% - 40%	50 - 100	0,89	5,15
Gravedad y Movimientos de Masa	Superficies y Vertientes Coluviales Muy Antiguas	12% - 70%	25 - 300	0,20	1,14
	Coluviones Recientes y Antiguos	5% - 70%	25 - 100	0,01	0,03
Fluvial	Terrazas Medias	2% - 5%	2 - 5	0,64	3,69
	Terrazas Bajas	2% - 5%	0 - 2	0,06	0,35

Fuente: Fernández J. (2021).

Teniendo como geoformas en la parroquia de: Terrazas bajas de 0,35%; Terrazas medias de 3,69%; Coluviones recientes y antiguos de 0,03; Superficies y vertiente Coluviales muy antiguas de 1,14%; Coluvión antiguo de 6,63%; Vertientes heterogéneas de 5,16%; Relieve colinado bajo de 13,62%; Relieve colinado medio de 27,68%; Relieve colinado alto de 15,85%; Relieve colinado muy alto de 9,41%; y relieve montañoso con un valor de 16,45%.

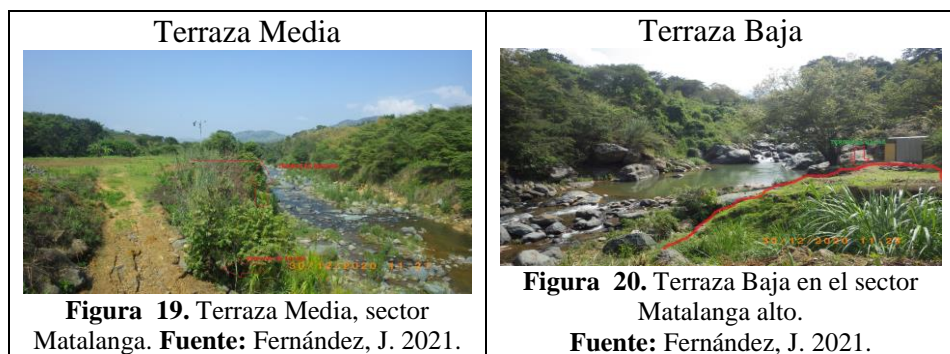
6.5.1.1. Unidad Genética

- **Fluvial:** como formas y depósitos ligados a ríos y al flujo de agua habitualmente encauzada a lo largo de la parroquia.
- **Laderas:** como formas y depósitos relacionados con la evolución y dinámica de las laderas o vertientes.

- **Gravedad y movimientos en masa:** con formas y depósitos relacionados al producto gravitacional de materiales de litologías de baja compactación.
- **Tectónico erosivo:** como formas con rasgos característicos a sustratos litológicos más compactos, de génesis tectónica y modeladas por la erosión con diferentes grados de intensidad.

6.5.1.2. Geoforma

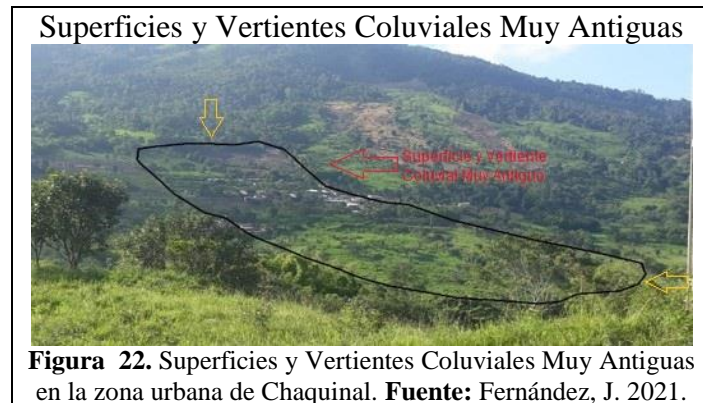
- **Terrazas Medias y Terrazas Bajas:** correspondientes con el primer y segundo nivel de terraza por encima de la llanura de inundación, donde se ve involucrado un desnivel relativo entre 1m a 5m de altura relativa y en cuanto a la pendiente dominante desde el 2% a 5%.



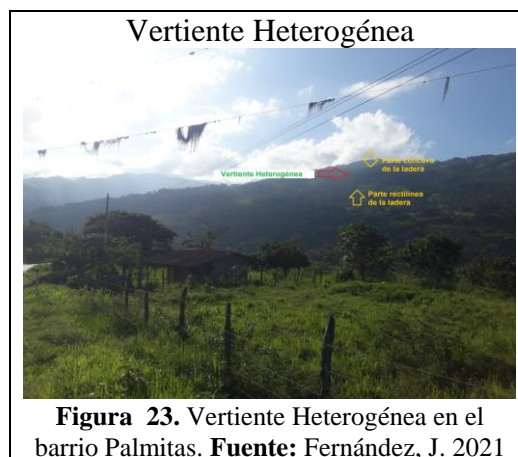
- **Coluviones recientes y antiguos:** por presentarse en las partes bajas y medias de las laderas, producto de la acumulación de materiales litológicos, con desnivel relativo de 25m a 100m de altura relativa y pendientes dominantes de 5% al 70%.



- **Superficies y vertientes coluviales muy antiguas:** son las superficies donde se acumulan los materiales de las partes más altas, tanto finos como gruesos, con desniveles relativos de 25m a 300m de altura relativa y pendientes dominantes de 12% a 70%.



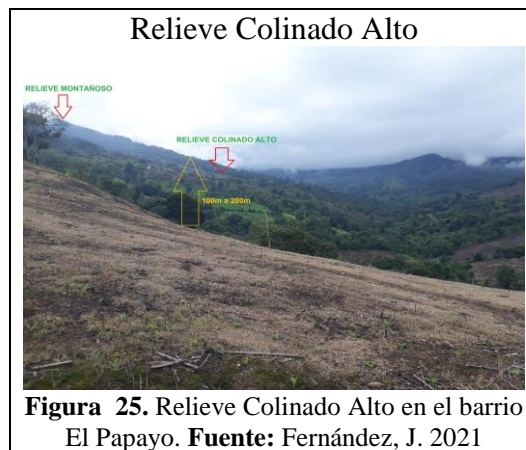
- **Vertiente Heterogénea:** pertenece a la ladera heterogénea en donde presenta fuerte disección con una parte cóncava de la ladera y una parte rectilínea de la ladera con un desnivel relativo de 50m a 100m de altura relativa y pendientes dominantes de 25% a 40%.



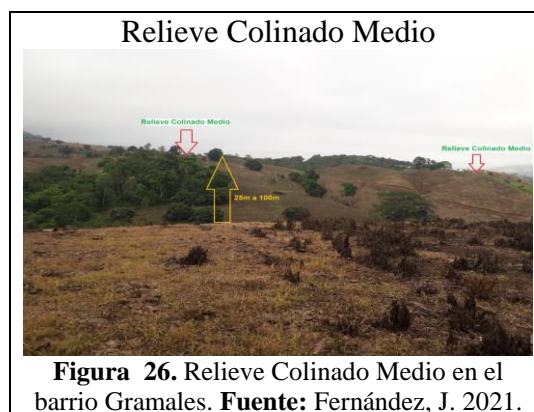
- **Relieve colinado muy alto:** con formas de la topografía arrugada y con desnivel relativo de 200m a 300m de altura relativa y pendiente dominante desde el 25% al 100%.



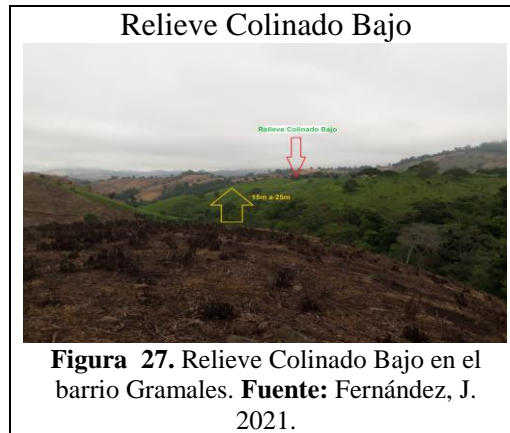
- **Relieve colinado alto:** con formas topográficas de arrugada con un desnivel relativo desde los 100m a 200m y pendientes dominantes desde el 12% al 100%.



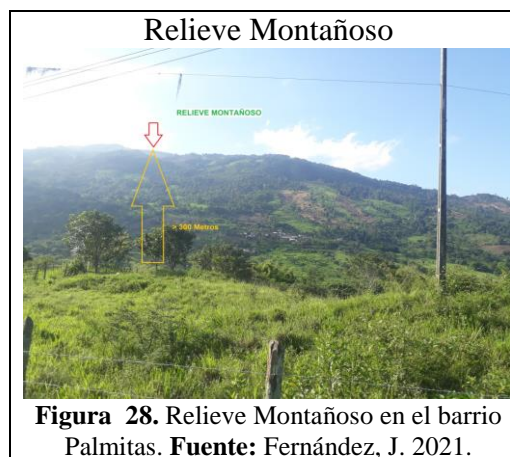
- **Relieve colinado medio:** con formas topográficas onduladas con un desnivel relativo desde los 25m a 100m y pendientes dominantes desde los 12% a los 100%.



- **Relieve colinado bajo:** con formas topográficas suavemente onduladas con desniveles relativos desde los 15m a 25m y pendientes dominantes desde el 12% al 25%.



- **Relieve Montañoso:** formas donde conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectado en diverso grado por los procesos de denudación fluvio – erosional y que van desde el desnivel relativo >300m y pendientes dominantes desde el 25% al 100%.



6.6. Pendientes

Para pendientes se ha empleado la clasificación establecida por Demek en 1972, cuyos resultados se ha considerado 4 clasificaciones dentro de la parroquia Chaquinal. Para ello en la siguiente (Ver Tabla 14), se muestra las clases, rangos, abreviaturas que se empleó para el mapa, el área, perímetro y porcentaje de cada término de pendiente.

Se obtuvieron 4 clasificaciones ya que el valor obtenido de pendientes verticales según la clasificación por Demek, 1972, no es representativo en la parroquia Chaquinal, dando un rango elevado de $1,14^\circ$ con un porcentaje de 0,000375%, por lo tanto, se ha considerado los términos de pendiente de Ligeramente Inclinado con rangos de 0° a 5° hasta Empinado con rangos de 35° a $56,14^\circ$, como se describe en la siguiente *Tabla 13*.

Tabla 13.*Términos de Pendientes en la parroquia Chaquinal.*

Término de Pendiente	Abreviaturas	Rango	Área (Km²)	Perímetro (Km)	Porcentaje (%)
Ligeramente Inclinado	LigIn	0 – 5	0,79	75,01	4,58
Fuertemente Inclinado	FuIn	5 – 15	6,38	324,29	36,79
Muy Inclinado	MyIn	15 – 35	9,87	279,37	56,87
Empinado	Emp	35 - 56,14	0,30	29,56	1,76

Elaborado por: Fernández J. (2021).

Las pendientes muy inclinadas con rangos de entre 15° - 35° , cubre en su gran mayoría del territorio del área de estudio con una extensión de $9,87\text{Km}^2$ lo que representa el 56,87% de la parroquia, siendo esta la terminología de pendiente más predominante, éste a su vez se encuentra en menor proporción al NW en el Barrio Gramales. Con una pendiente que varía de 5° - 15° y que se encuentra sobre los $6,38\text{Km}^2$ constituyen un 36,79% de todo el territorio estudiado, encontramos la pendiente fuertemente inclinada que tiene mayor presencia al NW en los barrios Faical y Gramales; y al límite con la parroquia 12 de Diciembre, formado por laderas principalmente. Con pendientes de 0° - 5° y que se encuentran con un área de $0,79\text{Km}^2$, constituye un 4,58% las pendientes de ligeramente inclinado. Por último, con solo el 1,76% de pendientes que equivale a $0,30\text{Km}^2$ encontramos una pendiente denominada empinada que se encuentra en un rango de 35° - $56,14^\circ$ la cual es muy puntual o reducido pero que se manifiesta principalmente en la zona Sur, en las partes altas del barrio Palmitas.

En el Anexo 8, se muestra el resultado de las pendientes obtenido en el software ArcMap 10.8, en el cual se puede apreciar las clasificaciones con sus respectivas abreviaturas que cubren el territorio de la parroquia Chaquinal.

6.7. Cobertura Vegetal

La cobertura vegetal en la parroquia Chaquinal, desempeña efectos importantes en su gran mayoría, ya que contribuyen al proceso de estabilización por el esfuerzo del suelo, por la producción de la materia orgánica, la cual permita ayudar a tener una matriz cementante con las partículas del suelo y adicionalmente cumple la función de barrera protectora contra los efectos erosivos de los agentes externos.

Es por ello que en el área de estudio se ha encontrado 7 coberturas comprendidas entre: bosques, vegetación arbustiva herbácea y paramo, tierra agropecuaria, cuerpos de agua, zonas pobladas, zonas quemadas y áreas sin información por nubes.

Dicha información se lo ha obtenido mediante las ortofotos, para su digitalización a escala de 1:5.000.

En la tabla (Ver Tabla 14), se muestra los resultados obtenidos de la cobertura vegetal con su respectivo porcentaje, perímetro y área, en donde la más predominante es de la cobertura de bosque con un 33,46% seguido de la cobertura de tierra agropecuaria con 32,26% y la cobertura de vegetación arbustiva herbácea y paramo con un valor de 26,99%.

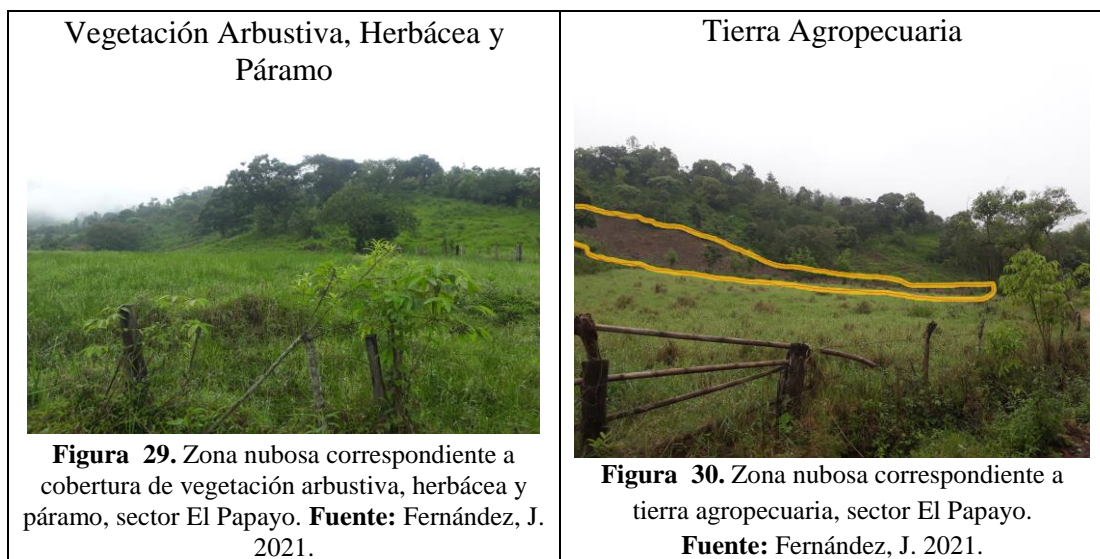
Tabla 14.
Cobertura Vegetal en la parroquia Chaquinal.

Cobertura Vegetal	Códigos	Área (Km²)	Perímetro (Km)	Porcentaje (%)
Bosque	Bosq	6,10	125,64	33,46
Tierra Agropecuaria	Tagr	5,89	111,60	32,26
Vegetación arbustiva herbácea y paramo	Varhyp	4,95	88,90	26,99
Zonas Pobladas	Zpob	0,68	35,48	3,71
Cuerpos de Agua	Cpsa	0,42	28,13	2,31
Zonas Quemadas	Zque	0,23	7,00	1,28

Elaborado por: Fernández J. (2021).

En sitios de pendientes desde los 15° hasta los $56,14^{\circ}$ de inclinación, existe mayor presencia de cobertura de bosques, en las partes más altas en el área de estudio, ayudando como un aspecto positivo considerando como una estabilización de los suelos para que no se deslicen. Seguidamente en pendientes desde los 5° hasta 35° de inclinación, hay presencia de coberturas de tierra agropecuaria, zonas quemadas y de vegetación arbustiva, herbácea y páramo.

Y finalmente hubo una cobertura de sin información, en el cual mediante una visita de campo al área que lo ocupaba se pudo corroborar que pertenecía a la cobertura de tierra agropecuaria y una pequeña parte a vegetación arbustiva, herbácea y páramo. (Ver Figura 30 y 31).



En el *Anexo 9*, se muestra el resultado de las coberturas vegetales obtenidas por la fotointerpretación en las Ortofotos, en el software ArcMap 10.8, de la parroquia Chaquinal, cuya simbología se ve reflejado a los códigos que representan cada cobertura vegetal.

6.8. Inventario de Deslizamientos

El inventario de deslizamientos se lo ha realizado con el fin de correlacionar los resultados obtenidos por intermedio de variables intrínsecas o propias del terreno

como la geología, pendientes, geomorfología, cobertura vegetal para determinar un mapa de susceptibilidad a deslizamientos.

Se identificaron 7 movimientos en remoción en masa de tipo deslizamiento, por medio de una ficha técnica modificada que presenta el "Proyecto Multinacional Andino (2000)", en donde en la presente tabla (*Ver Tabla 15*), se muestra la ubicación de los deslizamientos encontrados.

Tabla 15.

Puntos de deslizamientos en la Parroquia Chaquinal.

N° Deslizamiento	X	Y	Z	Área (m ²)	Perímetro (m)
1	606861	9552676	840	185562,02	1844,31
2	603842	9551511	749	1375,59	160,65
3	603861	9551885	778	351,97	82,90
4	606728	9549921	1051	1343,39	168,67
5	605542	9550915	1025	11809,04	447,32
6	604358	9551553	814	1605,60	187,31
7	604412	9551218	802	961,87	119,47

Fuente: Fernández J. (2021).

- Deslizamiento 1, coordenadas UTM: 606861 E; 9552676 N.

Fotografía 1. *Fotografía del Deslizamiento 1, barrio Chaquinal.*



Fuente: Fernández J. (2021).

El presente deslizamiento se encuentra en el barrio Chaquinal, con dirección de movimiento al NW, de la parroquia. En la zona presenta deformaciones en sus flancos.

En la actividad de movimiento, se encuentra en estado activo, aunque presenta medidas de estabilización en la vía con un muro de gaviones y en la parte de la corona una cuneta de coronación de dimensión de 180 metros en estado abandonado

y con presencia de agua estancada, presenta un estilo sencillo, al presentar un solo tipo de deslizamiento, una distribución o secuencia de repetición es de confinado al no presentar una superficie de falla visible en el pie de la masa desplazada. Los árboles en el pie del deslizamiento, se encuentran en dirección opuesta a la dirección del movimiento, clasificándolo como un deslizamiento rotacional con humedad del suelo en estado seco y con material de cantos, arena y finos.

Dentro de la cobertura y Uso del suelo que presenta el deslizamiento tiene cobertura de vegetación herbácea y cultivos y como tipo de uso de suelo es de ganadería, viviendas y vías.

El daño del deslizamiento es severo, al encontrarse el estado de la vía muy deteriorada, viviendas con fracturas en sus paredes y viviendas colapsadas.

La dimensión del deslizamiento no se pudo reconocer al ser un área urbanizable y toda la masa desplazada representa gran extensión dentro de la parroquia. Es por ello que se ha estimado visualmente una longitud aproximada de 800 metros y un ancho de 270 metros, por la presencia de dos quebradas intermitentes que se encuentran como flancos del deslizamiento.

- Deslizamiento 2, coordenadas UTM: 603842 E; 95515110 N.

Fotografía 2. *Fotografía del Deslizamiento 1, a lo largo de la vía desde la Parroquia Chaquinal a la parroquia 12 de Diciembre y al cantón Pindal.*



Fuente: Fernández J. (2021).



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneiente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"**

El deslizamiento se encuentra en la vía que conduce desde la parroquia Chaquinal hacia la parroquia 12 de Diciembre del cantón Pindal. La orientación del movimiento en masa hacia el SW de la parroquia.

Para la descripción del presente deslizamiento se encuentra en estado activo; es decir que, el deslizamiento se está moviendo en la actualidad, el estilo es sencillo al presentar un solo tipo de movimiento, su distribución o secuencia de repetición es progresivo por la superficie de falla se extiende en la misma dirección del movimiento. La vegetación presente en la masa desplazada se encuentra con leve inclinación al lado opuesto de la dirección del movimiento, presenta un escarpe principal y tiene presencia de grietas transversales en el pie del deslizamiento y en la base grietas radiales que indica que es un deslizamiento de tipo rotacional con una humedad del suelo en estado seco y el material por cantos, arenas y finos.

La cobertura y uso del suelo presente en el deslizamiento es por coberturas de vegetación herbácea y cultivos, el tipo de uso de suelo está dada por la ganadería y por la vía principal.

El daño del deslizamiento es leve por implicar el material deslizado hacia el bordillo y en la cuneta de la vía principal que conduce hacia el cantón Pindal.

La dimensión del deslizamiento es de una longitud de 25 metros, una altura de 7 metros y un ancho de 44 metros.

- Deslizamiento 3, coordenadas UTM: 603861 E; 9551885 N.

Fotografía 3. Deslizamiento 3 presente en la vía principal de la parroquia Chaquinal hacia la parroquia 12 de Diciembre del cantón Pindal.



Fuente: Fernández J. (2021).

Se encuentra en la vía principal que conduce desde la parroquia Chaquinal hasta la parroquia 12 de Diciembre y al cantón Pindal. La dirección del movimiento de la masa desplazada es al SW de la parroquia.

Para la descripción del presente deslizamiento se encuentra en estado suspendido por al encontrarse activo durante los últimos ciclos estacionales, pero no se está movimiento en la actualidad; el estilo es sencillo por presentar un tipo de movimiento y una secuencia de repetición o distribución de tipo confinado por tener un escarpe principal visible pero no tiene superficie de falla visible en el pie de la masa desplazada. La vegetación en el deslizamiento se encuentra revuelta por los escombros de la masa desplazada por ello se lo considera como un deslizamiento rotacional con una humedad del suelo en estado seco.

La cobertura y uso del suelo en el deslizamiento es por cobertura de matorrales y uso del suelo de cultivos y de vía.

El daño del deslizamiento es moderado, ya que se encuentra en el transcurso de la vía y pérdida de gran parte de terreno para cultivos.

La dimensión del deslizamiento es de una longitud de 15 metros, una altura de 7 metros y un ancho de 30 metros desde los flancos formados por el deslizamiento.

- Deslizamiento 4, coordenadas UTM: 606728 E; 9549921 N.

Fotografía 4. Deslizamiento 4 en el sector de Palmitas de la parroquia Chaquinal.



Fuente: Fernández J. (2021).

El presente deslizamiento se encuentra en el transcurso de la vía desde la parroquia Chaquinal, Callancas, Carrizal hasta Palmitas y a la parroquia de Pózul del cantón Pindal de origen artificial.

Para la descripción del movimiento, se encuentra en estado suspendido por estar en estado activo durante los últimos ciclos estacionales pero que no se están moviendo en la actualidad ya que lo desestabilizan por sacar material para mejoramiento; el estilo es sencillo al presentar un tipo de movimiento; su distribución o secuencia de repetición es de tipo ensanchado porque la superficie de falla se extiende hacia los flancos o márgenes laterales del deslizamiento. El tipo de movimiento es traslacional al encontrarse visible la superficie de falla, la humedad está en estado húmedo de material de bloques de roca de la Formación Celica.

La cobertura y uso del suelo presente en el deslizamiento tiene cobertura de bosque y un uso de suelo de tipo vías.

El daño del deslizamiento es leve al encontrarse en la vía, pero no ocasiona ninguna inconformidad para el paso de vehículos ya que la masa desplazada ha sido aprovechada como material de mejoramiento.

La dimensión del deslizamiento es de una longitud de 45 metros, una altura de 32 metros y un ancho de 40 metros.

- Deslizamiento 5, coordenadas UTM: 605542 E; 9550915 N.

Fotografía 5. Deslizamiento 5 observando únicamente la masa desplazada.



Fuente: Fernández J. (2021).

Se encuentra a lo largo de la vía desde la parroquia Chaquinal hasta el barrio Carrizal. La dirección del movimiento está al SW de la parroquia

El deslizamiento se encuentra en estado relicto es decir que su actividad se realizó hace miles de años atrás; el estilo es complejo al poseer dos tipos de movimientos como la inclinación y el desplazamiento; la secuencia de repetición es de ensanchado, es decir que la superficie de falla se extiende al margen derecho del deslizamiento. La vegetación presente en la masa desplazada se encuentra con leve inclinación al lado opuesto de la dirección del movimiento, es por ello que se lo determina como un movimiento rotacional con humedad en estado seco y material desplazado de bloques, cantos y arenas del Depósito Coluvial.

En cuanto a la cobertura y uso del suelo que presenta el deslizamiento es por coberturas de vegetación herbácea y cultivos, el uso del suelo a ganadería y vía.

La dimensión del deslizamiento no se pudo reconocer al ser un área de mayor extensión y únicamente se visualizó la masa desplazada. Es por ello que se ha estimado visualmente en campo una longitud aproximada de 170 metros, una altura aproximada de 20 metros y un ancho aproximado de 100 metros.

- Deslizamiento 6, coordenadas UTM: 604358 E; 9551553 N.

Fotografía 6. Deslizamiento 6 en el barrio Gramales Alto.



Fuente: Fernández J. (2021).

El presente deslizamiento es de origen natural y se encuentra ubicado en el barrio Gramales parte alta de la urbanización del sector. La orientación del movimiento de la masa desplazada está al NW.

Para la descripción del movimiento de la masa desplazada se encuentra en estado activo es decir que se encuentra en movimiento actual; el estilo es complejo al poseer dos tipos de movimientos uno en la parte alta y otro en la parte baja producto del primer movimiento; la secuencia de repetición o distribución es confinado, al poseer un escarpe visible pero no tiene superficie de falla visible en el pie de la masa desplazada. Caracterizando como un movimiento rotacional al presentar características como múltiples escarpes escalonados y al pie un flujo de detritos. La humedad está en estado seco.

La cobertura y uso del suelo presenta cobertura únicamente de cultivos.

El daño del deslizamiento es moderado ya que se encuentra atravesando una parcela para cultivos de maíz.

La dimensión del deslizamiento tiene una longitud de 75 metros, una altitud de 18 metros y un ancho de 35 metros.

- Deslizamiento 7, coordenadas UTM: 604412 E; 9551218 N.

Fotografía 7. Deslizamiento 7 en el sector de la quebrada gramales.



Fuente: Fernández J. (2021).

Es de origen natural y se encuentra en el sector de la quebrada gramales, su dirección del movimiento de la masa desplazada es al SW.

Para la descripción del movimiento de la masa desplazada, se encuentra en estado activo, es decir que está en movimiento; el estilo es sencillo al poseer un solo tipo de movimiento; su distribución o secuencia de repetición es progresivo, es decir que la superficie de falla se extiende en la misma dirección del movimiento; el movimiento es traslacional, al tener una superficie de rotura uniforme con respecto a la dirección del movimiento, la humedad se encuentra en estado húmeda y el material presenta alternancia de limoarcillitas y bloques de roca volcánica de la Formación Ciano.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

La cobertura y uso del suelo presente en el deslizamiento es por cobertura de cultivos y el uso de suelo es por ganadería.

El daño del deslizamiento es leve al implicar zonas de coberturas para cultivo de maíz.

La dimensión del deslizamiento es de una longitud de 38 metros, una altura de 15 metros y un ancho de 30 metros respectivamente.

6.9. Caracterización Morfométrica de los deslizamientos.

Para la caracterización morfométrica se consideró del inventario de deslizamientos levantados en campo, el cual, 6 se ha verificado por la representación visual sobre las Ortofotos obtenidas del SIGTIERRAS, SAS Planet, Google Eart Pro, con tamaño de resolución de 0,6 * 0,6 metros/pixel; y únicamente 1 deslizamiento al no ser visible en las Ortofotos e imágenes satelitales, se consideró los datos levantados en campo, para la descripción morfométrica de los deslizamientos encontrados en la zona de estudio por medio de operaciones de vectorización en SIG.

Para ello se ha considerado las variables morfométricas de:

- Longitud de la Masa Desplazada (Ld)
- Longitud Total (Lt)
- Longitud de la Línea Central (Lcl)
- Área del Deslizamiento
- Perímetro del Deslizamiento

En donde:

Ancho de la masa desplazada (Wd). Es el ancho máximo de la masa desplazada, perpendicular a la longitud Ld.

Longitud de la masa deslizada (Ld). Es la distancia mínima entre la punta y la cabeza.

Longitud total (Lt). Es la distancia mínima desde la punta a la corona del deslizamiento.

Longitud de la línea central (Lcl). Es la distancia que hay desde la punta de la masa desplazada hasta la corona del deslizamiento, a lo largo de los puntos ubicados sobre la superficie original y equidistantes de los bordes laterales o flancos, determinado por operadores de vectorización.

Dentro de las operaciones de vectorización se utilizó para la variable de Longitud de la Línea Central (Lcl), en donde se realizó un trazado de líneas guías, con el posicionamiento de los centroides de cada guía trazada para posteriormente obtener la longitud de la línea central.

Figura 31. Representación y obtención de la Longitud de la Línea Central, proceso de vectorización como referencia para los deslizamientos visualizados en las Ortofotos.



Elaborado por: Fernández J. (2021).

- Deslizamiento 1, coordenadas UTM: 606861E; 9552676N.

El deslizamiento cuenta con un área de 185562,02 m² y un perímetro de 1844,31 metros. En el cual, las variables obtenidas con sus respectivos datos son los siguientes:

Tabla 16.

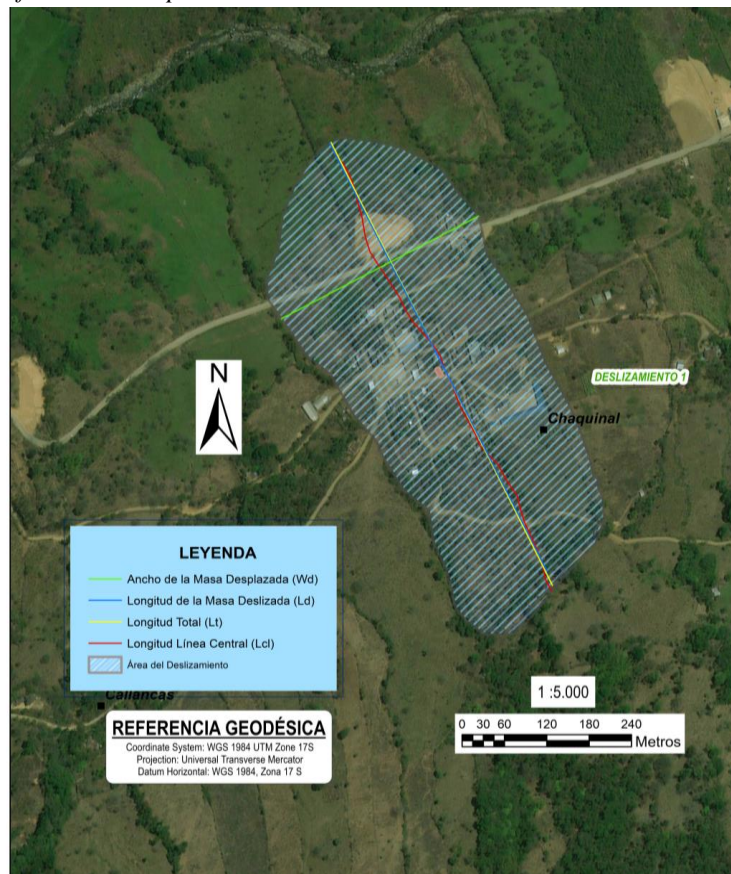
Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 1.

DESLIZAMIENTO 1		
Variable Morfométrica	Abreviatura	Resultado
Ancho de la Masa Desplazada	Wd	317,12
Longitud de la Masa Desplazada	Ld	694,84
Longitud Total	Lt	715,90
Longitud Línea Central	Lcl	732,30
Área (Ha)		18,56
Perímetro (Km)		1,84

Elaborado por: Fernández J. (2021).

En la presente figura (Ver Figura 32), se muestra el resultado obtenido del deslizamiento caracterizado por operaciones de vectorización.

Figura 32. Caracterización Morfométrica en el Deslizamiento 1 con las herramientas del software ArcMap 10.8.



Elaborado por: Fernández J. (2021).

- Deslizamiento 2, coordenadas UTM: 603842E; 9551511N.

El deslizamiento cuenta con un área de 1605,60 m² y un perímetro de 187,31 metros. En el cual, las variables obtenidas con sus respectivos datos son los siguientes:

Tabla 17.

Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 2.

DESLIZAMIENTO 2		
Variable Morfométrica	Abreviatura	Resultado
Ancho de la Masa Desplazada	Wd	49,88
Longitud de la Masa Desplazada	Ld	27,76
Longitud Total	Lt	34,82
Longitud Línea Central	Lcl	35,34
Área (Ha)		0,14
Perímetro (Km)		0,16

Elaborado por: Fernández J. (2021).

En donde en la presente figura (Ver Figura 33), se presenta el resultado obtenido del deslizamiento caracterizado por operaciones de vectorización en el software ArcMap.

Figura 33. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 2 con las herramientas del software ArcMap 10.8.



Elaborado por: Fernández J. (2021).

- Deslizamiento 3, coordenadas UTM: 603861E; 9551885N.

El deslizamiento cuenta con un área de 351,97m² y un perímetro de 82,9 metros.

En el cual, las variables obtenidas con sus respectivos datos son los siguientes:

Tabla 18.

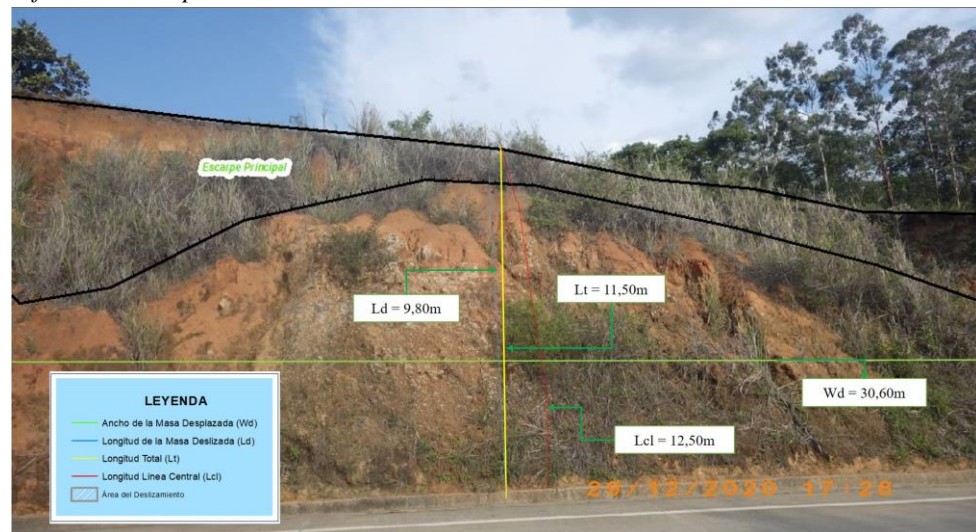
Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 3.

DESLIZAMIENTO 3		
Variable Morfométrica	Abreviatura	Resultado
Ancho de la Masa Desplazada	Wd	30,60
Longitud de la Masa Desplazada	Ld	9,80
Longitud Total	Lt	11,50
Longitud Línea Central	Lcl	12,50
Área (Ha)		0,04
Perímetro (Km)		0,08

Elaborado por: Fernández J. (2021).

Al no ser visualizada en las Ortofotos, se consideró la toma de datos levantado en campo, teniendo lo siguiente:

Figura 34. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 3 con las herramientas del software ArcMap 10.8.



Elaborado por: Fernández J. (2021).

- Deslizamiento 4, coordenadas UTM: 606728 E; 9549921 N.

El deslizamiento cuenta con un área de 1343,39 m² y un perímetro de 168,67 metros. En el cual, las variables obtenidas con sus respectivos datos son los siguientes:

Tabla 19.

Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 4.

DESLIZAMIENTO 4		
Variable Morfométrica	Abreviatura	Resultado
Ancho de la Masa Desplazada	Wd	29,30
Longitud de la Masa Desplazada	Ld	46,10
Longitud Total	Lt	51,23
Longitud Línea Central	Lcl	54,51
Área (Ha)		0,13
Perímetro (Km)		0,17

Elaborado por: Fernández J. (2021).

En la presente figura (Ver Figura 35), se muestra el resultado obtenido del deslizamiento caracterizado por operaciones de vectorización.

Figura 35. Caracterización Morfométrica en el Deslizamiento 4 con las herramientas del software ArcMap 10.8.



Elaborado por: Fernández J. (2021).

- *Deslizamiento 5, coordenadas UTM: 605542E; 9550915 N.*

El deslizamiento cuenta con un área de 11809,04 m² y un perímetro de 447,32 metros. En el cual, las variables obtenidas con sus respectivos datos son los siguientes:

Tabla 20.

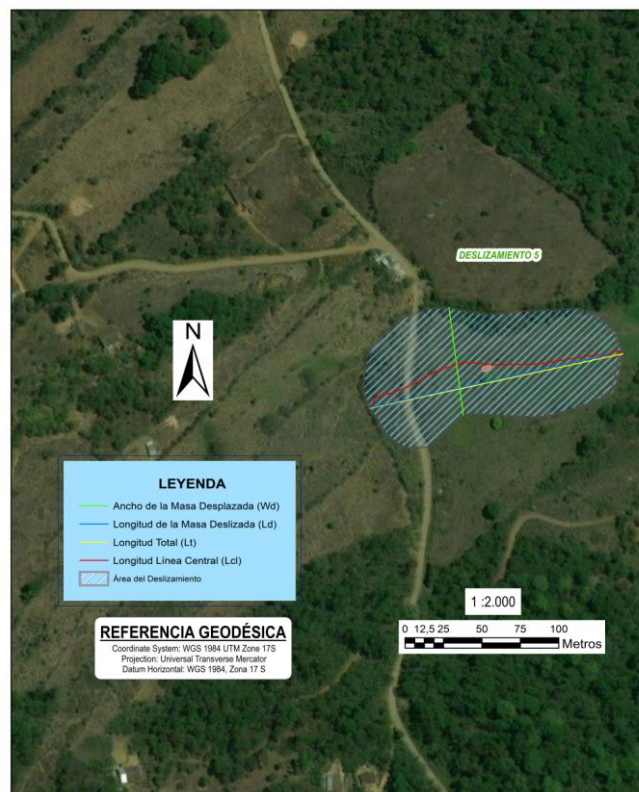
Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 5.

DESLIZAMIENTO 5		
Variable Morfométrica	Abreviatura	Resultado
Ancho de la Masa Desplazada	Wd	74,18
Longitud de la Masa Desplazada	Ld	158,98
Longitud Total	Lt	168,95
Longitud Línea Central	Lcl	175,81
Área (Ha)		1,18
Perímetro (Km)		0,45

Elaborado por: Fernández J. (2021).

En la presente figura (Ver Figura 36), se presenta el resultado obtenido del deslizamiento caracterizado por operaciones de vectorización en el software ArcMap.

Figura 36. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 5 con las herramientas del software ArcMap 10.8.



Elaborado por: Fernández J. (2021).

- *Deslizamiento 6, coordenadas UTM: 604358 E; 9551553 N.*

El deslizamiento cuenta con un área de 1605,60 m² y un perímetro de 187,31 metros. En el cual, las variables obtenidas con sus respectivos datos son los siguientes:

Tabla 21.

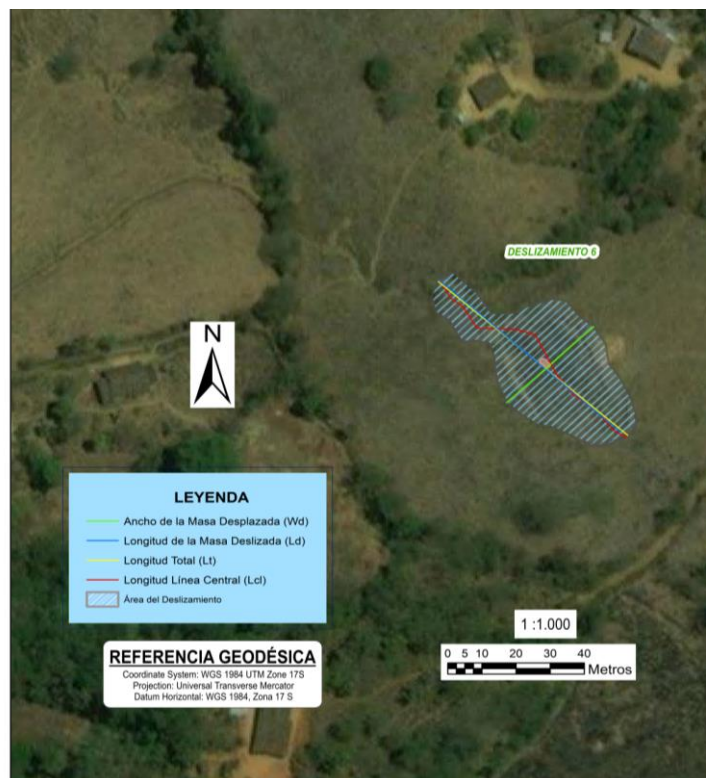
Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 6.

DESlizAMIENTO 6		
Variable Morfométrica	Abreviatura	Resultado
Ancho de la Masa Desplazada	Wd	35,30
Longitud de la Masa Desplazada	Ld	71,90
Longitud Total	Lt	74,09
Longitud Línea Central	Lcl	79,64
Área (Ha)		0,16
Perímetro (Km)		0,19

Elaborado por: Fernández J. (2021).

En donde en la presente figura (Ver Figura 37), se presenta el resultado obtenido del deslizamiento caracterizado por operaciones de vectorización en el software ArcMap.

Figura 37. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 6 con las herramientas del software ArcMap 10.8.



Elaborado por: Fernández J. (2021).

- *Deslizamiento 7, coordenadas UTM: 604412 E; 9551218 N.*

El deslizamiento cuenta con un área de 961,87 m² y un perímetro de 119,47 metros. En el cual, las variables obtenidas con sus respectivos datos son los siguientes:

Tabla 22.

Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 7.

DESLIZAMIENTO 7		
Variable Morfométrica	Abreviatura	Resultado
Ancho de la Masa Desplazada	Wd	28,97
Longitud de la Masa Desplazada	Ld	32,36
Longitud Total	Lt	35,85
Longitud Línea Central	Lcl	36,56
Área (Ha)		0,10
Perímetro (Km)		0,12

Elaborado por: Fernández J. (2021).

En donde en la presente figura (Ver Figura 38), se presenta el resultado obtenido del deslizamiento caracterizado por operaciones de vectorización en el software ArcMap.

Figura 38. Caracterización Morfométrica del Deslizamiento 7 con las herramientas del software ArcMap 10.8.



Elaborado por: Fernández J. (2021).

6.10. Matrices de Valoración y Pesos

Se empleó el Proceso de Análisis Jerárquico de Saaty, el cual, propone la asignación de pesos $W = [W_{\text{Pendiente}}, W_{\text{Geología}}, W_{\text{Geomorfología}}, W_{\text{Cobertura_Vegetal}}]$ a las variables condicionantes tomadas para analizar la susceptibilidad a

deslizamientos como: unidades de geomorfología, litología, inclinación de pendiente y cobertura vegetal, valoradas de acuerdo a la escala de clasificación de Saaty (Ver Tabla 9), en donde se comparó cada criterio i con cada criterio j, es decir la comparación de cada una de la fila con cada una de la columna. Y finalmente se normalizó y se obtuvo el Eigenvector Principal o valor promedio (Peso), de cada clase de la variable correspondiente.

En la siguiente tabla se puede mostrar la valoración de cada variable, para posterior emplear la herramienta de Álgebra de Mapas del software ArcMap 10.8. (Ver Tabla 23).

Tabla 23.

Valoración de las variables jerarquizadas de acuerdo a la clasificación de Saaty.

VARIABLES	1	2	3	4	Normalización				Peso
	Unidades de Geomorfología	Litología	Inclinación de Pendientes	Cobertura Vegetal					
1 Unidades de Geomorfología	1	2	3	3	0,46	0,52	0,47	0,30	0,44
2 Litología	0,5	1	2	3	0,23	0,26	0,32	0,30	0,28
3 Inclinación de Pendientes	0,3	0,5	1	3	0,15	0,13	0,16	0,30	0,19
4 Cobertura Vegetal	0,3	0,3	0,3	1	0,15	0,09	0,05	0,10	0,10
SUMATORIA	2	4	6	10	SUMATORIA DE PESOS				1

Elaborado por: Fernández J. (2021).

En cuanto al análisis de la Razón de Consistencia (RC), a partir del Índice de Consistencia (IC) y del Índice de Consistencia Aleatorio (ICA), se ha obtenido los siguientes resultados:

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = \frac{n_{m\acute{a}x} - n}{n - 1}$$

$$IC = \frac{4,17 - 4}{4 - 1}$$

$$IC = 0,06$$

Consistencia Aleatoria (ICA)

$$ICA = \frac{1,98(n - 2)}{n}$$

$$ICA = \frac{1,98(4 - 2)}{4}$$

$$ICA = 0,99$$

Razón de consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{ICA}$$

$$RC = \frac{0,06}{0,99}$$

$$RC = 0,06 < 0.1 \text{ **ACEPTABLE**}$$

Cálculo de Razón de Consistencia	
N Máximo	4,17
Número de Variables	4
Índice de Consistencia	0,06
Consistencia Aleatoria	0,99
Razón de Consistencia	0,06
RC = 0,06 < 0.1 ACEPTABLE	

Para la jerarquización de los criterios de las variables, ha sido necesario comparar entre criterios como la variable de geomorfología con la variable de pendientes, litología. La variable de litología con las variables de pendientes y geomorfología. La variable de pendientes con la variable de litología y Geomorfología. Y la variable de cobertura vegetal con las variables de pendientes y litología. (Ver Anexo 11). A continuación, se describe cada una de las variables de acuerdo al orden jerárquico:

- **Variable de Geomorfología**

En cuanto a la geomorfología se la consideró en orden 1, por ser el factor geológico que explica la disposición de los materiales, estrictamente con la litología, que configura frecuentemente los volúmenes del relieve de un modo más o menos directo y con el factor de la inclinación de pendientes, se tengan las unidades geomorfológicas considerada como un factor condicionante para poder analizar la susceptibilidad a deslizamientos.

A partir de ello, se realizó con la jerarquización en función de la variable de pendiente, la litológica y la cobertura vegetal, valorando y normalizando las clases de unidades geomorfológicas.

Para el análisis de la Razón de Consistencia (RC), para la variable de unidades geomorfológicas, se determinó a partir del Índice de Consistencia (IC) y del Índice de Consistencia Aleatorio (ICA):

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = \frac{n_{\text{máx}} - n}{n - 1}$$

$$IC = \frac{10,62 - 10}{10 - 1}$$

$$IC = 0,07$$

Consistencia Aleatoria (ICA)

$$ICA = \frac{1,98(n - 2)}{n}$$

$$ICA = \frac{1,98(10 - 2)}{10}$$

$$ICA = 1,58$$

Cálculo de Razón de Consistencia	
N Máximo	10,62
Número de Variables	10
Indice de Consistencia	0,07
Consistencia Aleatoria	1,58
Razón de Consistencia	0,04
RC = 0.04 < 0.1 ACEPTABLE	

Razón de consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{ICA}$$

$$RC = \frac{0,07}{1,58}$$

$$RC = 0.04 < 0.1 \text{ ACEPTABLE}$$



Tabla 24.

Variable de Unidades de Geomorfología, valorizada y normalizada, según la clasificación de Saaty, 1980.

UNIDADES DE GEOMORFOLOGÍA	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	NORMALIZACIÓN										PE SO
	Relieve Montañoso	Superficies y Vertientes Coluviales	Coluviones Recientes y Antiguos	Vertientes Heterogéneas	Relieve Colinado Muy Alto	Relieve Colinado Alto	Relieve Colinado Medio	Relieve Colinado Bajo	Terrazas Medias	Terrazas Bajas											
1 Relieve Montañoso	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	0,24	0,34	0,26	0,21	0,25	0,21	0,18	0,18	0,13	0,12	0,21
2 Superficie y Vertientes Coluviales Muy Antiguas	0,5	1	2	2	2	3	3	3	4	4	0,12	0,17	0,26	0,21	0,17	0,21	0,18	0,14	0,13	0,12	0,17
3 Coluviones Recientes y Antiguos	0,5	0,5	1	2	2	2	3	3	4	4	0,12	0,08	0,13	0,21	0,17	0,14	0,18	0,14	0,13	0,12	0,14
4 Vertientes Heterogéneas	0,5	0,5	0,5	1	2	2	2	3	4	4	0,12	0,08	0,07	0,11	0,17	0,14	0,12	0,14	0,13	0,12	0,12
5 Relieve Colinado Muy Alto	0,3	0,5	0,5	0,5	1	2	2	3	4	4	0,08	0,08	0,07	0,05	0,08	0,14	0,12	0,14	0,13	0,12	0,10
6 Relieve Colinado Alto	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	1	2	2	4	4	0,08	0,06	0,07	0,05	0,04	0,07	0,12	0,09	0,13	0,12	0,08
7 Relieve Colinado Medio	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	1	2	3	4	0,08	0,06	0,04	0,05	0,04	0,03	0,06	0,09	0,10	0,12	0,07
8 Relieve Colinado Bajo	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	1	3	2	0,06	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,10	0,06	0,05
9 Terrazas Medias	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1	2	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	0,03
10 Terrazas Bajas	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	1	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
SUMATORIA	4,3	5,9	7,7	9,3	11,8	14,5	17,1	21,8	31,5	33,0	SUMATORIA DE PESOS										1,0

Elaborado por: Fernández J. (2021).

- **Variable de Litología**

Es considerado en orden 2, al poseer una característica intrínseca de territorio del área de estudio para que se origine un movimiento de remoción en masa de tipo deslizamiento, presentan condiciones geológicas como falta de compactación de los niveles litológicos encontrados, cohesión de los materiales sedimentarios con las intercalaciones de rocas volcanoclásticas, capas gruesas de material residual o Coluvial, rellenos de material de piedemonte, sobre material de origen Coluvial, siendo factores geológicos que controlan la generación de superficies de fallas probables y dé como resultado un deslizamiento.

Para la jerarquización, se consideró los criterios anteriormente mencionados y para su valoración se tomó la clasificación de Saaty, 1980. (Ver Tabla 25).

Tabla 25.

Variable de Litología, valorizada y normalizada, según la clasificación de Saaty, 1980.

LITOLOGÍA	1	2	3	4	NORMALIZACIÓN				PESO
	Bloques y cantos de rocas volcanoclástica de andesito basáltica con matriz limo arcillosa y arenosa.	Lutitas intercalado de limoarcillitas y rocas volcánicas.	Lavas andesíticas con intercalaciones de volcanoclásticos.	Alternancia de areniscas y cantos de roca volcanoclástica					
1 Bloques y cantos de rocas volcanoclástica de andesito basáltica con matriz limo arcillosa y arenosa.	1	2	3	3	0,46	0,53	0,48	0,25	0,43
2 Lutitas intercalado de limoarcillitas y rocas volcánicas.	0,5	1	2	4	0,23	0,27	0,32	0,33	0,29
3 Lavas andesíticas con intercalaciones de volcanoclásticos.	0,333	0,5	1	4	0,15	0,13	0,16	0,33	0,20
4 Alternancia de areniscas y cantos de roca volcanoclástica	0,3	0,3	0,3	1	0,15	0,07	0,04	0,08	0,09
SUMATORIA	2,2	3,8	6,3	12,0	SUMATORIA DE PESOS				1,00

Elaborado por: Fernández J. (2021).

Para el análisis de la Razón de Consistencia (RC), para la variable del aspecto litológico, se determinó a partir del Índice de Consistencia (IC) y del Índice de Consistencia Aleatorio (ICA):

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = \frac{n_{m\acute{a}x} - n}{n - 1}$$

$$IC = \frac{4,26 - 4}{4 - 1}$$

$$IC = 0,09$$

Consistencia Aleatoria (ICA)

$$ICA = \frac{1,98(n - 2)}{n}$$

$$ICA = \frac{1,98(4 - 2)}{4}$$

$$ICA = 0,99$$

Cálculo de Razón de Consistencia	
Eigenvector Máximo	4,26
Número de Variables	4
Índice de Consistencia	0,09
Consistencia Aleatoria	0,99
Razón de Consistencia	0,089
RC = 0.089 < 0.1 ACEPTABLE	

Razón de consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{ICA}$$

$$RC = \frac{0,09}{0,99}$$

$$RC = \mathbf{0.089} < 0.1 \mathbf{ACEPTABLE}$$

- **Variable de Inclinación de Pendientes**

Los criterios de jerarquización, para determinar la susceptibilidad a deslizamientos, se ha considerado la variable de pendientes en orden 3, ya que la Parroquia Chaquinal, se encuentra dentro de la Cuenca Alamor-Lancones en la parte NW, en donde se ve distribuida una parte de la cadena montañosa hacia el nororiental de la cuenca, encontrándose con varias terminologías de inclinación de pendiente. En el cual, resulta ser un factor primordial para que se generen movimientos de remoción en masa de tipo deslizamientos en función a los rangos y terminologías que establece Demek, (1972).

Es por ello que la pendiente es considerada como primera variable para el análisis de la susceptibilidad a deslizamientos, ya que en función de su terminología de inclinación de pendientes con la disposición de los volúmenes de material litológico hace que se generen los deslizamientos.

En la siguiente tabla, (Ver Tabla 26), se puede mostrar la jerarquización de las clases o terminologías de inclinación de pendientes con sus respectivos rangos con la valoración y normalización de cada una de las clases.

Tabla 26.

Valoración de las clases de la variable de Inclinación de Pendiente (Demek, 1972). De acuerdo a la clasificación de valoración de Saaty.

INCLINACIÓN DE PENDIENTE					NORMALIZACIÓN	PESO
	1	2	3	4		
	Muy inclinado (15° - 35°)					
	Empinado (35° - 56,14°)					
	Fuertemente Inclinado (5° - 15°)					
	Ligeramente inclinado (0° - 5°)					
1	Muy inclinado (15° - 35°)	1	2	2	3	0,43 0,56 0,32 0,27 0,39
2	Empinado (35° - 56,14°)	0,5	1	3	4	0,21 0,28 0,47 0,36 0,33
3	Fuertemente Inclinado (5° - 15°)	0,5	0,3	1	3	0,21 0,09 0,16 0,27 0,18
4	Ligeramente inclinado (0° - 5°)	0,3	0,3	0,3	1	0,14 0,07 0,05 0,09 0,09
	SUMATORIA	2,3	3,6	6,3	11,0	SUMATORIA DE PESOS 1,0

Elaborado por: Fernández J. (2021).

Para el análisis de la Razón de Consistencia (RC), para la variable de inclinación de pendientes, se determinó a partir del Índice de Consistencia (IC) y del Índice de Consistencia Aleatorio (ICA):

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = \frac{n_{\text{máx}} - n}{n - 1}$$

$$IC = \frac{4,26 - 4}{4 - 1}$$

$$IC = 0,09$$

Consistencia Aleatoria (ICA)

$$ICA = \frac{1,98(n - 2)}{n}$$

$$ICA = \frac{1,98(4 - 2)}{4}$$

$$ICA = 0,99$$

Cálculo de Razón de Consistencia	
N Máximo	4,26
Número de Variables	4
Índice de Consistencia	0,09
Consistencia Aleatoria	0,99
Razón de Consistencia	0,087
RC = 0,087 < 0.1 ACEPTABLE	



unl

Universidad
Nacional
de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

Razón de consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{ICA}$$

$$RC = \frac{0,09}{0,99}$$

$$RC = \mathbf{0.087} < 0.1 \mathbf{ACEPTABLE}$$

- **Variable de Cobertura Vegetal.**

Y finalmente la cobertura vegetal, considerada en el estudio, como un factor condicionante, es analizada con las variables de: geología con las clases litológicas obtenidas y la variable de inclinación de pendiente.

A partir de ello, se consideró en orden 4, ya que, por su área de acuerdo a la tipología de las coberturas vegetales y la comparación de las variables anteriormente dichas, hace que la cobertura vegetal sea considerada como un manto protector y sujeción del suelo. Que, de acuerdo a la tipología y ausencia, puede ser inferido por el grado de meteorización y erosión de los suelos, las cuales resulta ser una variable intrínseca o variable condicionante para analizar la susceptibilidad a deslizamientos.

En donde, (Ver Tabla 27), se jerarquizó y se normalizó cada una de las clases obtenidas en cobertura vegetal, teniendo lo siguiente:

Tabla 27.

Variable de Cobertura Vegetal, valorizada y normalizada, según la clasificación de Saaty, 1980.

COBERTURA VEGETAL	1	2	3	4	5	6	NORMALIZACIÓN						PESO	
	Tierra Agropecuaria	Zonas Quemadas	Vegetación arbustiva herbácea y paramo	Bosque	Zonas Pobladas	Cuerpos de Agua								
1	Tierra Agropecuaria	1	2	2	3	3	3	0,33	0,45	0,34	0,28	0,24	0,17	0,30
2	Zonas Quemadas	0,5	1	2	3	3	4	0,17	0,23	0,34	0,28	0,24	0,22	0,25
3	Vegetación arbustiva herbácea y paramo	0,5	0,5	1	3	3	4	0,17	0,11	0,17	0,28	0,24	0,22	0,20
4	Bosque	0,3	0,3	0,3	1	2	3	0,11	0,08	0,06	0,09	0,16	0,17	0,11
5	Zonas Pobladas	0,3	0,3	0,3	0,5	1	3	0,11	0,08	0,06	0,05	0,08	0,17	0,09
6	Cuerpos de Agua	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1	0,11	0,06	0,04	0,03	0,03	0,06	0,05
SUMATORIA		3	4	6	11	12	18	SUMATORIA DE PESOS						1,00

Elaborado por: Fernández, J. (2021).

Para el análisis de la Razón de Consistencia (RC), para la variable de cobertura vegetal, se determinó a partir del Índice de Consistencia (IC) y del Índice de Consistencia Aleatorio (ICA):

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = \frac{n_{m\acute{a}x} - n}{n - 1}$$

$$IC = \frac{7,23 - 7}{7 - 1}$$

$$IC = 0,04$$

Consistencia Aleatoria (ICA)

$$ICA = \frac{1,98(n - 2)}{n}$$

$$ICA = \frac{1,98(7 - 2)}{7}$$

$$ICA = 1,41$$

Razón de consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{ICA}$$

$$RC = \frac{0,04}{1,41}$$

Cálculo de Razón de Consistencia	
N Máximo	7,23
Número de Variables	7
Indice de Consistencia	0,04
Consistencia Aleatoria	1,41
Razón de Consistencia	0,03
RC = 0,03 < 0.1 ACEPTABLE	






$$RC = 0.03 < 0.1 \text{ ACEPTABLE}$$

6.11. Mapa de Susceptibilidad

Para la elaboración del mapa de susceptibilidad a deslizamientos dentro de la parroquia Chaquinal, se lo ha obtenido mediante la obtención de los mapas temáticos convertidos a raster y con ayuda de la herramienta de Raster Calculator del Álgebra de Mapas del ArcMap y posterior una reclasificación por el método de intervalos iguales, en donde, el software divide el rango por automatización logarítmica de valores de atributos en sub-rangos de igual tamaño, considerando el valor mínimo y el valor máximo de los valores, esto de acuerdo a los criterios de susceptibilidad a deslizamientos de Sarkar y Kanungo, 2004. (Ver Tabla 28).

Tabla 28.

Clases de Susceptibilidad a Deslizamientos de acuerdo a los criterios de Sarkar y Kanungo, (2004).

N°	CLASE	SIMBOLOGÍA	ÁREA (Km ²)	PERÍMETRO (Km)	PORCENTAJE (%)
1	Muy Alta Susceptibilidad		0,87	25,18	5,04
2	Alta Susceptibilidad		4,35	158,78	25,11
3	Moderada Susceptibilidad		5,68	319,29	32,78
4	Baja Susceptibilidad		4,05	279,91	23,39
5	Muy Baja Susceptibilidad		2,37	136,68	13,68

Elaborado por: Fernández, J, (2021).

- **Muy Alta Susceptibilidad**

Se considera zonas que laderas de falla, masas de suelo altamente meteorizadas y saturadas y con presencia de discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe una alta posibilidad de que ocurran. Por lo tanto, lo mejor es evitar estas zonas de susceptibilidad en la medida de lo posible, excepto para el uso más esencial.

La zona de Muy Alta susceptibilidad a deslizamientos, tiene un valor de 5,04%, encontrándose con unidades de geomorfología como: vertiente heterogénea y una



pequeña parte de relieve montañoso con litología de: "Bloques y cantos de roca volcanoclástica andesítica basáltica con matriz limo arcillosa y arenosa", perteneciente a los Depósitos Coluviales, a la litología de "Lutitas intercalado de limoarcillitas y rocas volcánicas." perteneciente a la Formación Ciano y a litología de "Lavas andesíticas con intercalaciones de volcanoclásticos." perteneciente a la Formación Celica; inclinación de pendientes de: Muy Inclinados, con rangos de 15° a 35°; Empinado con rangos de 35° a 56,14 y dentro la Cobertura Vegetal, presenta, tierra agropecuaria, zonas quemadas y vegetación arbustiva, herbácea y páramo.

- **Alta Susceptibilidad**

Zonas o áreas en las cuales presenta meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran. Se deben anticipar flujos de escombros mediante investigaciones y asesoramiento geológico-geotécnicos para el desarrollo en la parroquia.

Dichas zonas de Alta Susceptibilidad a deslizamientos, tiene un valor de 25,11%, en donde se encuentra unidades de geomorfologías como: relieve montañoso, relieve colinado muy alto, relieve colinado alto y relieve colinado medio, con litologías de "Lutitas intercalado de limoarcillitas y rocas volcánicas." perteneciente a la Formación Ciano y litología de "Bloques y cantos de roca volcanoclástica andesítica basáltica con matriz limo arcillosa y arenosa", perteneciente a Depósitos Coluviales; en cuanto a las pendientes de: muy inclinado con rangos de 15° a 35° y empinado con rangos de 35° a 56,14°; en cuanto a la litología se encuentra y en cuanto a la cobertura vegetal presenta coberturas de: tierra agropecuaria, vegetación arbustiva, herbácea y páramo y bosque.



- **Moderada Susceptibilidad**

Se obtuvo áreas de moderada susceptibilidad a deslizamientos en laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados, donde no han ocurrido deslizamientos, pero que no existe completa seguridad de que no ocurran los deslizamientos.

Dentro de las zonas obtenidas, se tiene un valor de 32,78%, en el cual, se encuentra unidades de geomorfologías como: relieve colinado alto, relieve colinado medio, superficies y vertientes coluviales muy antiguos, coluviones recientes y antiguos dentro de la litología como "Lutitas intercalado de limoarcillitas y rocas volcánicas.", perteneciente a la Formación Ciano, litología de "Lavas andesíticas con intercalaciones de volcanoclásticos." perteneciente a la Formación Celica y litología de "Bloques y cantos de rocas de lava andesítica basáltica con matriz limo arcillosa y arenosa", perteneciente a Depósitos Coluviales; con inclinaciones de pendientes de: fuertemente inclinado con rangos de 5° a 15° y ligeramente inclinado con rangos de 0° a 15°; y finalmente en la cobertura vegetal, se tiene bosque y tierra agropecuaria.

- **Baja Susceptibilidad**

Para las laderas que tienen algunas fisuras, materiales parcialmente erosionados, no saturados, con discontinuidades favorables donde no existen indicios que permitan predecir los deslizamientos. En donde el desarrollo de Parroquia, se guiará por una planificación adecuada y otras regulaciones de construcción.

Es por ello que se ha obtenido un valor de 23,39%, teniendo unidades de geomorfologías como: relieve colinado medio, relieve colinado bajo, terrazas medias, con litologías de: "Alternancia de areniscas y cantos de roca volcanoclástica" perteneciente al Depósito Aluvial y litología de "Bloques y cantos

de rocas de lava andesítica basáltica con matriz limo arcillosa y arenosa.", perteneciente al Depósito Coluvial; con pendientes de ligeramente inclinado con rangos de 0° a 5° y fuertemente inclinado con rangos de 5° a 35°; y finalmente en la cobertura vegetal, se encontró vegetación arbustiva, herbácea y páramo, cuerpos de agua, zona poblada y bosque.

- **Muy Baja Susceptibilidad**

Para las laderas no meteorizadas con discontinuidades favorables que no presenten ningún síntoma de que puedan ocurrir deslizamientos.

Es por ello que se ha obtenido un valor de 13,68%, teniendo unidades de geomorfologías como: relieve colinado bajo, terrazas medias y terrazas bajas con litologías de: "Alternancia de areniscas y cantos de roca volcanoclástica" perteneciente al Depósito Aluvial y litología de "Bloques y cantos de rocas de lava andesítica basáltica con matriz limo arcillosa y arenosa.", perteneciente al Depósito Coluvial; con pendientes de ligeramente inclinado con rangos de 0° a 5° y fuertemente inclinado con rangos de 5° a 35°; y finalmente en la cobertura vegetal, se encontró con bosque, cuerpos de agua, zona poblada.

6.12. Correlación entre los puntos de deslizamientos y las zonas de susceptibilidad a deslizamientos.

Las zonas de susceptibilidad a deslizamientos que se han obtenido dentro de la Parroquia Chaquinal, son las siguientes clases: Muy Alta susceptibilidad, Alta Susceptibilidad, Moderada susceptibilidad, Baja Susceptibilidad y Muy Baja Susceptibilidad. Y en cuanto al inventario de deslizamientos, se levantó 7 deslizamientos.

La correlación se ve reflejado en función de sus áreas del deslizamiento dentro de las clases de susceptibilidad a deslizamientos, estén dentro de la red vial, que, por

medio de la intervención antrópica, por la modificación de los niveles litológicos, mediante cortes y/o excavaciones, deje una inclinación de pendiente expuesta a los agentes externos.

A continuación, se muestra la distribución de los deslizamientos levantados dentro del mapa de susceptibilidad de la Parroquia Chaquinal, con la herramienta de Intersect, del ArcMap 10.8. (Ver Tabla 29):

Tabla 29. Correlación entre deslizamientos levantados y las zonas de susceptibilidad a deslizamientos obtenidas.

DESLIZAMIENTOS		ZONAS DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS		
Nº	Área del Deslizamiento (Ha)	Clases de Susceptibilidad a Deslizamientos	Área de la Zona de Susceptibilidad (Ha)	Porcentaje (%)
1	18,56	Muy Baja Susceptibilidad	0,41	2,23
		Baja Susceptibilidad	4,03	21,72
		Moderada Susceptibilidad	10,39	55,97
		Alta Susceptibilidad	3,34	18,01
		Muy Alta Susceptibilidad	0,38	2,07
2	0,14	Muy Baja Susceptibilidad	0,02	17,99
		Baja Susceptibilidad	0,01	4,27
		Moderada Susceptibilidad	0,11	77,75
3	0,04	Moderada Susceptibilidad	0,04	100
4	0,13	Baja Susceptibilidad	0,001	0,65
		Moderada Susceptibilidad	0,016	11,87
		Alta Susceptibilidad	0,117	87,49
5	1,18	Moderada Susceptibilidad	0,41	34,67
		Alta Susceptibilidad	0,77	65,34
6	0,16	Moderada Susceptibilidad	0,16	100
7	0,10	Baja Susceptibilidad	0,01	13,46
		Moderada Susceptibilidad	0,09	86,54

Elaborado por: Fernández, J. (2021).

En donde los deslizamientos en función de su área y porcentaje de valor porcentual mayor, 5 deslizamientos se encuentran en Moderada Susceptibilidad y 2 de ellos en Alta Susceptibilidad. En el cual, representa el 89,28% de correlación



entre el inventario de deslizamientos y las zonas de susceptibilidad a deslizamientos.

(Ver Anexo 12).

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La necesidad de generar información confiable y actualizada que permita la planificación y gestión del uso del territorio a escala local es fundamental, ya que, a partir de ello, se hace la mejor toma de decisiones para proyectos y construcciones, para el desarrollo de la parroquia.

La metodología aplicada para el presente estudio, consiste en un análisis matricial e involucra juicios de valores mediante una matriz sobre los criterios seleccionados obteniendo una ponderación o consignación a las variables condicionantes para analizar zonas susceptibles a deslizamientos en la Parroquia Chaquinal.

La Parroquia Chaquinal, se encuentra al NE de la cuenca Alamor Lancones que cuenta con un área de 17,35 Km² o 1735,12Ha en el cual, los barrios Gramales y Tulipan son las partes más bajas de la parroquia cuyas inclinaciones de pendientes no superan rangos de 5° a 15° de inclinación, mientras que los barrios de Faical, Carrizal, Palmitas, El Papayo, Matalanga y Caminuma, presentan pendientes hasta los 56,14° de inclinación.

Las clases de mayor susceptibilidad como las de Muy Alta, Alta y Moderada Susceptibilidad a deslizamientos, está comprendida por geoformas de relieve montañoso, vertiente heterogénea, relieve colinado muy alto, relieve colinado alto, relieve colinado medio, superficies de vertientes de coluviales muy antiguas y coluviones recientes y antiguos con litologías pertenecientes a los Depósitos Coluviales, la Formación Ciano y una pequeña parte de la Formación Celica con pendientes desde los 15° hasta los 56,14° de inclinación de pendientes, hacen que dichas zonas sean más susceptibles a deslizamientos y no debería implementarse



ninguna actividad antrópica o desarrollo de la Parroquia, sin haber realizado un estudio previo para su ejecución.

Las clases de menor porcentaje de zonas de susceptibilidad a deslizamientos en función de su área, son las clases de: Baja y Muy Baja Susceptibilidad, en donde dichas zonas presentan geoformas de relieve colinado medio, relieve colinado muy bajo, terrazas medias y terrazas bajas con litologías pertenecientes a la Formación Ciano, Formación Celica y a los Depósitos Aluviales con pendientes de 0° a 15° de inclinación, cubierto por una cobertura vegetal de Cuerpos de Agua, Zona Poblada y Bosque, hace que dichas zonas sean menos susceptible a deslizamientos, pero no deja de ser susceptible a otro tipo de Movimiento de Remoción en Masa (MRM), que, en función de sus unidades de geomorfología, pendientes y la litología, se den otros movimientos como por ejemplo: caída de rocas o volcamiento de roca en inclinaciones mayor a los 35° de inclinación de pendiente en las partes altas de la parroquia y expansión lateral o reptación en pendientes menores a los 15° de inclinación de pendiente en las partes bajas de la parroquia.

En cuanto a la correlación entre el inventario de deslizamientos levantados y las zonas de susceptibilidad a deslizamientos, se ve reflejado dentro de la red vial, que por la intervención antrópica modifiquen las unidades de geomorfología mediante cortes y/o excavaciones estructuras litológicas, se deje expuesto a los agentes externos.

Además, la Gestión de Riesgos del Ecuador, han planificado una reubicación de la zona urbana de la parroquia Chaquinal hacia el barrio Gramales, en el cual, con los resultados obtenidos de las zonas de susceptibilidad, se ha podido corroborar que el barrio Gramales se encuentra en dentro de las clases de Baja y Muy Baja



Susceptibilidad, en donde se puede realizar desarrollo de la parroquia con estudios complementarios para un adecuado adecentamiento como la geofísica.

Se considera que el resultado obtenido mediante el método empleado, se ha logrado obtener zonas de susceptibilidad a deslizamientos acorde a la realidad en campo mediante la visita de los diferentes sectores de la parroquia de tal manera que dicho estudio puede ser utilizada para la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia, futuros estudios de peligrosidad, de vulnerabilidad y riesgos, además como insumo cartográfico para diferentes estudios como referente de línea base de planes de manejo ambiental, estudios de impacto ambiental, entre otros.

8. CONCLUSIONES

Espacialmente la parroquia Chaquinal se encuentra al NW de la cuenca Alamor Lancones en donde se ve distribuida gran parte de terminologías de inclinación pendientes desde las cotas 676m en los barrios Gramales y Matalanga hasta los 1575m en los barrios de El Papayo, Palmitas y Faical.

Para la generación de las variables para el análisis de susceptibilidad se consideró variables condicionantes tales como:

Unidades de Geomorfología como relieve montañoso, vertiente heterogénea, superficies y vertientes coluviales muy antiguas, coluviales recientes y antiguos, relieve colinado muy alta, relieve colinado medio, son geformas cuya pendiente oscilan entre el 12% hasta el 100% y el desnivel relativo desde los 50m hasta >300m, como las susceptibles a deslizamientos.

Litológicamente la parroquia Chaquinal se ve distribuida por condiciones geológicas de baja compactación de los niveles litológicos como los pertenecientes a



los Depósitos Coluviales (bloques y cantos de rocas volcanoclástica de andesito basáltica con matriz limo arcillosa y arenosa.), y baja cohesión de los materiales sedimentarios con las intercalaciones de rocas volcanoclásticas pertenecientes a la Formación Ciano, siendo las áreas más susceptibles a deslizamientos a lo largo de la parroquia.

Inclinación de Pendientes mismas como pendientes de Muy Inclinado con rangos de 15° a 35° y Empinado de 35° a $56,14^{\circ}$ son inclinaciones más propensas para la ocurrencia de los deslizamientos, en donde en la parroquia se obtuvo las siguientes terminologías: Ligeramente Inclinado con rangos de 0° a 5° con un área de $0,79 \text{ Km}^2$ con un 4,58%, Fuertemente Inclinado con rangos de 5° a 15° con un área de $6,38 \text{ Km}^2$ y representa el 36,79%, Muy Inclinado con rangos de 15° a 35° con un área de $9,87 \text{ Km}^2$ representando el 56,87% y Empinado que fue unida con la pendiente Vertical con rangos desde los 35° hasta $56,14^{\circ}$ con un área de $0,30 \text{ Km}^2$ representando el 1,76%.

Coberturas Vegetales donde no cumplen su función como manto protector y/o sujeción del suelo, tales como tierra agropecuaria representando el 32,26%, vegetación arbustiva, herbácea y páramo con un 26,99% y zonas quemadas representando el 1,28%, sean más susceptibles a deslizamientos.

Para la caracterización morfométrica se consideró del inventario de deslizamientos con un total de 7 eventos registrados, de tal manera que con ayuda del software ArcMap 10.8, se corroboró los datos levantados en campo. En donde dicho análisis se realizó con el fin de caracterizar la amenaza que presenta en el área de estudio, dando como resultado parámetros morfométricos de cada uno de los eventos registrados.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

La obtención del mapa de zonas de susceptibilidad a deslizamientos de acuerdo a los criterios de Sarkar y Kanungo, 2004, se ha obtenido las siguientes clases: Muy Alta Susceptibilidad con un área de $0,87\text{km}^2$ y un porcentaje en función al área de estudio de 5,04%; Alta Susceptibilidad con un área de $4,35\text{Km}^2$ representando el 25,11%; Moderada Susceptibilidad con un área de $5,68\text{Km}^2$ y un valor de 32,78%; la clase de Baja Susceptibilidad con un área de $4,05\text{Km}^2$ representando un valor de 23,39% y la clase de Muy Baja Susceptibilidad con un área de $2,37\text{ Km}^2$ representando un valor 13,68%. En donde, el área de estudio se caracteriza por ser susceptible a deslizamientos, por tener condiciones del terreno como baja compactación de los niveles litológicos y cohesión de los materiales sedimentarios con las intercalaciones de volcanoclásticos como en gran parte a los Depósitos Coluviales y a la Formación Ciano con coberturas vegetales que no cumplen la función de manto protector y de sujeción al suelo, hace que sea favorables para que se generen los deslizamientos.

El diseño Correlacional entre el inventario de deslizamientos y las zonas de susceptibilidad a deslizamientos, se encuentran dentro de las clases de Moderada y Alta Susceptibilidad en función de su área y su porcentaje, se ubican a lo largo y ancho de la red vial de la parroquia, siendo que, por la intervención antrópica por modificación mediante apertura de vías por cortes y/o excavaciones en estructuras litológicas, ocasionen cambio en la pendiente y generen exposición de los materiales litológicos a factores externos.

La eficacia del método es un valor de 89,28%, ya que, por la correlación de los deslizamientos y las zonas de susceptibilidad a deslizamientos obtenidas en las clases de Moderada y Alta Susceptibilidad en función de su área, están dentro de la red vial de la parroquia y de esta manera disminuya la eficacia del método.



9. RECOMENDACIONES

Desde el punto de vista metodológico en la aplicación del método de Proceso de Análisis Jerárquico (Analytic Hierarchy Process AHP) desarrollado por Saaty (1980), se podría aplicar una eficacia mediante la comparación de otro método como el método binario o el método heurístico donde cuyos resultados sean reflejados acorde al área de estudio y sean comparadas las zonas de susceptibilidad a deslizamientos.

Desde el punto de vista investigativo, se recomienda complementar la información con estudios geotécnicos de suelo estrictos para las construcciones civiles a realizarse sobre litologías de baja compactación de los niveles litológicos, la cohesión de los materiales sedimentarios con las intercalaciones de rocas volcanoclásticas como los Depósitos Coluviales en zonas con pendientes de 15° a 35° para garantizar criterios técnicos a la hora de elegir materiales y métodos de construcción o para el desarrollo de la Parroquia.

Desde el punto de vista académico, el presente trabajo investigativo se lo puede incluir dentro de la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, tanto en la Parroquia Chaquinal como del cantón Pindal, con la finalidad de mejorar la toma de decisiones de interés colectivo entre instituciones públicas e instituciones privadas, haciendo referencia a la realidad territorial de la parroquia y de ésta manera seguir investigando sobre el tema trabajado.

Desde el punto de vista de la Gestión de Riesgos, se recomienda que este tipo de investigación se incluya en la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes, la cual fortalecerá el ordenamiento territorial de la parroquia, al considerar el análisis de susceptibilidades, amenazas y elementos en riesgo cuyo resultado sea una adecuada planificación territorial donde puede ser compartida



mediante campañas de concientización sobre los posibles escenarios de riesgos a deslizamientos a los moradores de la parroquia.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Ayala, L., 2018. Notas Esenciales Sobre El Mapeo Geológico. [en línea] Explorock. Disponible en: <<https://www.explorock.com/notas-esenciales-sobre-mapeo-geologico/>>. Perú.

Ahmad, R. (2001) "Implemented by the Organization of American States Unit of Sustainable Development and Environment for the USAID Office of Foreign Disaster Assistance and the Caribbean Regional Program, Denominado: Borrador Directrices para el uso de mapas de susceptibilidad a deslizamientos de tierra", . Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.

Buckner, B. (1983): Surveying measurements and their Analysis. Third Printing, May 1991. Landmark Enterprises, Rancho Cordova, California. USA. 76p.

Burrough, P. (1986). Principios de Sistemas de información geográfica de Recursos de la Tierra Evaluación. Clarendon Prensa, Oxford.

Cruden, D. M., & Varnes, D. J. (1996). Deslizamientos: Investigación y Mitigación. Washington DC, USA: Informe Especial 247.

Domingues, A. (1979). Levantamientos topográficos – Apuntes – Topografía - Parte 1, Apuntes de Topografía. Coruña, España. 10p.

Escobar, G. (2019). Manual de Geología para Ingenieros - Vol 1. Fundamentos de Geología Física y de Colombia. Manizales, Colombia. 174p

Ferrer, M, 1980. Deslizamientos, desprendimientos, flujos y avalanchas. Riesgos Geológicos. Serie Geología Ambiental. IGME. Madrid 175-192 p.

GEMMA. (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas. Canadá. ISSN 0717-3733



unl

Universidad
Nacional
de Loja

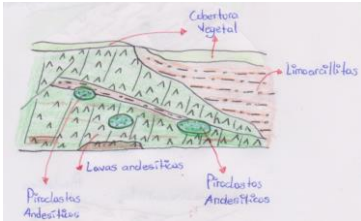
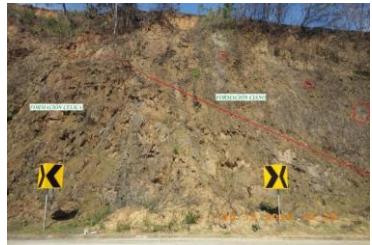
**"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"**

- Hutchinson, J. N. (1988). Morfológica y GEOT parámetros de deslizamientos de tierra en relación con la geología y la hidrogeología. En el cap. Bonnard (Ed.): Los deslizamientos de tierra. Acta 5 Conferencia Internacional sobre desprendimientos de tierras. Lausana. Vol. 1: 3-35
- Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico. (2017). Carta Geológica de Alamor, hoja 22, M VII-B, escala 1:100.000. Edición 2. Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2013). Guía de Modelo de Unidades Geomorfológicas para la presentación Cartográfica de Ecosistemas del Ecuador Continental. Ecuador.
- Mourier. (1988). Metalogenia, Geología Económica y potencial Minero de la Deflexión de Huancabamba: Noroeste del Perú. San Borja - Lima - Perú: Unidad de Relaciones Institucionales.
- Ortiz, D. (2004). Introducción a La Geología Práctica. Madrid, España. 36p.
- Proyecto Multinacional Andino. (2007). : Geociencias para las Comunidades Andinas. 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional. (GEMMA). Ecuador. 86p.
- Suarez, J. (1998). Deslizamientos Volumen 1: Análisis Geotécnico. Primera edición. Bucaramanga – Colombia 607p.
- Vásquez, H. J. (2002). Evaluación de la susceptibilidad a los deslizamientos municipio de Risaralda.. Risaralda.

11. ANEXOS

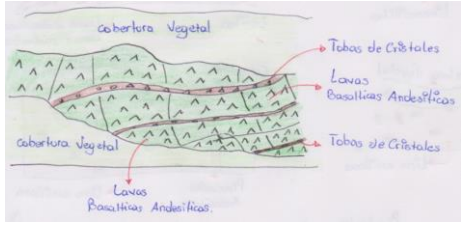

Anexo 1. Descripción de Afloramientos

Descripción de Afloramiento AF-FJ-001

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS									
Código:	AF-FJ-001	Afloramiento:			Fecha de Descripción:	29 de diciembre de 2020			
		Natural ()	Artificial (X)						
Ubicación Geográfica		Geometría del Afloramiento			Relieve		Vegetación		
Datum:	UTM WGS84 Zona 17S	Longitud:	77 m		Llano		Exuberante		
X:	603821	Altura:	9,5m		Bajo	X	Escasa	X	
Y:	9551353	Dirección:	NW		Colinado		Nula		
Z:	744				Montañoso				
DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO									
Potencia (m)	N° de Capas	Formación	Litología	Orientación		Meteorización			
				Az	Bz	Bajo	Medio	Alto	
5m	1	Formación Celica	Lavas andesíticas con intercalaciones de piroclastos.						X
4m	1	Formación Ciano	Limoarcillitas, intercalado de areniscas y con colcanoclasticos.	82°	24°		X		
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL AFLORAMIENTO									
Lavas andesíticas en forma masiva, con textura porfirica es decir presenta fenocristales, de color verdes homogéneas a color marrón, con intercalaciones de piroclastos de composición andesítica. Se encuentra como punto de contacto entre la Fm Ciano compuesta por limoarcillitas de coloraciones amarillentas con intercalaciones de rocas volcánoclasticas de composición andesíticas.									
ANEXOS									
PERFIL LITOLÓGICO					FOTOGRAFÍA				
									

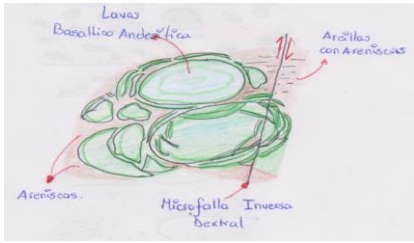

Elaborado Por: Fernández, J (2021).

Descripción de Afloramiento **AF-FJ-046**

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS								
Código:	AF-FJ-046		Afloramiento:		Fecha de Descripción:	31 de diciembre de 2020		
			Natural ()	Artificial (X)				
Ubicación Geográfica		Geometría del Afloramiento			Relieve		Vegetación	
Datum:	UTM WGS84 Zona 17S		Longitud:	16m	Llano		Exuberante	X
X:	606634		Altura:	7m	Bajo		Escasa	
Y:	9549962		Dirección:	NW	Colinado		Nula	
Z:	104				Montañoso	X		
PERFIL LITOLÓGICO DE LOS AFLORAMIENTOS								
Potencia (m)	N° de Capas	Formación	Litología	Orientación		Meteorización		
				Az	Bz	Bajo	Medio	Alto
6m	1	Formación Celica	Lavas andesíticas y tobas de cristales	83°	33°		X	
DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO								
Mantos de lava de composición basáltico – andesítico. Además, se encuentra con intercalaciones de tobas de cristales de textura porfírica al presentar fenocristales subhedrales de piroxeno y hornblenda y con presencia de clastos andesíticos cuya potencia alcanza los 6m.								
PERFIL LITOLÓGICO					FOTOGRAFÍA			
								

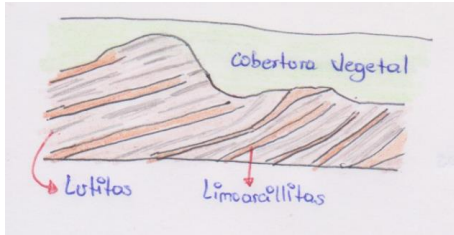

Elaborado Por: Fernández, J (2021).

Descripción de Afloramiento AF-FJ-132

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS								
Código:	AF-FJ-132	Afloramiento:			Fecha de Descripción:	22 de enero de 2021		
		Natural (X)	Artificial ()					
Ubicación Geográfica		Geometría del Afloramiento			Relieve		Vegetación	
Datum:	UTM WGS84 Zona 17S	Longitud:	10m		Llano		Exuberante	
X:	604191	Altura:			Bajo		Escasa	
Y:	9551608	Dirección:	SW		Colinado	X	Nula	X
Z:	804				Montañoso			
PERFIL LITOLÓGICO DE LOS AFLORAMIENTOS								
Potencia (m)	N° de Capas	Formación	Litología	Orientación		Meteorización		
				Az	Bz	Bajo	Medio	Alto
	1	Formación Celica	Lavas andesíticas.					X
DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO								
Mantos de lava de composición basáltico – andesítico de textura afanítica de forma masivas de coloraciones verdes homogéneas a marrón por la meteorización. Además presenta una micro falla inversa dextral cuya extensión no supera los 10m de ser observado cuyo dato estructural es de 311°/15° y esta suprayaciendo a dicho conjunto la litología de la Fm Ciano.								
PERFIL LITOLÓGICO					FOTOGRAFÍA			
								

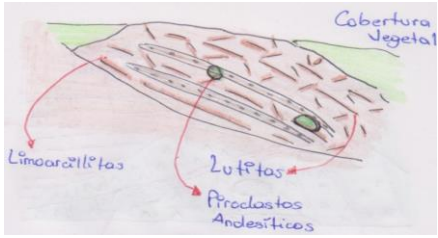

Elaborado Por: Fernández, J (2021).

Descripción de Afloramiento **AF-FJ-010**

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS								
Código:	AF-FJ-010	Afloramiento:			Fecha de Descripción:	29 de diciembre de 2020		
		Natural ()	Artificial (X)					
Ubicación Geográfica		Geometría del Afloramiento			Relieve		Vegetación	
Datum:	UTM WGS84 Zona 17S	Longitud:	11m		Llano		Exuberante	X
X:	603821	Altura:	4m		Bajo	X	Escasa	
Y:	9551353	Dirección:	SE		Colinado		Nula	
Z:	744				Montañoso			
PERFIL LITOLÓGICO DE LOS AFLORAMIENTOS								
Potencia (m)	N° de Capas	Formación	Litología	Orientación		Meteorización		
				Az	Bz	Bajo	Medio	Alto
	1	Formación Ciano	Lutitas y limoarcillitas	181	42			X
DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO								
<p>Alternancias de lutitas de color negro a marrón cuya potencia es de 5cm y limoarcillitas de grano fino con potencias de 2cm de coloraciones gris oscuro a color marrón, ésta a su vez, tienen una textura aleurítica.</p>								
ANEXOS								
PERFIL LITOLÓGICO					FOTOGRAFÍA			
								

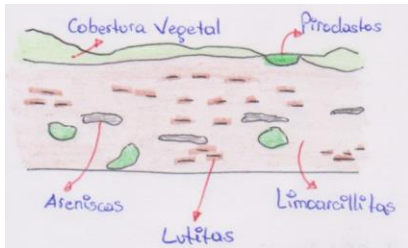

Elaborado Por: Fernández, J (2021).

Descripción de Afloramiento **AF-FJ-056**

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS								
Código:	AF-FJ-056	Afloramiento:			Fecha de Descripción:	31 de diciembre de 2020		
		Natural ()	Artificial (X)					
Ubicación Geográfica		Geometría del Afloramiento			Relieve		Vegetación	
Datum:	UTM WGS84 Zona 17S	Longitud:	5m		Llano		Exuberante	
X:	605840	Altura:	1,4m		Bajo		Escasa	X
Y:	9550509	Dirección:	S/N		Colinado	X	Nula	
Z:	1034				Montañoso			
PERFIL LITOLÓGICO DE LOS AFLORAMIENTOS								
Potencia (m)	N° de Capas	Formación	Litología	Orientación		Meteorización		
				Az	Bz	Bajo	Medio	Alto
	1	Formación Ciano	Limoarcillitas, lutitas intercalado de areniscas y con rocas volcánicas.					X
DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO								
<p>Limoarcillitas de coloración marrón a rojizas de grano fino y tienen textura aleurítica, lutitas finamente laminadas que van desde los 2cm hasta los 8 cm, se encuentra intercalado de areniscas en pequeños estratos con potencia de 5cm y además con rocas volcánicas de composición andesítica de textura. Sin datos estructurales ya que el afloramiento se encuentra muy erosionado y no presenta continuidad en sus estructuras.</p>								
ANEXOS								
PERFIL LITOLÓGICO					FOTOGRAFÍA			
								

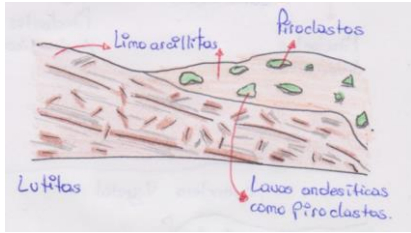

Elaborado Por: Fernández, J (2021).

Descripción de Afloramiento **AF-FJ-133**

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS								
Código:	AF-FJ-133	Afloramiento:		Fecha de Descripción:	28 de enero de 2021			
		Natural ()	Artificial (X)					
Ubicación Geográfica		Geometría del Afloramiento		Relieve		Vegetación		
Datum:	UTM WGS84 Zona 17S	Longitud:	8m	Llano		Exuberante	X	
X:	609535	Altura:	6m	Bajo	X	Escasa		
Y:	9551631	Dirección:	S/N	Colinado		Nula		
Z:	1039			Montañoso				
PERFIL LITOLÓGICO DE LOS AFLORAMIENTOS								
Potencia (m)	N° de Capas	Formación	Litología	Orientación		Meteorización		
				Az	Bz	Bajo	Medio	Alto
	1	Formación Ciano	Lutitas intercalado de limoarcillitas y rocas volcánicas.					X
DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO								
Limoarcillitas de color marrón a rojizas de grano fino con textura aleurítica. Las lutitas son finas desde los 2cm hasta los 8cm, intercalado de areniscas en pequeños estratos con potencia de 5 cm. Y para la toma de datos estructurales, se impidió determinar una orientación o rumbo ni el buzamiento por el fracturamiento intenso de la roca por poseer un grado de meteorización alto, al encontrarse en exposición directa a los agentes externos o agentes atmosféricos.								
ANEXOS								
PERFIL LITOLÓGICO				FOTOGRAFÍA				
								

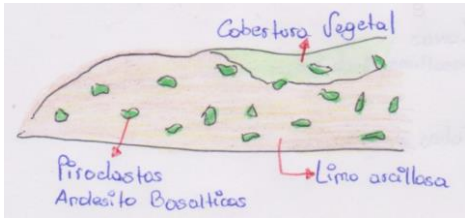

Elaborado Por: Fernández, J (2021).

Descripción de Afloramiento AF-FJ-029

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS								
Código:	AF-FJ-029	Afloramiento:		Fecha de Descripción:	30 de diciembre de 2020			
		Natural ()	Artificial (X)					
Ubicación Geográfica		Geometría del Afloramiento		Relieve		Vegetación		
Datum:	UTM WGS84 Zona 17S	Longitud:	12m	Llano		Exuberante		
X:	606141	Altura:	5m	Bajo		Escasa	X	
Y:	9552629	Dirección:	NW	Colinado	X	Nula		
Z:	814			Montañoso				
PERFIL LITOLÓGICO DE LOS AFLORAMIENTOS								
Potencia (m)	N° de Capas	Formación	Litología	Orientación		Meteorización		
				Az	Bz	Bajo	Medio	Alto
	1	Formación Ciano	Lutitas, intercaldo de limoarcillitas	257	37		X	
1,9	1	Depósito Coluvial	Bloques de roca de lava andesítica basáltica, con matriz limo arcillosa					X
DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO								
Lutitas de color negro a marrón con potencias de 20 cm intercaldo de limoarcillitas con potencias de 2cm y rocas volcánicas de composición andesíticas de textura fanerítica. Se encuentra como punto de contacto con Depósitos coluviales compuestas por bloques de roca de lava andesítica basáltica, fragmentos angulosos y cantos subredondeados con una matriz limo arcillosa con alta meteorización, de color amarillo pardo a gris. Cuyo dato estructural del contacto observado es de 115°/35°								
ANEXOS								
PERFIL LITOLÓGICO				FOTOGRAFÍA				
								

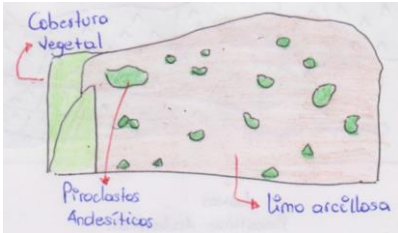

Elaborado Por: Fernández, J (2021).

Descripción de Afloramiento **AF-FJ-003**

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS								
Código:	AF-FJ-003	Afloramiento:			Fecha de Descripción:	29 de diciembre de 2020		
		Natural ()	Artificial (X)					
Ubicación Geográfica		Geometría del Afloramiento			Relieve		Vegetación	
Datum:	UTM WGS84 Zona 17S	Longitud:	16m		Llano		Exuberante	
X:	603793	Altura:	6m		Bajo	X	Escasa	X
Y:	9551548	Dirección:	S/N		Colinado		Nula	
Z:	752				Montañoso			
PERFIL LITOLÓGICO DE LOS AFLORAMIENTOS								
Potencia (m)	N° de Capas	Formación	Litología	Orientación		Meteorización		
				Az	Bz	Bajo	Medio	Alto
		Depósito Coluvial	Bloques de roca de lava andesítica basáltica con matriz limo arcillosa					X
DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO								
Bloques de roca de piroclasto andesítica basáltica con textura fanerítica, fragmentos angulosos con tamaños de hasta 60 cm y cantos subredondeados con matriz limo arcillosa con alta meteorización, de color amarillo pardo a gris. Y no se puede tomar datos estructurales al no presentar estratos litológicos y por estar muy meteorizado.								
ANEXOS								
PERFIL LITOLÓGICO					FOTOGRAFÍA			
								

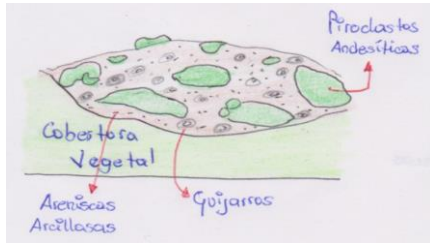

Elaborado Por: Fernández, J (2021).

Descripción de Afloramiento AF-FJ-074

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS									
Código:	AF-FJ-074		Afloramiento:			Fecha de Descripción:	31 de diciembre de 2020		
			Natural (X)	Artificial ()					
Ubicación Geográfica		Geometría del Afloramiento			Relieve		Vegetación		
Datum:	UTM WGS84 Zona 17S		Longitud:	9m		Llano		Exuberante	
X:	605445		Altura:	12m		Bajo		Escasa	
Y:	9551554		Dirección:	S/N		Colinado	X		Nula
Z:	752					Montañoso		X	
PERFIL LITOLÓGICO DE LOS AFLORAMIENTOS									
Potencia (m)	N° de Capas	Formación	Litología	Orientación		Meteorización			
				Az	Bz	Bajo	Medio	Alto	
		Depósito Coluvial	Cantos de roca de lava andesítica basáltica con matriz limo arcillosa.				X		
DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO									
Depósito de coluvion antiguo compuesto por cantos de roca de piroclasto andesítica basáltica con textura fanerítica, fragmentos angulosos y cantos subredondeados cuyo diámetro alcanza hasta los 80 cm con una matriz limo arcillosa con alta meteorización, de color amarillo pardo a gris.									
ANEXOS									
PERFIL LITOLÓGICO					FOTOGRAFÍA				
									

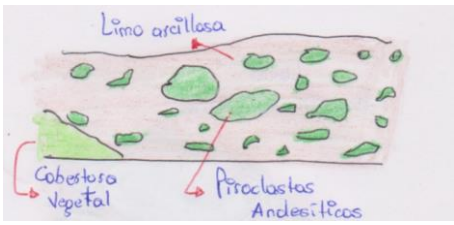

Elaborado Por: Fernández, J (2021).

Descripción de Afloramiento **AF-FJ-168**

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS									
Código:	AF-FJ-168		Afloramiento:			Fecha de Descripción:	28 de enero de 2021		
			Natural (<input checked="" type="checkbox"/>)	Artificial ()					
Ubicación Geográfica		Geometría del Afloramiento			Relieve		Vegetación		
Datum:	UTM WGS84 Zona 17S		Longitud:	7m		Llano	Exuberante <input checked="" type="checkbox"/>		
X:	608264		Altura:	22m		Bajo	Escasa		
Y:	9553206		Dirección:	S/N		Colinado	<input checked="" type="checkbox"/>		
Z:	846					Montañoso	Nula		
PERFIL LITOLÓGICO DE LOS AFLORAMIENTOS									
Potencia (m)	N° de Capas	Formación	Litología	Orientación		Meteorización			
				Az	Bz	Bajo	Medio	Alto	
		Depósito Coluvial	Bloques de roca de lava andesítica basáltica con una matriz arenosa y de guijarros.				X		
DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO									
Depósito de coluvion antiguo compuesto por bloques de piroclasto andesítica basáltica, fragmentos angulosos y cantos subredondeados cuyo diámetro alcanza hasta los 2,3 metros con una matriz arenosa y de guijarros menores de 5 cm de diámetro con alta meteorización.									
ANEXOS									
PERFIL LITOLÓGICO					FOTOGRAFÍA				
									

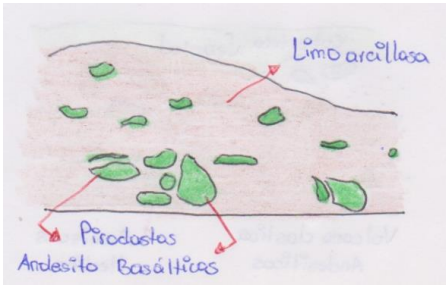

Elaborado Por: Fernández, J (2021).

Descripción de Afloramiento AF-FJ-185

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS								
Código:	AF-FJ-185		Afloramiento:		Fecha de Descripción:	28 de enero de 2021		
			Natural (X)	Artificial ()				
Ubicación Geográfica		Geometría del Afloramiento			Relieve		Vegetación	
Datum:	UTM WGS84 Zona 17S		Longitud:	5m	Llano		Exuberante	
X:	607706		Altura:	9m	Bajo	X	Escasa	X
Y:	9552279		Dirección:	S/N	Colinado	Nula		
Z:	977				Montañoso			
PERFIL LITOLÓGICO DE LOS AFLORAMIENTOS								
Potencia (m)	N° de Capas	Formación	Litología	Orientación		Meteorización		
				Az	Bz	Bajo	Medio	Alto
		Depósito Coluvial	Cantos de roca de lava andesítica basáltica con matriz limo arcillosa.				X	
DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO								
Depósito de coluvion antiguo compuesto por cantos de roca de lava andesítica basáltica con textura fanerítica, fragmentos angulosos y cantos subredondeados cuyo diámetro alcanza hasta los 80 cm con una matriz limo arcillosa con alta meteorización, de color marrón.								
ANEXOS								
PERFIL LITOLÓGICO					FOTOGRAFÍA			
								

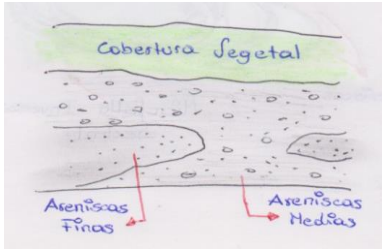

Elaborado Por: Fernández, J (2021).

Descripción de Afloramiento **AF-FJ-027**

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS										
Código:	Afloramiento:		Natural ()		Artificial (X)		Fecha de Descripción:	30 de diciembre de 2020		
Ubicación Geográfica		Geometría del Afloramiento			Relieve		Vegetación			
Datum:	UTM WGS84 Zona 17S		Longitud:	11m		Llano		Exuberante		
X:	605981		Altura:	6m		Bajo	X	Escasa		
Y:	9552571		Dirección:	S/N		Colinado		Nula	X	
Z:	811					Montañoso				
PERFIL LITOLÓGICO DE LOS AFLORAMIENTOS										
Potencia (m)	N° de Capas	Formación	Litología	Orientación		Meteorización				
				Az	Bz	Bajo	Medio	Alto		
		Depósito Coluvial	Bloques de roca de lava andesítica basáltica con una matriz limo arcillosa.						X	
DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO										
Depósito de coluvion antiguo compuesto por bloques de roca de piroclasto andesítica basáltica, fragmentos angulosos y cantos subredondeados cuyo diámetro alcanza hasta los 1,5 metros con una matriz limo arcillosa con alta meteorización.										
ANEXOS										
PERFIL LITOLÓGICO					FOTOGRAFÍA					
										

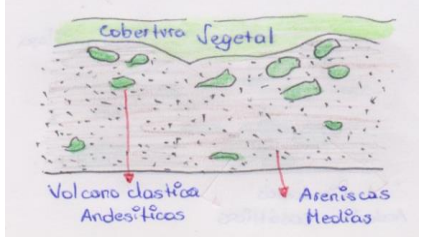

Elaborado Por: Fernández, J (2021).

Descripción de Afloramiento **AF-FJ-118**

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS								
Código:	AF-FJ-118	Afloramiento:			Fecha de Descripción:	22 de enero de 2021		
		Natural (X)	Artificial ()					
Ubicación Geográfica		Geometría del Afloramiento			Relieve		Vegetación	
Datum:	UTM WGS84 Zona 17S	Longitud:	2m		Llano	X	Exuberante	
X:	602952	Altura:	1,4m		Bajo		Escasa	X
Y:	9552274	Dirección:	S/N		Colinado		Nula	
Z:	811				Montañoso			
PERFIL LITOLÓGICO DE LOS AFLORAMIENTOS								
Potencia (m)	N° de Capas	Formación	Litología	Orientación		Meteorización		
				Az	Bz	Bajo	Medio	Alto
		Depósito Aluvial	Alternancia de areniscas y cantos de roca volcánoclastica					X
DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO								
<p>Alternancia de areniscas medias a finas de coloraciones grises a marrón con cantos de roca volcánoclastica de composición andesíticas de textura fanerítica extendidas a lo largo del Río Matalanga. No fue posible la toma de datos estructurales ya que las estructuras no presentan una continuidad y están con una alta meteorización.</p>								
ANEXOS								
PERFIL LITOLÓGICO					FOTOGRAFÍA			
								

Elaborado Por: Fernández, J (2021).

Descripción de Afloramiento **AF-FJ-242**

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS								
Código:	AF-FJ-242	Afloramiento:		Fecha de Descripción:	11 de febrero de 2021			
		Natural ()	Artificial (X)					
Ubicación Geográfica		Geometría del Afloramiento		Relieve		Vegetación		
Datum:	UTM WGS84 Zona 17S	Longitud:	S/N	Llano	X	Exuberante	X	
X:	602771	Altura:	S/N	Bajo		Escasa		
Y:	9551767	Dirección:	S/N	Colinado		Nula		
Z:	714			Montañoso				
PERFIL LITOLÓGICO DE LOS AFLORAMIENTOS								
Potencia (m)	N° de Capas	Formación	Litología	Orientación		Meteorización		
				Az	Bz	Bajo	Medio	Alto
		Depósito Aluvial	Cantos de roca volcánica, con alternancia de areniscas					X
DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO								
Cantos de roca volcanoclástica de composición andesíticas de textura fanerítica, areniscas medias a finas inbrincadas extendidas a lo largo de la quebrada Gramales.								
ANEXOS								
PERFIL LITOLÓGICO				FOTOGRAFÍA				
								

Elaborado Por: Fernández, J (2021).



Anexo 2. Inventario de Deslizamientos

Inventario de Deslizamiento D01-FJ.

FICHA PARA EL INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS						
1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA						
Proyecto de Investigación	"SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS DE LA PARROQUIA CHAQUINAL DEL CANTÓN PINDAL PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:5 000"		1.1. COORDENADAS		1.2. DIVISIÓN POLÍTICA	
Nº de Movimiento en Masa	D01-FJ		PROYECCIÓN	UTM WGS84 Zona 17S	Provincia	Loja
Fecha	29 de diciembre 2020		X	606861	Cantón	Pindal
Nombre del Encuestador:	Fernández, J. (2021).		Y	9552676	Parroquia	Chaquinal
			Z	840	Barrio	Chaquinal
2. DESCRIPCIÓN DE LOS FRM (FENÓMENOS EN REMOSIÓN EN MASA)						
2.1 ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO			2.2. CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO			
ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO	HUMEDAD DEL SUELO	MATERIAL	VELOCIDAD
Activo ()	Complejo ()	Retrogresivo ()	Deslizamiento Rotacional (X)	Seco (X)	Cantos (X)	Extr. Rápido (>5 m/s) ()
Reactivado (X)	Compuesto ()	Avanzado ()	Deslizamiento Traslacional ()	Húmedo ()	Arena (X)	Rápido (>1,8 m/hr) ()
Suspendido ()	Múltiple ()	Ensanchado ()	Deslizamiento Compuesto ()	Muy Húmedo ()	Finos ()	Lento (> 1,6 m/año) (X)
Latente ()	Suscecivo ()	Confinado (X)		Mojado ()	M.O. ()	Ext. Lento (< 16 mm/año) ()
Abandonado ()	Único ()	Creciente ()	COBERTURA Y USO DEL SUELO			
Estabilizado ()	Enjambre ()	Decreciente ()	TIPO DE COBERTURA	Veg. Herbácea (X) Bosque/Selva () Matorrales () Cultivos (X) Sin Covertura ()		
Relicto ()	Sencillo (X)	Móvil ()	TIPO DE USO	Ganadería () Área Protegida () Zona Arqueológica () Vivienda () Vías (X) Minería ()		
FACTORES CONDICIONANTES Y DETONANTES	Material Plástico Débil () Material meteorizado físicamente (X) Material meteorizado químicamente () Material fallado por corte () Erosión superficial (X) Material fallado por corte () Material fisurado o agrietado (X) Meteorización por expansión/contracción () Deforestación o ausencia de vegetación () Viento () Lluvias () Sismo () Movimiento Tectónico () Erupción Volcánica Modificación del Talud () Disposición deficiente de estériles/escombros ()					
DAÑO	Leve ()	Moderado ()	Severo (X)	Destrucción Total ()		4. REGISTRO FOTOGRÁFICO
3. MORFOMETRIA						
Dimensiones						
Ancho de la Superficie de Ruptura (Wr)		275,62	Longitud Total (Lt)		747,27	
Ancho de la Masa Desplazada (Wd)		285,79	Longitud Línea Central (Lcl)		795,51	
Longitud de la Masa Desplazada (Ld)		355,26	Área (m2)		185562,02	
Longitud de la Superficie de Ruptura (Lr)		401,33	Perímetro (m)		1844,31273	

Fuente: Proyecto Multinacional Andino – DINAGE (2008).

Elaborado: El Autor.



UNL

Universidad Nacional de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

1859 Inventario de Deslizamiento D02-FJ.

FICHA PARA EL INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS						
1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA						
Proyecto de Investigación	"SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS DE LA PARROQUIA CHAQUINAL DEL CANTÓN PINDAL PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:5 000"		1.1. COORDENADAS		1.2. DIVISIÓN POLÍTICA	
Nº de Movimiento en Masa	D02-FJ		PROYECCIÓN	UTM WGS84 Zona 17S	Provincia	Loja
Fecha	29 de diciembre 2020		X	603842	Cantón	Pindal
Nombre del Encuestador:	Fernández, J. (2021).		Y	9551511	Parroquia	Chaquinal
			Z	749	Barrio	Gramales
			2. DESCRIPCIÓN DE LOS FRM (FENÓMENOS EN REMOSIÓN EN MASA)			
2.1 ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO			2.2. CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO			
ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO	HUMEDAD DEL SUELO	MATERIAL	VELOCIDAD
Activo (X)	Complejo ()	Retrogresivo ()	Deslizamiento Rotacional (X)	Seco (X)	Cantos (X)	Extr. Rápido (>5 m/s) ()
Reactivado ()	Compuesto ()	Avanzado ()	Deslizamiento Traslacional ()	Húmedo ()	Arena (X)	Rápido (>1,8 m/hr) ()
Suspendido ()	Múltiple ()	Ensanchado ()	Deslizamiento Compuesto ()	Muy Húmedo ()	Finos (X)	Lento (> 1,6 m/año) (X)
Latente ()	Suscecivo ()	Confinado ()		Mojado ()	M.O. ()	Ext. Lento (< 16 mm/año) ()
Abandonado ()	Único ()	Creciente ()	COBERTURA Y USO DEL SUELO			
Estabilizado ()	Enjambre ()	Decreciente ()	TIPO DE COBERTURA	Veg. Herbácea () Bosque/Selva () Matorrales () Cultivos (X) Sin Covertura ()		
Relicto ()	Sencillo (X)	Progresivo (X)	TIPO DE USO	Ganadería () Área Protegida () Zona Arqueológica () Vivienda () Vías (X) Minería ()		
FACTORES	Material Plástico Débil () Material meteorizado físicamente (X) Material meteorizado químicamente () Material fallado por corte () Erosión superficial (X)					
CONDICIONANTES	Material fallado por corte () Material fisurado o agrietado (X) Meteorización por expansión/contracción () Deforestación o ausencia de vegetación ()					
Y DETONANTES	Viento () Lluvias () Sismo () Movimiento Tectónico () Erupción Volcánica Modificación del Talud () Disposición deficiente de estériles/escombros ()					
DAÑO	Leve ()	Moderado (X)	Severo ()	Dstrucción Total ()	4. REGISTRO FOTOGRÁFICO	
3. MORFOMETRIA						
Dimensiones						
Ancho de la Superficie de Ruptura (Wr)	44,9		Longitud Total (Lt)	34,82		
Ancho de la Masa Desplazada (Wd)	49,88		Longitud Línea Central (Lcl)	35,34		
Longitud de la Masa Desplazada (Ld)	28,75		Área (m2)	1375,59		
Longitud de la Superficie de Ruptura (Lr)	6,49		Perímetro (m)	160,65		
						

Fuente: Proyecto Multinacional Andino - DINAGE

Elaborado: El Autor.



UNL

Universidad Nacional de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

1859 Inventario de Deslizamiento D03-FJ.

FICHA PARA EL INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS						
1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA						
Proyecto de Investigación	"SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS DE LA PARROQUIA CHAQUINAL DEL CANTÓN PINDAL PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:5 000"		1.1. COORDENADAS		1.2. DIVISIÓN POLÍTICA	
Nº de Movimiento en Masa	D03-FJ		PROYECCIÓN	UTM WGS84 Zona 17S	Provincia	Loja
Fecha	29 de diciembre 2020		X	603861	Cantón	Pindal
Nombre del Encuestador:	Fernández, J. (2021).		Y	9551885	Parroquia	Chaquinal
			Z	778	Barrio	Gramales
2. DESCRIPCIÓN DE LOS FRM (FENÓMENOS EN REMOSIÓN EN MASA)						
2.1 ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO			2.2. CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO			
ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO	HUMEDAD DEL SUELO	MATERIAL	VELOCIDAD
Activo ()	Complejo ()	Retrogresivo ()	Deslizamiento Rotacional (X)	Seco (X)	Cantos ()	Extr. Rápido (>5 m/s) ()
Reactivado ()	Compuesto ()	Avanzado ()	Deslizamiento Traslacional ()	Húmedo ()	Arena (X)	Rápido (>1,8 m/hr) (X)
Suspendido (X)	Múltiple ()	Ensanchado ()	Deslizamiento Compuesto ()	Muy Húmedo ()	Finos (X)	Lento (> 1,6 m/año) ()
Latente ()	Suscecivo ()	Confinado (X)		Mojado ()	M.O. ()	Ext. Lento (< 16 mm/año) ()
Abandonado ()	Único ()	Creciente ()	COBERTURA Y USO DEL SUELO			
Estabilizado ()	Enjambre ()	Decreciente ()	TIPO DE COBERTURA	Veg. Herbácea () Bosque/Selva () Matorrales (X) Cultivos (X) Sin Cobertura ()		
Relicto ()	Sencillo (X)	Progresivo ()	TIPO DE USO	Ganadería () Área Protegida () Zona Arqueológica () Vivienda () Vías (X) Minería ()		
FACTORES	Material Plástico Débil (X) Material meteorizado físicamente (X) Material meteorizado químicamente () Material fallado por corte () Erosión superficial (X)					
CONDICIONANTES	Material fallado por corte () Material fisurado o agrietado (X) Meteorización por expansión/contracción () Deforestación o ausencia de vegetación ()					
Y DETONANTES	Viento () Lluvias () Sismo () Movimiento Tectónico () Erupción Volcánica Modificación del Talud () Disposición deficiente de estériles/escombros ()					
DAÑO	Leve ()	Moderado (X)	Severo ()	Destrucción Total ()	4. REGISTRO FOTOGRÁFICO	
3. MORFOMETRIA						
Dimensiones						
Ancho de la Superficie de Ruptura (Wr)	25		Longitud Total (Lt)	11,6		
Ancho de la Masa Desplazada (Wd)	30,58		Longitud Línea Central (Lcl)	12,5		
Longitud de la Masa Desplazada (Ld)	9,87		Área (m ²)	351,97		
Longitud de la Superficie de Ruptura (Lr)	1,7		Perímetro (m)	82,9		



Fuente: Proyecto Multinacional Andino - DINAGE

Elaborado: El Autor.




UNL

Universidad Nacional de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

Inventario de Deslizamiento D04-FJ.

FICHA PARA EL INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS						
1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA						
Proyecto de Investigación	"SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS DE LA PARROQUIA CHAQUINAL DEL CANTÓN PINDAL PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:5 000"		1.1. COORDENADAS		1.2. DIVISIÓN POLÍTICA	
Nº de Movimiento en Masa	D04-FJ		PROYECCIÓN	UTM WGS84 Zona 17S	Provincia	Loja
Fecha	31 de diciembre 2020		X	606728	Cantón	Pindal
Nombre del Encuestador:	Fernández, J. (2021).		Y	9549921	Parroquia	Chaquinal
			Z	1051	Barrio	Palmitas
2. DESCRIPCIÓN DE LOS FRM (FENÓMENOS EN REMOSIÓN EN MASA)						
2.1 ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO			2.2. CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO			
ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO	HUMEDAD DEL SUELO	MATERIAL	VELOCIDAD
Activo ()	Complejo ()	Retrogresivo ()	Deslizamiento Rotacional ()	Seco (X)	Cantos ()	Extr. Rápido (>5 m/s) ()
Reactivado ()	Compuesto ()	Avanzado ()	Deslizamiento Traslacional (X)	Húmedo ()	Arena (X)	Rápido (>1,8 m/hr) (X)
Suspendido (X)	Múltiple ()	Ensanchado (X)	Deslizamiento Compuesto ()	Muy Húmedo ()	Finos (X)	Lento (> 1,6 m/año) ()
Latente ()	Suscecivo ()	Confinado ()		Mojado ()	M.O. ()	Ext. Lento (< 16 mm/año) ()
Abandonado ()	Único ()	Creciente ()	COBERTURA Y USO DEL SUELO			
Estabilizado ()	Enjambre ()	Decreciente ()	TIPO DE COBERTURA	Veg. Herbácea () Bosque/Selva (X) Matorrales () Cultivos () Sin Cobertura ()		
Relicto ()	Sencillo (X)	Progresivo ()	TIPO DE USO	Ganadería () Área Protegida () Zona Arqueológica () Vivienda () Vías (X) Minería ()		
FACTORES CONDICIONANTES Y DETONANTES	Material Plástico Débil (X) Material meteorizado físicamente (X) Material meteorizado químicamente () Material fallado por corte () Erosión superficial (X) Material fallado por corte () Material fisurado o agrietado (X) Meteorización por expansión/contracción () Deforestación o ausencia de vegetación () Viento () Lluvias () Sismo () Movimiento Tectónico () Erupción Volcánica Modificación del Talud () Disposición deficiente de estériles/escombros ()					
DAÑO	Leve ()	Moderado (X)	Severo ()	Destrucción Total ()	4. REGISTRO FOTOGRÁFICO	
3. MORFOMETRIA						
Dimensiones						
Ancho de la Superficie de Ruptura (Wr)	13,47	Longitud Total (Lt)		51,99		
Ancho de la Masa Desplazada (Wd)	27,12	Longitud Línea Central (Lcl)		54,51		
Longitud de la Masa Desplazada (Ld)	32,34	Área (m2)		1343,39		
Longitud de la Superficie de Ruptura (Lr)	19,74	Perímetro (m)		168,67		

Fuente: Proyecto Multinacional Andino - DINAGE

Elaborado: El Autor.




UNL

Universidad Nacional de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

Inventario de Deslizamiento D05FJ.

FICHA PARA EL INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS						
1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA						
Proyecto de Investigación	"SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS DE LA PARROQUIA CHAQUINAL DEL CANTÓN PINDAL PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:5 000"		1.1. COORDENADAS		1.2. DIVISIÓN POLÍTICA	
Nº de Movimiento en Masa	D05-FJ		PROYECCIÓN	UTM WGS84 Zona 17S	Provincia	Loja
Fecha	31 de diciembre 2020		X	605542	Cantón	Pindal
Nombre del Encuestador:	Fernández, J. (2021).		Y	9550915	Parroquia	Chaquinal
			Z	1025	Barrio	Carrizal
2. DESCRIPCIÓN DE LOS FRM (FENÓMENOS EN REMOSIÓN EN MASA)						
2.1 ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO			2.2. CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO			
ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO	HUMEDAD DEL SUELO	MATERIAL	VELOCIDAD
Activo ()	Complejo (X)	Retrogresivo ()	Deslizamiento Rotacional (X)	Seco ()	Cantos (X)	Extr. Rápido (>5 m/s) ()
Reactivado ()	Compuesto ()	Avanzado ()	Deslizamiento Traslacional ()	Húmedo (X)	Arena (X)	Rápido (>1,8 m/hr) (X)
Suspendido ()	Múltiple ()	Ensanchado (X)	Deslizamiento Compuesto ()	Muy Húmedo ()	Finos ()	Lento (> 1,6 m/año) ()
Latente ()	Suscecivo ()	Confinado ()		Mojado ()	M.O. ()	Ext. Lento (< 16 mm/año) ()
Abandonado ()	Único ()	Creciente ()	COBERTURA Y USO DEL SUELO			
Estabilizado ()	Enjambre ()	Decreciente ()	TIPO DE COBERTURA	Veg. Herbácea (X) Bosque/Selva () Matorrales (X) Cultivos () Sin Coertura ()		
Relicto (X)	Sencillo ()	Progresivo ()	TIPO DE USO	Ganadería () Área Protegida () Zona Arqueológica () Vivienda () Vías (X) Minería ()		
FACTORES CONDICIONANTES Y DETONANTES	Material Plástico Débil (X) Material meteorizado físicamente () Material meteorizado químicamente () Material fallado por corte () Erosión superficial (X) Material fallado por corte () Material fisurado o agrietado () Meteorización por expansión/contracción () Deforestación o ausencia de vegetación () Viento () Lluvias () Sismo () Movimiento Tectónico () Erupción Volcánica Modificación del Talud () Disposición deficiente de estériles/escombros ()					
DAÑO	Leve ()	Moderado (X)	Severo ()	Destrucción Total ()	4. REGISTRO FOTOGRÁFICO	
3. MORFOMETRIA						
Dimensiones						
Ancho de la Superficie de Ruptura (Wr)	62,43		Longitud Total (Lt)	168,95		
Ancho de la Masa Desplazada (Wd)	74,18		Longitud Línea Central (Lcl)	175,81		
Longitud de la Masa Desplazada (Ld)	158,98		Área (m2)	11809,036		
Longitud de la Superficie de Ruptura (Lr)	108,47		Perímetro (m)	447,32		
						

Fuente: Proyecto Multinacional Andino - DINAGE

Elaborado: El Autor.




UNL

Universidad Nacional de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"


Inventario de Deslizamiento D06-FJ.

FICHA PARA EL INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS						
1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA						
Proyecto de Investigación	"SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS DE LA PARROQUIA CHAQUINAL DEL CANTÓN PINDAL PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:5 000"		1.1. COORDENADAS		1.2. DIVISIÓN POLÍTICA	
Nº de Movimiento en Masa	D06-FJ		PROYECCIÓN	UTM WGS84 Zona 17S	Provincia	Loja
Fecha	22 de enero 2021		X	604358	Cantón	Pindal
Nombre del Encuestador:	Fernández, J. (2021).		Y	9551553	Parroquia	Chaquinal
			Z	814	Barrio	Gramales
2. DESCRIPCIÓN DE LOS FRM (FENÓMENOS EN REMOSIÓN EN MASA)						
2.1 ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO			2.2. CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO			
ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO	HUMEDAD DEL SUELO	MATERIAL	VELOCIDAD
Activo (X)	Complejo (X)	Retrogresivo ()	Deslizamiento Rotacional (X)	Seco ()	Cantos (X)	Extr. Rápido (>5 m/s) ()
Reactivado ()	Compuesto ()	Avanzado ()	Deslizamiento Traslacional ()	Húmedo (X)	Arena (X)	Rápido (>1,8 m/hr) (X)
Suspendido ()	Múltiple ()	Ensanchado ()	Deslizamiento Compuesto ()	Muy Húmedo ()	Finos ()	Lento (> 1,6 m/año) ()
Latente ()	Suscecivo ()	Confinado (X)		Mojado ()	M.O. ()	Ext. Lento (< 16 mm/año) ()
Abandonado ()	Único ()	Creciente ()	COBERTURA Y USO DEL SUELO			
Estabilizado ()	Enjambre ()	Decreciente ()	TIPO DE COBERTURA	Veg. Herbácea () Bosque/Selva () Matorrales (X) Cultivos () Sin Cobertura ()		
Relicto ()	Sencillo ()	Progresivo ()	TIPO DE USO	Ganadería () Área Protegida () Zona Arqueológica () Vivienda () Vías (X) Minería ()		
FACTORES CONDICIONANTES Y DETONANTES	Material Plástico Débil (X) Material meteorizado físicamente (X) Material meteorizado químicamente () Material fallado por corte () Erosión superficial (X) Material fallado por corte () Material fisurado o agrietado () Meteorización por expansión/contracción () Deforestación o ausencia de vegetación () Viento () Lluvias () Sismo () Movimiento Tectónico () Erupción Volcánica Modificación del Talud () Disposición deficiente de estériles/escombros ()					
DAÑO	Leve ()	Moderado (X)	Severo ()	Destrucción Total ()	4. REGISTRO FOTOGRÁFICO	
3. MORFOMETRIA						
Dimensiones						
Ancho de la Superficie de Ruptura (Wr)	25,61		Longitud Total (Lt)	73,67		
Ancho de la Masa Desplazada (Wd)	35,35		Longitud Línea Central (Lcl)	80,88		
Longitud de la Masa Desplazada (Ld)	71,67		Área (m2)	1605,6		
Longitud de la Superficie de Ruptura (Lr)	49,45		Perímetro (m)	187,31		
						

Fuente: Proyecto Multinacional Andino - DINAGE

Elaborado: El Autor.

Inventario de Deslizamiento D07-FJ.

FICHA PARA EL INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS						
1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA						
Proyecto de Investigación	"SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS DE LA PARROQUIA CHAQUINAL DEL CANTÓN PINDAL PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:5 000"		1.1. COORDENADAS		1.2. DIVISIÓN POLÍTICA	
Nº de Movimiento en Masa	D07-FJ		PROYECCIÓN	UTM WGS84 Zona 17S	Provincia	Loja
Fecha	22 de enero 2021		X	604412	Cantón	Pindal
Nombre del Encuestador:	Fernández, J. (2021).		Y	9551218	Parroquia	Chaquinal
			Z	802	Barrio	Gramales
2. DESCRIPCIÓN DE LOS FRM (FENÓMENOS EN REMOSIÓN EN MASA)						
2.1 ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO			2.2. CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO			
ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO	HUMEDAD DEL SUELO	MATERIAL	VELOCIDAD
Activo (X)	Complejo ()	Retrogresivo ()	Deslizamiento Rotacional ()	Seco ()	Cantos (X)	Extr. Rápido (>5 m/s) ()
Reactivado ()	Compuesto ()	Avanzado ()	Deslizamiento Traslacional (X)	Húmedo (X)	Arena (X)	Rápido (>1,8 m/hr) ()
Suspendido ()	Múltiple ()	Ensanchado ()	Deslizamiento Compuesto ()	Muy Húmedo ()	Finos ()	Lento (> 1,6 m/año) (X)
Latente ()	Suscecivo ()	Confinado ()		Mojado ()	M.O. ()	Ext. Lento (< 16 mm/año) ()
Abandonado ()	Único ()	Creciente ()	COBERTURA Y USO DEL SUELO			
Estabilizado ()	Enjambre ()	Decreciente ()	TIPO DE COBERTURA	Veg. Herbácea () Bosque/Selva () Matorrales () Cultivos (X) Sin Cobertura ()		
Relicto ()	Sencillo (X)	Progresivo (X)	TIPO DE USO	Ganadería () Área Protegida () Zona Arqueológica () Vivienda () Vías () Minería ()		
FACTORES CONDICIONANTES Y DETONANTES	Material Plástico Débil (X) Material meteorizado físicamente (X) Material meteorizado químicamente () Material fallado por corte () Erosión superficial (X) Material fallado por corte () Material fisurado o agrietado () Meteorización por expansión/contracción () Deforestación o ausencia de vegetación () Viento () Lluvias () Sismo () Movimiento Tectónico () Erupción Volcánica Modificación del Talud () Disposición deficiente de estériles/escombros ()					
DAÑO	Leve (X)	Moderado ()	Severo ()	Destrucción Total ()	4. REGISTRO FOTOGRÁFICO	
3. MORFOMETRIA						
Dimensiones						
Ancho de la Superficie de Ruptura (Wr)	23,77	Longitud Total (Lt)		35,85		
Ancho de la Masa Desplazada (Wd)	28,97	Longitud Línea Central (Lcl)		36,56		
Longitud de la Masa Desplazada (Ld)	32,36	Área (m2)		961,87		
Longitud de la Superficie de Ruptura (Lr)	19,51	Perímetro (m)		119,47		
						

Fuente: Proyecto Multinacional Andino - DINAGE

Elaborado: El Autor.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneiente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"**

Anexo 3. Mapa de Red Hídrica (CD Nro2)



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**“Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneiente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000”**

Anexo 4. Geología Regional (CD Nro2)



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

**“Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneiente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000”**

Anexo 5. Mapa Topográfico (CD Nro2)



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

**“Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneiente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000”**

Anexo 6. Mapa Litológico (CD Nro2)



Universidad
Nacional
de Loja

**“Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneiente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000”**

Anexo 7. Mapa Geomorfológico (CD Nro2)



Universidad
Nacional
de Loja

**“Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneiente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000”**

Anexo 8. Mapa de Pendientes (CD Nro2)



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**“Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneiente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000”**

Anexo 9. Mapa de Cobertura Vegetal. (CD Nro2)



Universidad
Nacional
de Loja

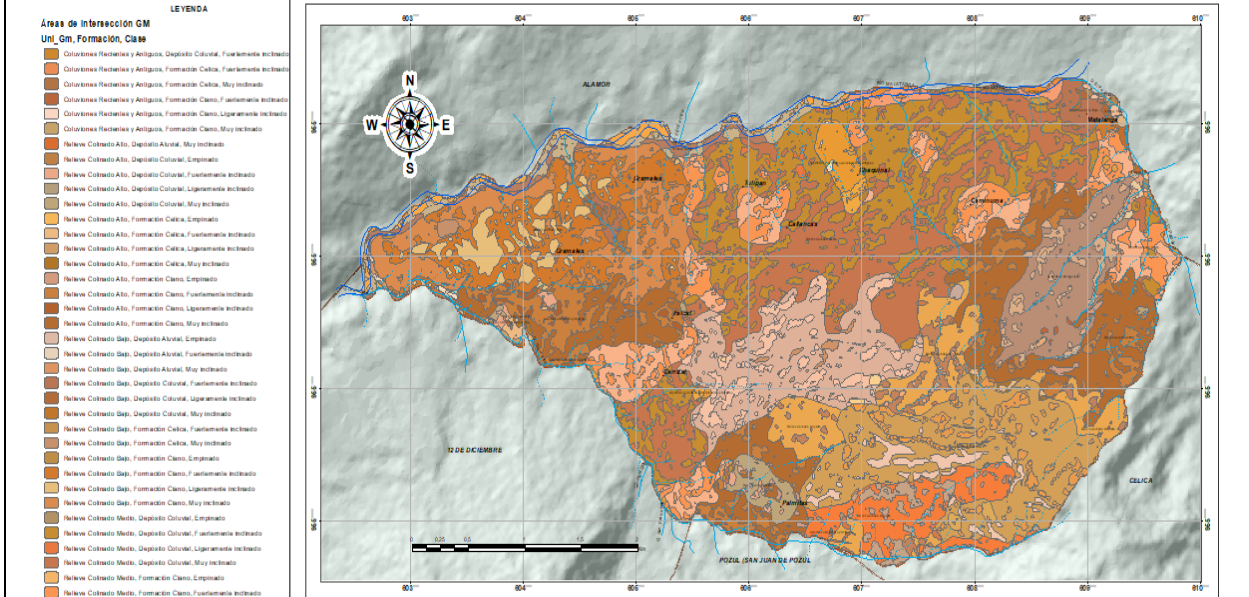
**“Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneiente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000”**

Anexo 10. Mapa de Susceptibilidad a Deslizamientos (CD Nro2)



Anexo 11. Intersección entre variables para la valoración de susceptibilidad a deslizamientos.

Intersección de las variables para la valoración de las terminología de las Unidades de Geomorfología.



Datos obtenidos por la intersección de las Variables.

Áreas de Intersección GM																									
FID	Sh	Unidad Gen	Unidad	Unidad	Unidad	Pend	Domi	Desnivel	Área	Porcent	FID	Ge	Formación	Abr	Litología	Área	Porc	FID	p	Área	Perim	Porce	Rango	Clase	Abrev
0	Pol	Gravedad y Movimi	Coluviones Recientes y Anti	5% - 70%	25 - 100	0,00	0,030465	1	Depósito Coluvial	Qc	Cantos y bloques de roca	6,42	37,0	1	6,383	324,2	36,793	5 - 15	Fuertemente inclinad	Fuln					
1	Pol	Gravedad y Movimi	Coluviones Recientes y Anti	5% - 70%	25 - 100	0,00	0,030465	2	Formación Celica	Kc	Lavas andesto-basalticas	2,55	14,7	1	6,383	324,2	36,793	5 - 15	Fuertemente inclinad	Fuln					
2	Pol	Gravedad y Movimi	Coluviones Recientes y Anti	5% - 70%	25 - 100	0,00	0,030465	2	Formación Celica	Kc	Lavas andesto-basalticas	2,55	14,7	2	9,868	279,3	56,874	15 - 35	Muy inclinado	Myln					
3	Pol	Gravedad y Movimi	Coluviones Recientes y Anti	5% - 70%	25 - 100	0,00	0,030465	3	Formación Ciano	Kcn	Alternancia de limoarcilla	7,88	45,4	0	0,794	75,01	4,5764	0 - 5	Ligeramente inclinad	Lighn					
4	Pol	Gravedad y Movimi	Coluviones Recientes y Anti	5% - 70%	25 - 100	0,00	0,030465	3	Formación Ciano	Kcn	Alternancia de limoarcilla	7,88	45,4	1	6,383	324,2	36,793	5 - 15	Fuertemente inclinad	Fuln					
5	Pol	Gravedad y Movimi	Coluviones Recientes y Anti	5% - 70%	25 - 100	0,00	0,030465	3	Formación Ciano	Kcn	Alternancia de limoarcilla	7,88	45,4	2	9,868	279,3	56,874	15 - 35	Muy inclinado	Myln					
6	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100%	100 - 200	2,75	15,85059	1	Depósito Coluvial	Qc	Cantos y bloques de roca	6,42	37,0	0	0,794	75,01	4,5764	0 - 5	Ligeramente inclinad	Lighn					
7	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100%	100 - 200	2,75	15,85059	1	Depósito Coluvial	Qc	Cantos y bloques de roca	6,42	37,0	1	6,383	324,2	36,793	5 - 15	Fuertemente inclinad	Fuln					
8	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100%	100 - 200	2,75	15,85059	1	Depósito Coluvial	Qc	Cantos y bloques de roca	6,42	37,0	2	9,868	279,3	56,874	15 - 35	Muy inclinado	Myln					
9	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100%	100 - 200	2,75	15,85059	1	Depósito Coluvial	Qc	Cantos y bloques de roca	6,42	37,0	3	0,304	29,55	1,7561	35 - 56	Empinado	Emp					
10	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100%	100 - 200	2,75	15,85059	2	Formación Celica	Kc	Lavas andesto-basalticas	2,55	14,7	0	0,794	75,01	4,5764	0 - 5	Ligeramente inclinad	Lighn					
11	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100%	100 - 200	2,75	15,85059	2	Formación Celica	Kc	Lavas andesto-basalticas	2,55	14,7	1	6,383	324,2	36,793	5 - 15	Fuertemente inclinad	Fuln					
12	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100%	100 - 200	2,75	15,85059	2	Formación Celica	Kc	Lavas andesto-basalticas	2,55	14,7	2	9,868	279,3	56,874	15 - 35	Muy inclinado	Myln					
13	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100%	100 - 200	2,75	15,85059	2	Formación Celica	Kc	Lavas andesto-basalticas	2,55	14,7	3	0,304	29,55	1,7561	35 - 56	Empinado	Emp					
14	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100%	100 - 200	2,75	15,85059	3	Formación Ciano	Kcn	Alternancia de limoarcilla	7,88	45,4	0	0,794	75,01	4,5764	0 - 5	Ligeramente inclinad	Lighn					
15	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100%	100 - 200	2,75	15,85059	3	Formación Ciano	Kcn	Alternancia de limoarcilla	7,88	45,4	1	6,383	324,2	36,793	5 - 15	Fuertemente inclinad	Fuln					
16	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100%	100 - 200	2,75	15,85059	3	Formación Ciano	Kcn	Alternancia de limoarcilla	7,88	45,4	2	9,868	279,3	56,874	15 - 35	Muy inclinado	Myln					
17	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100%	100 - 200	2,75	15,85059	3	Formación Ciano	Kcn	Alternancia de limoarcilla	7,88	45,4	3	0,304	29,55	1,7561	35 - 56	Empinado	Emp					
18	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25%	15 - 25	2,36	13,61556	0	Depósito Aluvial	Qa	Bloques y cantos de roca	0,48	2,81	1	6,383	324,2	36,793	5 - 15	Fuertemente inclinad	Fuln					
19	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25%	15 - 25	2,36	13,61556	0	Depósito Aluvial	Qa	Bloques y cantos de roca	0,48	2,81	2	9,868	279,3	56,874	15 - 35	Muy inclinado	Myln					
20	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25%	15 - 25	2,36	13,61556	1	Depósito Coluvial	Qc	Cantos y bloques de roca	6,42	37,0	0	0,794	75,01	4,5764	0 - 5	Ligeramente inclinad	Lighn					
21	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25%	15 - 25	2,36	13,61556	1	Depósito Coluvial	Qc	Cantos y bloques de roca	6,42	37,0	1	6,383	324,2	36,793	5 - 15	Fuertemente inclinad	Fuln					
22	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25%	15 - 25	2,36	13,61556	1	Depósito Coluvial	Qc	Cantos y bloques de roca	6,42	37,0	2	9,868	279,3	56,874	15 - 35	Muy inclinado	Myln					
23	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25%	15 - 25	2,36	13,61556	2	Formación Celica	Kc	Lavas andesto-basalticas	2,55	14,7	1	6,383	324,2	36,793	5 - 15	Fuertemente inclinad	Fuln					
24	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25%	15 - 25	2,36	13,61556	2	Formación Celica	Kc	Lavas andesto-basalticas	2,55	14,7	2	9,868	279,3	56,874	15 - 35	Muy inclinado	Myln					
25	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25%	15 - 25	2,36	13,61556	3	Formación Ciano	Kcn	Alternancia de limoarcilla	7,88	45,4	0	0,794	75,01	4,5764	0 - 5	Ligeramente inclinad	Lighn					
26	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25%	15 - 25	2,36	13,61556	3	Formación Ciano	Kcn	Alternancia de limoarcilla	7,88	45,4	1	6,383	324,2	36,793	5 - 15	Fuertemente inclinad	Fuln					
27	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25%	15 - 25	2,36	13,61556	3	Formación Ciano	Kcn	Alternancia de limoarcilla	7,88	45,4	2	9,868	279,3	56,874	15 - 35	Muy inclinado	Myln					
28	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25%	15 - 25	2,36	13,61556	3	Formación Ciano	Kcn	Alternancia de limoarcilla	7,88	45,4	3	0,304	29,55	1,7561	35 - 56	Empinado	Emp					
29	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Medio	12% - 100%	25 - 100	5,59	32,26017	1	Depósito Coluvial	Qc	Cantos y bloques de roca	6,42	37,0	0	0,794	75,01	4,5764	0 - 5	Ligeramente inclinad	Lighn					
30	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Medio	12% - 100%	25 - 100	5,59	32,26017	1	Depósito Coluvial	Qc	Cantos y bloques de roca	6,42	37,0	1	6,383	324,2	36,793	5 - 15	Fuertemente inclinad	Fuln					
31	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Medio	12% - 100%	25 - 100	5,59	32,26017	1	Depósito Coluvial	Qc	Cantos y bloques de roca	6,42	37,0	2	9,868	279,3	56,874	15 - 35	Muy inclinado	Myln					
32	Pol	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Medio	12% - 100%	25 - 100	5,59	32,26017	1	Depósito Coluvial	Qc	Cantos y bloques de roca	6,42	37,0	3	0,304	29,55	1,7561	35 - 56	Empinado	Emp					

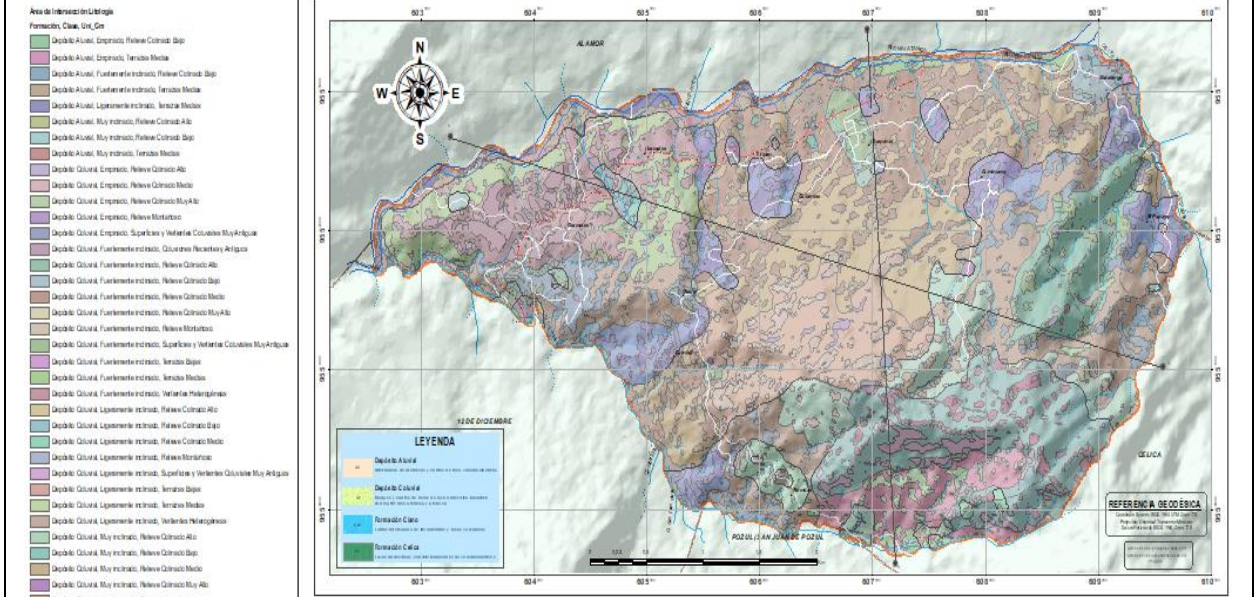


UNL

Universidad Nacional de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

Intersección de las variables para la valoración de las terminologías de la Litología.



Datos obtenidos por la intersección de las Variables.

Área de Intersección Litología																			
FID	SHA	Formación	Abr	Litología	Área	Perim	Clase	Abre	Rango	Perim	Área	Porc	Porcent	Unidad Gen	Uni Gm	Pend Do	Desnivel R	Área	Porcenta
0	Poly	Depósito Alu	Oa	Bloques y cantos de roca volcá	0,487	11,465	Ligeramente inclin	Ligin	0 - 5	75,011	0,79	2,81	4,576464	Fluvial	Terrazas Medias	2% - 5%	2 - 5	0,640	3,693954
1	Poly	Depósito Alu	Oa	Bloques y cantos de roca volcá	0,487	11,465	Fuertemente inclin	Fulin	5 - 15	324,28	6,38	2,81	36,79307	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25	15 - 25	2,362	13,615568
2	Poly	Depósito Alu	Oa	Bloques y cantos de roca volcá	0,487	11,465	Fuertemente inclin	Fulin	5 - 15	324,28	6,38	2,81	36,79307	Fluvial	Terrazas Medias	2% - 5%	2 - 5	0,640	3,693954
3	Poly	Depósito Alu	Oa	Bloques y cantos de roca volcá	0,487	11,465	Muy inclinado	Mylin	15 - 35	279,36	9,86	2,81	56,87432	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25	15 - 25	2,362	13,615568
4	Poly	Depósito Alu	Oa	Bloques y cantos de roca volcá	0,487	11,465	Muy inclinado	Mylin	15 - 35	279,36	9,86	2,81	56,87432	Fluvial	Terrazas Medias	2% - 5%	2 - 5	0,640	3,693954
5	Poly	Depósito Alu	Oa	Bloques y cantos de roca volcá	0,487	11,465	Empinado	Emp	35 - 56,1	29,559	0,30	2,81	1,756142	Fluvial	Terrazas Medias	2% - 5%	2 - 5	0,640	3,693954
6	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Ligeramente inclin	Ligin	0 - 5	75,011	0,79	37,0	4,576464	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100	100 - 200	2,750	15,85059
7	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Ligeramente inclin	Ligin	0 - 5	75,011	0,79	37,0	4,576464	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25	15 - 25	2,362	13,615568
8	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Ligeramente inclin	Ligin	0 - 5	75,011	0,79	37,0	4,576464	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Medio	12% - 100	25 - 100	5,597	32,260174
9	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Ligeramente inclin	Ligin	0 - 5	75,011	0,79	37,0	4,576464	Tectónico Erosivo	Relieve Montañoso	25% - 100	> 300	3,210	18,500596
10	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Ligeramente inclin	Ligin	0 - 5	75,011	0,79	37,0	4,576464	Gravedad y Mov	Superficies y Vertientes	12% - 70	25 - 300	0,197	1,137376
11	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Ligeramente inclin	Ligin	0 - 5	75,011	0,79	37,0	4,576464	Fluvial	Terrazas Bajas	2% - 5%	0 - 2	0,060	0,348101
12	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Ligeramente inclin	Ligin	0 - 5	75,011	0,79	37,0	4,576464	Fluvial	Terrazas Medias	2% - 5%	2 - 5	0,640	3,693954
13	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Ligeramente inclin	Ligin	0 - 5	75,011	0,79	37,0	4,576464	Ladera	Vertientes Heterogénea	25% - 40	50 - 100	0,894	5,154829
14	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Fuertemente inclin	Fulin	5 - 15	324,28	6,38	37,0	36,79307	Gravedad y Mov	Coluviones Recientes y	5% - 70%	25 - 100	0,005	0,030465
15	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Fuertemente inclin	Fulin	5 - 15	324,28	6,38	37,0	36,79307	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100	100 - 200	2,750	15,85059
16	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Fuertemente inclin	Fulin	5 - 15	324,28	6,38	37,0	36,79307	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25	15 - 25	2,362	13,615568
17	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Fuertemente inclin	Fulin	5 - 15	324,28	6,38	37,0	36,79307	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Medio	12% - 100	25 - 100	5,597	32,260174
18	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Fuertemente inclin	Fulin	5 - 15	324,28	6,38	37,0	36,79307	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Muy Alt	25% - 100	200 - 300	1,632	9,403347
19	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Fuertemente inclin	Fulin	5 - 15	324,28	6,38	37,0	36,79307	Tectónico Erosivo	Relieve Montañoso	25% - 100	> 300	3,210	18,500596
20	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Fuertemente inclin	Fulin	5 - 15	324,28	6,38	37,0	36,79307	Gravedad y Mov	Superficies y Vertientes	12% - 70	25 - 300	0,197	1,137376
21	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Fuertemente inclin	Fulin	5 - 15	324,28	6,38	37,0	36,79307	Fluvial	Terrazas Bajas	2% - 5%	0 - 2	0,060	0,348101
22	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Fuertemente inclin	Fulin	5 - 15	324,28	6,38	37,0	36,79307	Fluvial	Terrazas Medias	2% - 5%	2 - 5	0,640	3,693954
23	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Fuertemente inclin	Fulin	5 - 15	324,28	6,38	37,0	36,79307	Ladera	Vertientes Heterogénea	25% - 40	50 - 100	0,894	5,154829
24	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Muy inclinado	Mylin	15 - 35	279,36	9,86	37,0	56,87432	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100	100 - 200	2,750	15,85059
25	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Muy inclinado	Mylin	15 - 35	279,36	9,86	37,0	56,87432	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Bajo	12% - 25	15 - 25	2,362	13,615568
26	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Muy inclinado	Mylin	15 - 35	279,36	9,86	37,0	56,87432	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Medio	12% - 100	25 - 100	5,597	32,260174
27	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Muy inclinado	Mylin	15 - 35	279,36	9,86	37,0	56,87432	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Muy Alt	25% - 100	200 - 300	1,632	9,403347
28	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Muy inclinado	Mylin	15 - 35	279,36	9,86	37,0	56,87432	Tectónico Erosivo	Relieve Montañoso	25% - 100	> 300	3,210	18,500596
29	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Muy inclinado	Mylin	15 - 35	279,36	9,86	37,0	56,87432	Gravedad y Mov	Superficies y Vertientes	12% - 70	25 - 300	0,197	1,137376
30	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Muy inclinado	Mylin	15 - 35	279,36	9,86	37,0	56,87432	Fluvial	Terrazas Medias	2% - 5%	2 - 5	0,640	3,693954
31	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Muy inclinado	Mylin	15 - 35	279,36	9,86	37,0	56,87432	Ladera	Vertientes Heterogénea	25% - 40	50 - 100	0,894	5,154829
32	Poly	Depósito Colu	Oc	Cantos y bloques de roca volcá	6,421	27,441	Empinado	Emp	35 - 56,1	29,559	0,30	37,0	1,756142	Tectónico Erosivo	Relieve Colinado Alto	12% - 100	100 - 200	2,750	15,85059

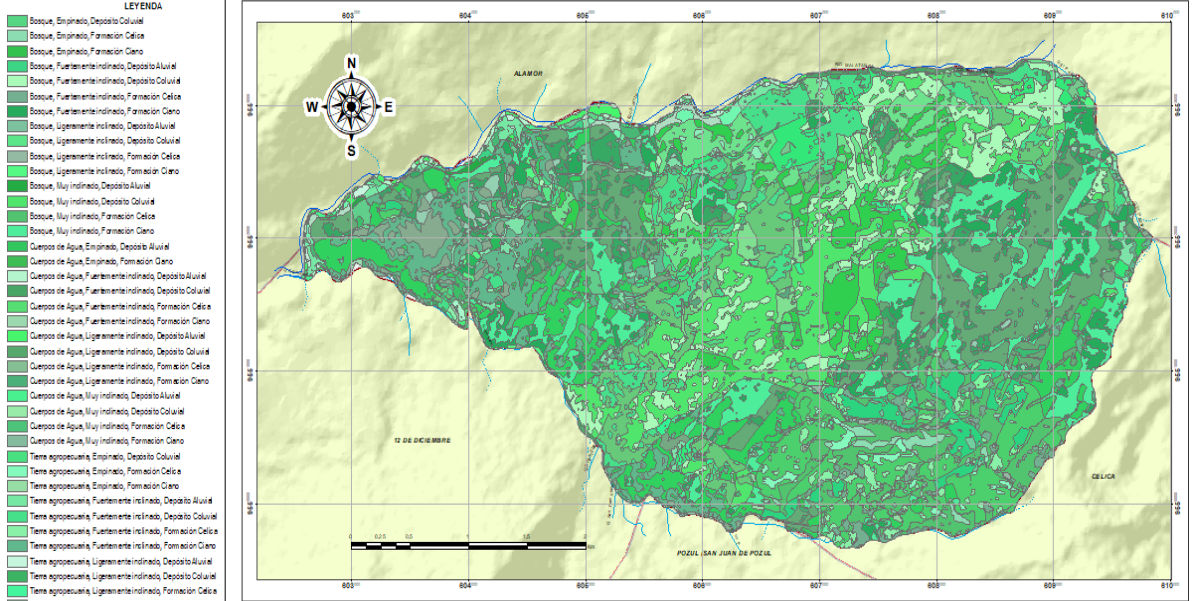


UNL

Universidad Nacional de Loja

"Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal perteneciente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000"

Intersección de las variables para la valoración de las terminologías de la Cobertura Vegetal.



Datos obtenidos por la intersección de las Variables.

Áreas de Intersección Cob_Vegetal																			
FID	Sha	NIVEL	I	Cédul	Área	Perimetro	Porcenta	Clase	Abreviatur	Rango	Área	Perím	Porc.	Formación	Abr	Litología	Área	Perimet	Porcent
0	Poly	Bosque	Bosq	6,10	125,636	33,45880		Ligeramente inclinado	Lign	0 - 5	0,794	75,011	4,576	Depósito Aluvi	Qa	Bloques y cantos de roca volcánica, con	0,4875	11,46561	2,81010
1	Poly	Bosque	Bosq	6,10	125,636	33,45880		Ligeramente inclinado	Lign	0 - 5	0,794	75,011	4,576	Depósito Colu	Qc	Cantos y bloques de roca volcánica angul	6,4210	27,44105	37,0075
2	Poly	Bosque	Bosq	6,10	125,636	33,45880		Ligeramente inclinado	Lign	0 - 5	0,794	75,011	4,576	Formación Cel	Kc	Lavas andeosto-basalticas con textura afa	2,5549	11,18381	14,7253
3	Poly	Bosque	Bosq	6,10	125,636	33,45880		Ligeramente inclinado	Lign	0 - 5	0,794	75,011	4,576	Formación Cia	Kcn	Alternancia de limoarcillitas, lutitas con int	7,8870	39,44681	45,4570
4	Poly	Bosque	Bosq	6,10	125,636	33,45880		Fuertemente inclinado	FuIn	5 - 15	6,383	324,28	36,79	Depósito Aluvi	Qa	Bloques y cantos de roca volcánica, con	0,4875	11,46561	2,81010
5	Poly	Bosque	Bosq	6,10	125,636	33,45880		Fuertemente inclinado	FuIn	5 - 15	6,383	324,28	36,79	Depósito Colu	Qc	Cantos y bloques de roca volcánica angul	6,4210	27,44105	37,0075
6	Poly	Bosque	Bosq	6,10	125,636	33,45880		Fuertemente inclinado	FuIn	5 - 15	6,383	324,28	36,79	Formación Cel	Kc	Lavas andeosto-basalticas con textura afa	2,5549	11,18381	14,7253
7	Poly	Bosque	Bosq	6,10	125,636	33,45880		Fuertemente inclinado	FuIn	5 - 15	6,383	324,28	36,79	Formación Cia	Kcn	Alternancia de limoarcillitas, lutitas con int	7,8870	39,44681	45,4570
8	Poly	Bosque	Bosq	6,10	125,636	33,45880		Muy inclinado	MyIn	15 - 35	9,868	279,36	56,87	Depósito Aluvi	Qa	Bloques y cantos de roca volcánica, con	0,4875	11,46561	2,81010
9	Poly	Bosque	Bosq	6,10	125,636	33,45880		Muy inclinado	MyIn	15 - 35	9,868	279,36	56,87	Depósito Colu	Qc	Cantos y bloques de roca volcánica angul	6,4210	27,44105	37,0075
10	Poly	Bosque	Bosq	6,10	125,636	33,45880		Muy inclinado	MyIn	15 - 35	9,868	279,36	56,87	Formación Cel	Kc	Lavas andeosto-basalticas con textura afa	2,5549	11,18381	14,7253
11	Poly	Bosque	Bosq	6,10	125,636	33,45880		Muy inclinado	MyIn	15 - 35	9,868	279,36	56,87	Formación Cia	Kcn	Alternancia de limoarcillitas, lutitas con int	7,8870	39,44681	45,4570
12	Poly	Bosque	Bosq	6,10	125,636	33,45880		Empinado	Emp	35 - 56,14	0,304	29,559	1,756	Depósito Colu	Qc	Cantos y bloques de roca volcánica angul	6,4210	27,44105	37,0075
13	Poly	Bosque	Bosq	6,10	125,636	33,45880		Empinado	Emp	35 - 56,14	0,304	29,559	1,756	Formación Cel	Kc	Lavas andeosto-basalticas con textura afa	2,5549	11,18381	14,7253
14	Poly	Bosque	Bosq	6,10	125,636	33,45880		Empinado	Emp	35 - 56,14	0,304	29,559	1,756	Formación Cia	Kcn	Alternancia de limoarcillitas, lutitas con int	7,8870	39,44681	45,4570
15	Poly	Cuerpos de Agu	Cpsa	0,42	28,1307	2,309889		Ligeramente inclinado	Lign	0 - 5	0,794	75,011	4,576	Depósito Aluvi	Qa	Bloques y cantos de roca volcánica, con	0,4875	11,46561	2,81010
16	Poly	Cuerpos de Agu	Cpsa	0,42	28,1307	2,309889		Ligeramente inclinado	Lign	0 - 5	0,794	75,011	4,576	Depósito Colu	Qc	Cantos y bloques de roca volcánica angul	6,4210	27,44105	37,0075
17	Poly	Cuerpos de Agu	Cpsa	0,42	28,1307	2,309889		Ligeramente inclinado	Lign	0 - 5	0,794	75,011	4,576	Formación Cel	Kc	Lavas andeosto-basalticas con textura afa	2,5549	11,18381	14,7253
18	Poly	Cuerpos de Agu	Cpsa	0,42	28,1307	2,309889		Ligeramente inclinado	Lign	0 - 5	0,794	75,011	4,576	Formación Cia	Kcn	Alternancia de limoarcillitas, lutitas con int	7,8870	39,44681	45,4570
19	Poly	Cuerpos de Agu	Cpsa	0,42	28,1307	2,309889		Fuertemente inclinado	FuIn	5 - 15	6,383	324,28	36,79	Depósito Aluvi	Qa	Bloques y cantos de roca volcánica, con	0,4875	11,46561	2,81010
20	Poly	Cuerpos de Agu	Cpsa	0,42	28,1307	2,309889		Fuertemente inclinado	FuIn	5 - 15	6,383	324,28	36,79	Depósito Colu	Qc	Cantos y bloques de roca volcánica angul	6,4210	27,44105	37,0075
21	Poly	Cuerpos de Agu	Cpsa	0,42	28,1307	2,309889		Fuertemente inclinado	FuIn	5 - 15	6,383	324,28	36,79	Formación Cel	Kc	Lavas andeosto-basalticas con textura afa	2,5549	11,18381	14,7253
22	Poly	Cuerpos de Agu	Cpsa	0,42	28,1307	2,309889		Fuertemente inclinado	FuIn	5 - 15	6,383	324,28	36,79	Formación Cia	Kcn	Alternancia de limoarcillitas, lutitas con int	7,8870	39,44681	45,4570
23	Poly	Cuerpos de Agu	Cpsa	0,42	28,1307	2,309889		Muy inclinado	MyIn	15 - 35	9,868	279,36	56,87	Depósito Aluvi	Qa	Bloques y cantos de roca volcánica, con	0,4875	11,46561	2,81010
24	Poly	Cuerpos de Agu	Cpsa	0,42	28,1307	2,309889		Muy inclinado	MyIn	15 - 35	9,868	279,36	56,87	Depósito Colu	Qc	Cantos y bloques de roca volcánica angul	6,4210	27,44105	37,0075
25	Poly	Cuerpos de Agu	Cpsa	0,42	28,1307	2,309889		Muy inclinado	MyIn	15 - 35	9,868	279,36	56,87	Formación Cel	Kc	Lavas andeosto-basalticas con textura afa	2,5549	11,18381	14,7253
26	Poly	Cuerpos de Agu	Cpsa	0,42	28,1307	2,309889		Muy inclinado	MyIn	15 - 35	9,868	279,36	56,87	Formación Cia	Kcn	Alternancia de limoarcillitas, lutitas con int	7,8870	39,44681	45,4570
27	Poly	Cuerpos de Agu	Cpsa	0,42	28,1307	2,309889		Empinado	Emp	35 - 56,14	0,304	29,559	1,756	Depósito Aluvi	Qa	Bloques y cantos de roca volcánica, con	0,4875	11,46561	2,81010
28	Poly	Cuerpos de Agu	Cpsa	0,42	28,1307	2,309889		Empinado	Emp	35 - 56,14	0,304	29,559	1,756	Formación Cia	Kcn	Alternancia de limoarcillitas, lutitas con int	7,8870	39,44681	45,4570
29	Poly	Tierra agropecua	Tagr	5,88	111,599	32,26328		Ligeramente inclinado	Lign	0 - 5	0,794	75,011	4,576	Depósito Aluvi	Qa	Bloques y cantos de roca volcánica, con	0,4875	11,46561	2,81010
30	Poly	Tierra agropecua	Tagr	5,88	111,599	32,26328		Ligeramente inclinado	Lign	0 - 5	0,794	75,011	4,576	Depósito Colu	Qc	Cantos y bloques de roca volcánica angul	6,4210	27,44105	37,0075
31	Poly	Tierra agropecua	Tagr	5,88	111,599	32,26328		Ligeramente inclinado	Lign	0 - 5	0,794	75,011	4,576	Formación Cel	Kc	Lavas andeosto-basalticas con textura afa	2,5549	11,18381	14,7253
32	Poly	Tierra agropecua	Tagr	5,88	111,599	32,26328		Ligeramente inclinado	Lign	0 - 5	0,794	75,011	4,576	Formación Cia	Kcn	Alternancia de limoarcillitas, lutitas con int	7,8870	39,44681	45,4570



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

**“Susceptibilidad a Deslizamientos de la Parroquia Chaquinal del Cantón Pindal
perteneiente a la Provincia de Loja a Escala 1:5.000”**

Anexo 12. Mapa de Correlación de Deslizamientos (CD Nro2)