



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional De Loja

**Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales
no Renovables**

Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la
Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja.**

**Trabajo de Titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
en Geología Ambiental y
Ordenamiento Territorial**

AUTOR:

Alverca Moreno Juan José

DIRECTOR:

Ing. Walter Simón Tambo Encalada Mg.Sc.

**Loja – Ecuador
2023**



Certificación

Loja, 05 de abril de 2023

Ing. Walter Simón Tambo Encalada, Mg.Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: “Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja.” previo a la obtención del título de **Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, de la autoría del estudiante **Juan José Alverca Moreno**, con cédula de identidad N° 1900818806, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



**WALTER SIMON TAMBO
ENCALADA**

Ing. Walter S. Tambo E., Mg.Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Autoría

Yo, **Juan José Alverca Moreno**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y sus presentes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido del mismo. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula de Identidad: 1900818806

Fecha: 06/04/2023

Correo electrónico: juan.alverca@unl.edu.ec

Teléfono: 0994153016



Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación

Yo, **Juan José Alverca Moreno**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja.**, como requisito para optar al título de: **Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre 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 Repositorio Institucional, 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 del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para la constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los seis días del mes de abril de dos mil veintitrés.

Firma:

Cédula de Identidad: 1900818806

Dirección: Yantzaza, Av. Iván Riófrío y Primero de Mayo

Correo electrónico: juan.alverca@unl.edu.ec

Teléfono: 0994153016

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de Trabajo de Titulación: Ing. Walter S. Tambo E. Mg. Sc.



Dedicatoria

Dedicado a mi familia, especialmente a mis padres Freddy y Karla, por su amor incondicional, y a mis compañeros que estuvieron cuando más los necesitaba, apoyándome en los momentos más difíciles. Y principalmente a cada uno de mis docentes, los cuales fueron parte fundamental de mi proceso de formación profesional y personal, con sus conocimientos y valores.

Juan José Alverca Moreno



Agradecimientos

Agradezco a Dios como primer motor para que se me sea posible haber llegado hasta este momento tan importante de mi vida.

Agradezco a la Universidad Nacional de Loja, quien me abrió las puertas para formarme profesionalmente, especialmente a la carrera de geología y minas, su planta docente y autoridades, que influyeron para que todo esto sea posible.

Un sincero agradecimiento a mis compañeros y amigos, con los que compartí grandes momentos en las aulas, y estuvieron conmigo en los momentos más difíciles de mi formación profesional.

Agradezco a mi director de Trabajo de Titulación, Ing. Walter Tambo, quien fue un pilar fundamental en esta etapa de mi vida universitaria; por su tiempo, paciencia, dedicación y apoyo.

Agradezco al Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Selva Alegre, por su predisposición y ayuda oportuna, en la realización del presente proyecto.

Juan José Alverca Moreno



Índice de contenidos

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de tablas:.....	x
Índice de figuras:.....	xi
Índice de anexos:.....	xiv
1. Título.....	1
2. Resumen.....	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción.....	4
4. Marco Teórico.....	6
4.1. Susceptibilidad.....	6
4.1.1. Mapa de susceptibilidad.....	6
4.1.2. Metodologías para la elaboración de mapas de susceptibilidad.....	6
4.1.2.1. Métodos cualitativos o geomorfológicos.....	7
4.1.2.2. Métodos cuantitativos.....	7
4.1.2.3. Método semi-cuantitativo.....	7
4.2. Factores condicionantes y desencadenantes.....	8
4.3. Movimientos en masa.....	9
4.3.1. Factores característicos para la identificación de movimientos de ladera.....	9
4.3.2. Clasificación de movimientos en masa.....	10
4.3.2.1. Deslizamientos.....	10
4.3.2.2. Deslizamiento rotacional (Tipo hundimiento).....	11
4.3.2.3. Deslizamiento rotacional retrogresivo.....	11
4.3.2.4. Deslizamiento traslacional planar.....	11
4.3.2.5. Deslizamiento traslacional de cuña.....	11
4.3.2.6. Deslizamiento compuesto.....	11
4.3.3. Estructura de un deslizamiento.....	12



4.3.4.	Rasgos y dimensiones de un deslizamiento.....	13
4.4.	Topografía	14
4.5.	Geología	14
4.5.1.	Ciclo de formación de las rocas	14
4.5.2.	Tipos de rocas.....	15
4.5.2.1.	Rocas ígneas.....	15
4.5.2.2.	Rocas sedimentarias.	16
4.5.2.3.	Rocas metamórficas.	16
4.5.3.	Geología estructural	16
4.5.3.1.	Planos geológicos: estratos - fracturas – fallas.....	16
4.5.3.1.1.	Fallas.....	17
4.5.3.1.2.	Pliegues.....	19
4.6.	Geomorfología	20
4.7.	Pendientes.....	20
4.8.	Usos de suelo.....	20
4.9.	Fotointerpretación	20
4.10.	Sistema de información geográfica	21
4.10.1.	Cartografía.....	21
4.10.2.	Proyecciones cartográficas	21
4.10.3.	Mapa temático	21
4.10.4.	Modelo digital del terreno (MDT)	21
4.10.5.	ArcGIS	21
4.10.5.1.	Modelo constructivo “MODEL BUILDER”	22
5.	Metodología.....	23
5.1.	Área de estudio.....	23
5.1.1.	Ubicación y acceso.....	23
5.2.	Materiales	24
5.3.	Aspectos generales	25
5.3.1.	Componente biofísico	25
5.3.2.	Componente socio-cultural	28
5.4.	Métodos.....	30
5.4.1.	Metodología para el primer objetivo	30
5.4.1.1.	Levantamiento topográfico.	30



5.4.1.2.	Pendientes.....	31
5.4.1.3.	Geomorfología.	32
5.4.1.4.	Uso actual del suelo.....	33
5.4.1.5.	Geología.	36
5.4.2.	Metodología para el segundo objetivo	37
5.4.3.	Metodología para el tercer objetivo	40
6.	Resultados	43
6.1.	Análisis de las variables para susceptibilidad a deslizamientos en el sector de estudio 43	
6.1.1.	Topografía	43
6.1.2.	Pendientes.....	44
6.1.3.	Geomorfología	45
6.1.4.	Uso actual de suelo.....	56
6.1.5.	Geología Local	58
6.1.5.1.	Columnas estratigráficas.	64
6.2.	Variables valoradas mediante el Método de Evaluación Multicriterio de Jerarquización Analítica de Saaty	68
6.2.1.	Aplicación de la Matriz de Jerarquización Analítica de Saaty (AHP).....	71
6.3.	Zonificación de las áreas susceptibles a deslizamientos en la zona de estudio.....	74
7.	Discusión	78
8.	Conclusiones	80
9.	Recomendaciones	82
10.	Bibliografía	83
11.	Anexos	88



Índice de tablas:

Tabla 1 Clasificación de movimientos en masa	10
Tabla 2 Materiales de campo.....	24
Tabla 3 Equipo de oficina	24
Tabla 4 Clima del área de estudio	25
Tabla 5 Precipitaciones típicas de la Parroquia Selva Alegre	25
Tabla 6 Temperaturas de la Parroquia Selva Alegre	26
Tabla 7 Población de las comunidades ubicadas en el área de estudio	28
Tabla 8 Materiales constructivos en las vivienda del área de estudio	29
Tabla 9 Esquema del método de jerarquías analíticas para la asignación de pesos	38
Tabla 10 Escala de Saaty para determinar el valor de xij	39
Tabla 11 Ejemplo de valoración.....	39
Tabla 12 Valoración de las variables aplicadas.....	40
Tabla 13 Criterio para determinar el grado de susceptibilidad a los deslizamientos	42
Tabla 14 Categorías de pendientes de la zona de estudio	44
Tabla 15 Geomorfología de la zona de estudio	45
Tabla 16 Deslizamientos de la zona de estudio.....	46
Tabla 17 Clasificación del uso actual de suelo en la zona de estudio	57
Tabla 18 Geología de la zona de estudio.....	59
Tabla 19 Afloramientos levantados en la zona de estudio	63
Tabla 20 Valoración de las pendientes.....	68
Tabla 21 Valoración de la geomorfología.....	69
Tabla 22 Valoración del uso actual de suelo	70
Tabla 23 Valoración de la geología.....	70
Tabla 24 Determinación de pesos relativos – Matriz de Jerarquización Analítica de Saaty...	73
Tabla 25 Fórmula Razón de Consistencia de Saaty	73
Tabla 26 Categorías de susceptibilidad a deslizamientos del área de estudio.....	74
Tabla 27 Relación entre los deslizamientos y la susceptibilidad de la zona de estudio.....	77



Índice de figuras:

Figura 1 Influencia de los diferentes factores en las condiciones de los materiales y de las laderas.....	8
Figura 2 Factores característicos para la identificación de movimientos de ladera.....	9
Figura 3 Deslizamientos rotacionales y traslacionales.....	12
Figura 4 Nomenclatura de los deslizamientos	13
Figura 5 Descripción de los rasgos y dimensiones de un deslizamiento	13
Figura 6 Topografía.....	14
Figura 7 Ciclo de formación de las rocas.....	15
Figura 8 Tipo de foliaciones	17
Figura 9 Diferenciación entre rumbo, manteo y dirección	17
Figura 10 Diferenciación entre falla normal e inversa.....	18
Figura 11 Fallas de rumbo.....	18
Figura 12 Partes de un pliegue	19
Figura 13 Tipos de pliegue.....	20
Figura 14 Model Builder.....	22
Figura 15 Ubicación del área de estudio	23
Figura 16 Acceso al área de estudio.....	24
Figura 17 Isoyetas de la Parroquia Selva Alegre	26
Figura 18 Isotermas de la Parroquia Selva Alegre.....	26
Figura 19 Mapa de Sub-cuencas hidrográficas de la Parroquia Selva Alegre	27
Figura 20 Mapa geológico regional de la Parroquia Selva Alegre	28
Figura 21 Levantamiento topográfico con dron Phantom 4.....	30
Figura 22 Puntos de control utilizados para levantamiento topográfico.....	31
Figura 23 Ejecución de herramientas del ArcToolbox, para obtención del mapa de pendientes en el software ArcGIS 10.5	31
Figura 24 Modelo tridimensional de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre.....	32
Figura 25 Litología, drenaje y modelamiento 3D del área de estudio	32
Figura 26 Registro y levantamiento de las geoformas del área de estudio	33
Figura 27 Levantamiento del Uso Actual del Suelo en la zona de estudio.....	34
Figura 28 Nube de puntos de la zona de estudio.....	34
Figura 29 Ejecución de herramientas del ArcToolbox, para obtención del mapa de uso actual de suelo en el software ArcGIS 10.5.....	35



Figura 30	Ráster preliminar del uso actual de suelo	35
Figura 31	Optimización y digitalización de los polígonos del uso actual del suelo en la zona de estudio	36
Figura 32	Levantamiento y caracterización de los afloramientos de la zona de estudio	37
Figura 33	Diseño del Model Builder para la construcción del mapa de susceptibilidad	41
Figura 34	Mapa topográfico de la zona de estudio	43
Figura 35	Mapa de pendientes de la zona de estudio	44
Figura 36	Mapa geomorfológico de la zona de estudio	45
Figura 37	Deslizamiento No. 1	46
Figura 38	Deslizamiento No. 2	47
Figura 39	Deslizamiento No. 3	47
Figura 40	Deslizamiento No. 4	48
Figura 41	Deslizamiento No. 5	48
Figura 42	Deslizamiento No. 6	49
Figura 43	Deslizamiento No. 7	50
Figura 44	Deslizamiento No. 8	50
Figura 45	Deslizamiento No. 9	51
Figura 46	Deslizamiento No. 11	51
Figura 47	Barranco.....	52
Figura 48	Vertiente rectilínea.....	53
Figura 49	Vertiente rectilínea con fuerte disección	53
Figura 50	Vertiente abrupta	54
Figura 51	Vertiente heterogénea	54
Figura 52	Vertiente heterogénea con fuerte disección	55
Figura 53	Coluvión antiguo	55
Figura 54	Coluvio-aluvial antiguo	55
Figura 55	Interfluvio de cimas estrechas	56
Figura 56	Mapa de Uso Actual de Suelo de la zona de estudio	56
Figura 57	Mapa Geológico de la zona de estudio	58
Figura 58	Corte Geológico de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre	58
Figura 59	Afloramiento No. 18.....	59
Figura 60	Afloramiento No. 27	60
Figura 61	Afloramiento No. 36.....	60



Figura 62 Afloramiento No. 45	61
Figura 63 Afloramiento No. 79	61
Figura 64 Afloramiento No. 83	62
Figura 65 Afloramiento No. 91	62
Figura 66 Afloramiento No. 98	63
Figura 67 Depósitos coluviales-arcillosos	64
Figura 68 Depósitos Coluviales-limos	64
Figura 69 Depósitos coluvio-aluvial	65
Figura 70 Depósitos coluviales tobas-riolíticas	65
Figura 71 Intrusivo	66
Figura 72 Columna estratigráfica.....	67
Figura 73 Mapa de susceptibilidad a deslizamientos de la zona de estudio	74



Índice de anexos:

Anexo 1. Ficha de deslizamientos.....	88
Anexo 2. Ficha de campo para descripción de afloramientos.....	88
Anexo 3. Ficha para descripción geomorfológica	89
Anexo 4. Metodología Clirsen, (2012)	89
Anexo 5. Fotointerpretación de geformas	90
Anexo 6 Clasificación de pendiente según DEMMEK, (1972).....	92
Anexo 7 Leyenda temática Nivel I y II, MAE-MAGAP-CLIRSEN - Cobertura y uso de la tierra, (2015)	92
Anexo 8 Leyenda temática Nivel III y IV (Tierras Agropecuarias), MAGAP-CLIRSEN, (2015)	92
Anexo 9. Valoración de las variables en la matriz de comparación por pares	93
Anexo 10. Mapa Topográfico de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre	95
Anexo 11. Mapa Pendientes de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre.....	95
Anexo 12. Mapa Geomorfológico de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre.....	95
Anexo 13. Mapa Uso Actual de Suelo de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre	95
Anexo 14. Mapa Geológico de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre	95
Anexo 15. Corte Geológico	95
Anexo 16. Mapa Susceptibilidad a Deslizamientos de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre	95
Anexo 17 Relación de Deslizamientos y Susceptibilidad en la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre	95
Anexo 18. Descripción de deslizamientos	96
Anexo 19 Descripción de afloramientos	106
Anexo 20 Descripción geomorfológica	132
Anexo 21 Certificación de traducción del resumen	141



1. Título

Susceptibilidad a Deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja.



2. Resumen

El presente trabajo es parte de un estudio total de la Parroquia Selva Alegre, que tiene como finalidad la identificación y caracterización de las zonas propensas a sufrir deslizamientos, dentro de la Zona Este de la misma, plasmado en un mapa temático a escala 1:5000; para ello, este estudio se enfocó en la obtención de las variables condicionantes (pendientes, geomorfología, uso actual de suelo y geología) que influyen en la susceptibilidad a deslizamientos dentro del territorio, mediante trabajos en campo y gabinete; en los que se incluyen diversos materiales y métodos. Con esta cartografía preliminar, se ejecutó el Método de Evaluación Multicriterio de Jerarquización Analítica de Thomas Saaty, para la valoración, ponderación y normalización de las variables por su nivel de importancia. Así, finalmente, mediante los pesos asignados en la jerarquización, se ejecutó un Model Builder con las herramientas del programa ArcGIS 10.5 para la obtención del mapa de susceptibilidad del área de estudio. Este mapa final, dio como resultado cinco categorías de susceptibilidad, que se distribuyen, en sus respectivas áreas: muy baja (9,32 ha), baja (23,12 ha), moderada (361,59 ha), alta (593,56 ha) y muy alta (516,24 ha); revelando que gran parte de las comunidades de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre se hayan bajo categorías de mayor susceptibilidad a deslizamientos. Por tanto, la información recopilada, obtenida y representada en los distintos mapas temáticos, constituye una herramienta importante cuyo fin tiene, el de mejorar los criterios técnicos en la ejecución de proyectos dentro de la Parroquia Selva Alegre y a su vez, considerar la implementación de obras enfocadas a la mitigación y prevención en las zonas cuyas características del terreno las vuelven propensas a deslizamientos.

Palabras clave: *Susceptibilidad, Deslizamientos, Saaty, Geología, Geomorfología, Uso de Suelo.*



2.1. Abstract

The present work is part of a total study of the Selva Alegre Parish, whose purpose is the identification and characterization of the areas prone to landslides, within the Eastern Zone of the same, embodied in a thematic map at a scale of 1:5000. ; For this, this study focused on obtaining the conditioning variables (slopes, geomorphology, current land use and geology) that influence the susceptibility to landslides within the territory, through field and office work; including various materials and methods. With this preliminary cartography, the Thomas Saaty Analytical Hierarchical Multicriteria Evaluation Method was executed, for the evaluation, weighting and normalization of the variables by their level of importance. Thus, finally, using the weights assigned in the hierarchy, a Model Builder was executed with the tools of the ArcGIS 10.5 program to obtain the susceptibility map of the study area. This final map resulted in five categories of susceptibility, which are distributed in their respective areas: very low (9.32 ha), low (23.12 ha), moderate (361.59 ha), high (593, 56 ha) and very high (516.24 ha); revealing that a large part of the communities of the Eastern Zone of the Selva Alegre Parish are under categories of greater susceptibility to landslides. Therefore, the information collected, obtained and represented in the different thematic maps, constitutes an important tool whose purpose is to improve the technical criteria in the execution of projects within the Selva Alegre Parish and, in turn, consider the implementation of works Focused on mitigation and prevention in areas whose terrain characteristics make them prone to landslides.

Key words: *Susceptibility, Landslides, Saaty, Geology, Geomorphology, Land Use*



3. Introducción

La susceptibilidad expresa que tan propensa es un área determinada a que se produzcan deslizamientos, en menor o mayor proporción. Por ello, es importante zonificar las zonas susceptibles, mediante las características o variables intrínsecas del territorio, que influyen en la generación de estos fenómenos, con el objetivo de prevenir y mitigar los riesgos. Pues según Cruden & Varnes (1996), los deslizamientos son los más catastróficos; pues, su peligrosidad radica en la capacidad que tienen de recorrer largas distancias en un tiempo muy pequeño y alcanzar zonas inicialmente consideradas fuera de peligro.

La Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, se halla afectada por deslizamientos, que han generado pérdidas a las comunidades, debido a que las vías que conectan con el Cantón Saraguro, se ven afectadas y con ellas el comercio. Por ello, es idóneo realizar el estudio de susceptibilidad, mediante las variables condicionantes del territorio (pendientes, geomorfología, uso de suelo y geología), con el objetivo de obtener un mapa temático, donde se identifiquen las áreas propensas a deslizarse.

Por lo ya mencionado, en el presente proyecto de tesis se determinó las zonas propensas a deslizamientos a escala 1:5000, en la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja, mediante un mapa temático, el cual expone las principales zonas susceptibles. Cuyos resultados, se contrastan con la información cartográfica de la geología, del PDOT de la Parroquia Selva Alegre (2019-2023), en el que establece que la Formación Chinchillo, en la cual se asienta el área de estudio, posee zonas de mayor estabilidad, lo cual revela, que el mismo no determina zonas proclives a deslizamientos de manera detallada, esto debido a su escala de trabajo. Por tanto, el nivel de trabajo, en que fue elaborado el presente estudio, posee zonas puntuales que son propensas a deslizarse, con la debida evidencia y criterios técnicos; siendo la geología y la geomorfología, determinantes en el sector.

Toda esta información será de gran utilidad para el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Selva Alegre, debido a que se tomará en consideración para futuros proyectos de expansión de las comunidades de Carapalí, Guazhacorrall, Suro, Naranjo y San pablo; además de considerarse en los Planes de Ordenamiento Territorial y Planes de Uso y Gestión de Suelo.



Objetivos:

General

Determinar la Susceptibilidad a Deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja.

Específicos

- Analizar y elaborar las variables aplicables en la elaboración del mapa de susceptibilidad a deslizamientos de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre.
- Valorar las variables mediante el Método de Evaluación Multicriterio de Jerarquización Analítica de Saaty.
- Zonificar las áreas susceptibles a deslizamientos del área de estudio.



4. Marco Teórico

4.1. Susceptibilidad

Según Vallejo et al. (2002), la susceptibilidad puede definirse como la posibilidad de que una zona quede afectada por un determinado proceso, expresada en diversos grados cuantitativos y relativos. Depende de los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos, que pueden ser intrínsecos a los propios materiales geológicos o externos.

Suarez (2009), menciona que, la susceptibilidad, generalmente expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. La susceptibilidad es una propiedad del terreno que indica qué tan favorables o desfavorables son las condiciones de éste, para que puedan ocurrir deslizamientos.

4.1.1. Mapa de susceptibilidad

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 multivariable entre los factores del terreno que afectan la susceptibilidad a los deslizamientos y el mapa de inventario de deslizamientos. (Suarez, 2009)

4.1.2. Metodologías para la elaboración de mapas de susceptibilidad

Según el Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente de la OEA (1993), en su manual sobre el manejo de peligros naturales en la planificación para el desarrollo regional integrado, existen varias formas de analizar la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos:

1. Datos históricos en el área de estudio o en áreas de características similares.
2. Análisis empíricos basados en correlaciones de acuerdo con sistemas de clasificación en estabilidad de taludes.
3. Uso de evidencia geomorfológica junto con datos históricos o basada en criterios profesionales.
4. Relación con la frecuencia e intensidad de los eventos detonantes, por ejemplo, lluvias o sismos.
5. Valoración directa basada en el criterio de un experto.
6. Modelación de variables primarias contra eventos desencadenantes, junto con conocimiento de las características físicas.
7. Aplicación de métodos formales probabilísticos, tomando en cuenta la incertidumbre en geometría, resistencia al cortante, mecanismos de deslizamiento y presiones piezométricas.



Por tanto, no existe una metodología definida para elaborar mapas de susceptibilidad, sin embargo, se pueden mencionar los siguientes enfoques principales de evaluación:

4.1.2.1. Métodos cualitativos o geomorfológicos.

Los tipos básicos de métodos cualitativos utilizan índice de deslizamiento basadas en opiniones de expertos para identificar las áreas con similares características geológicas y geomorfológicas que son susceptibles a deslizamientos de tierra. Además, en estos tipos de métodos, los factores principales para el mapeo de amenazas de deslizamientos son el mapa de deslizamientos ocurridos en el pasado en la zona de estudio y su geomorfología. Dentro de los métodos cualitativos más destacados se encuentran (Kouli, 2009):

- ❖ Método evaluación por un experto
- ❖ Método Mora Vahrson Mora
 - Factores desencadenantes: Susceptibilidad litológica, Humedad del terreno, Pendiente del terreno.
 - Factores detonantes: Sismicidad, Precipitaciones

4.1.2.2. Métodos cuantitativos.

Según menciona (Kouli, 2009), los métodos cuantitativos se basan en expresiones matemáticas que correlacionan los factores causales y deslizamientos de tierra. Pueden ser de dos tipos:

❖ Método determinístico

Empleado para el estudio de la estabilidad de una ladera o talud específico. Estos métodos están basados en el equilibrio límite o en modelos numéricos. Los datos de entrada son parámetros geotécnicos derivados de ensayos de laboratorio con el fin de calcular el factor de seguridad de la ladera. El grado de fiabilidad de estos métodos es alto en el caso en que los datos utilizados sean los adecuados, sin embargo; su principal desventaja es la deficiente exactitud para zonificaciones rápidas y áreas extensas. (Westen, 1993)

❖ Método estadístico o probabilístico

Como menciona Carrara (1995), estos métodos se fundamentaron en las relaciones observadas entre cada factor y la distribución de deslizamientos actuales y pasados aplicándose los modelos estadísticos univariantes y multivariantes.

4.1.2.3. Método semi-cuantitativo.

Los métodos semi-cuantitativos son metodologías cualitativas que utilizan procedimientos de ponderación y calificación. A esta metodología pertenece el proceso analítico jerárquico (AHP) aplicado por Saaty.

❖ El proceso de análisis jerárquico (AHP)

Está diseñado para resolver problemas de criterios múltiples. El AHP realiza una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión, tratando directamente con pares ordenados de prioridades de importancia, preferencia o probabilidad de pares de elementos en función de un atributo o criterio común representado en la jerarquía de decisión (Saaty, 1980).

4.2. Factores condicionantes y desencadenantes

	Factores	Influencias y efectos
Condicionantes	Relieve (pendientes, geometría)	Distribución del peso del terreno.
	Litología (composición, textura)	Densidad, resistencia. Comportamiento hidrogeológico.
	Estructura geológica y estado tensional	Resistencia, deformabilidad. Comportamiento discontinuo y anisótropo. Zonas de debilidad.
	Propiedades geomecánicas de los materiales	Comportamiento hidrogeológico. Generación de presiones intersticiales.
	Deforestación	Modificaciones en el balance hídrico. Erosión.
	Meteorización	Cambios físicos y químicos, erosión externa e interna, generación de zonas de debilidad.
Desencadenantes	Precipitaciones y aportes de agua	Variación de las presiones intersticiales y del peso del terreno.
	Cambio en las condiciones hidrológicas	Saturación en suelos. Erosión.
	Aplicación de cargas estáticas o dinámicas	Cambio en la distribución del peso de los materiales y en el estado tensional de la ladera. Incremento de presiones intersticiales.
	Cambios morfológicos y de geometría en las laderas	Variación de las fuerzas debidas al peso. Cambio en el estado tensional.
	Erosión o socavación del pie	Cambios geométricos en la ladera. Cambios en la distribución del peso de los materiales y en el estado tensional de la ladera.
	Acciones climáticas (procesos de deshielo, heladas, sequías)	Cambio en el contenido de agua del terreno. Generación de grietas y planos de debilidad. Disminución de las propiedades resistentes.

Figura 1 Influencia de los diferentes factores en las condiciones de los materiales y de las laderas
Nota: Vallejo et al. (2002)

Dentro de los factores condicionantes, las propiedades físicas y resistentes de los materiales (directamente relacionadas con la litología) y las características morfológicas y geométricas de la ladera son fundamentales para la predisposición a la inestabilidad; otros factores importantes son la estructura geológica y discontinuidades, las condiciones hidrogeológicas y los estados tenso-deformacionales (Vallejo et al., 2002).

Con respecto a los factores desencadenantes los más importantes son las precipitaciones, los cambios en las condiciones hidrogeológicas de las laderas, la modificación de la geometría, la erosión y los terremotos; algunos de ellos, como los cambios de las condiciones de agua y de geometría, frecuentemente son consecuencia de acciones antrópicas (Vallejo et al., 2002)

4.3. Movimientos en masa

Según Varnes (1978) los movimientos de masa, son desplazamientos hacia abajo y/o hacia fuera, de materiales que forman una ladera o talud, debido a la influencia de la gravedad a partir de un factor que sirve de detonante o fuerza natural desencadenante como son: los sísmicos, volcánicos, presión de gases y exceso de humedad.

4.3.1. Factores característicos para la identificación de movimientos de ladera

Se presentan algunas características y rasgos predominantes, que pueden ayudar al reconocimiento de los distintos tipos de movimientos de laderas con vistas a su clasificación. Es importante la identificación de las actuaciones antrópicas y factores medioambientales que modifican las condiciones naturales de las laderas, como excavaciones, embalses, minería, escombreras, cambios en acuíferos, zonas deforestadas, erosionadas, etc. (Vallejo et al., 2002).

Tipo de movimiento	Zona de cabecera y parte superior de la ladera	Zona baja de la ladera	Geometría
Desprendimientos	Laderas irregulares y rocosas escarpadas con material suelto o derrubios en la parte superior. Bloques independizados por discontinuidades o fracturas. Grietas tras el talud. Vegetación escasa.	Acumulación de bloques y fragmentos rocosos.	Pendientes elevadas $> 50^\circ$.
Deslizamientos rotacionales	Grietas de tracción curvas cóncavas hacia la ladera. Escarpes curvos con estrías, que pueden ser verticales en la parte superior. Superficies basculadas con encharcamientos. Contrastes de vegetación. Malas condiciones de drenaje y encharcamientos en depresiones.	Depósitos convexos, lóbulos. Desvío de cauces.	Pendientes entre $20-40^\circ$ $D/L < 0,3$ a $0,1$.
Deslizamientos traslacionales en rocas o suelos	Grietas de tracción verticales paralelas al talud. Escarpes verticales poco profundos. Material en bloques con grietas entre ellos. Sin encharcamientos en cabecera. Drenaje desordenado o ausencia del mismo.	Desvío de cauces. En ocasiones acumulaciones de material con forma de lóbulos.	Pendientes uniformes $D/L < 0,1$.
Desplazamientos laterales	Bloques desplazados y basculados en varias direcciones. Pendientes suaves o muy suaves. Grandes grietas separando los bloques. Bloques con formas irregulares controladas por fracturas. Sistemas de drenaje interrumpidos, obstrucciones en cauces, valles asimétricos.	—	Pendientes suaves, incluso $< 10^\circ$.
Flujos de barro	Nichos cóncavos poco profundos. Pocas grietas. Contrastes en la vegetación con las zonas estables. Encharcamientos. Sin irregularidades importantes en el drenaje.	Lóbulos. Morfología irregular ondulada.	Pendientes $15-25^\circ$ $D/L = 0,05-0,01$.
Flujos de tierra y derrubios	Concavidades y lóbulos en el área fuente. Varios escarpes. Depósitos con forma de corriente en valles. Ausencia de vegetación. Drenaje irregular y perturbado en la masa deslizada.	Lóbulos, depósitos convexos. Morfología irregular.	Pendientes $> 25^\circ$ D/L muy pequeño.

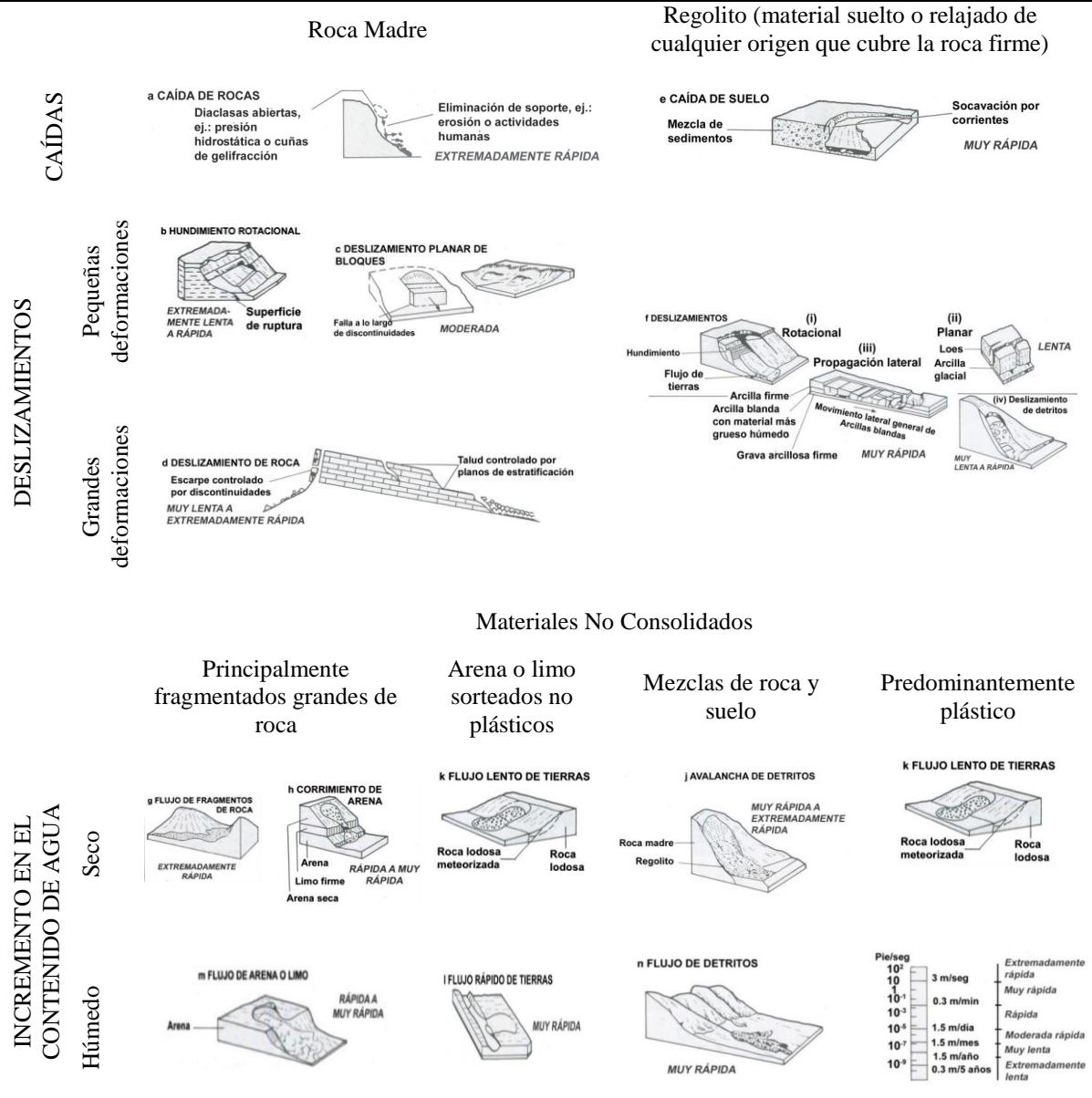
D/L = profundidad/longitud de la masa desplazada. Datos de Soeters y Van Westen, 1996, y otros autores.

Figura 2 Factores característicos para la identificación de movimientos de ladera

Nota: Soeters y Van Westen (1996)

4.3.2. Clasificación de movimientos en masa

Tabla 1 Clasificación de movimientos en masa



Nota: Traducido de Bell (1993)

4.3.2.1. Deslizamientos

Autores como Cruden & Varnes (1996), definen este tipo de desplazamiento como un movimiento de ladera abajo de una masa de suelo o roca, predominantemente a lo largo de una superficie de ruptura o de zonas relativamente delgadas sometidas a intensos esfuerzos de corte. Según estos autores, la superficie de ruptura no se desarrolla de manera simultánea a lo largo de la masa que va a ser desplazada, sino que se inicia por agrietamientos en el terreno en la parte superior de la ladera, donde más tarde se conforma la corona del deslizamiento. En la parte inferior de la masa desplazada se conforma la pata del deslizamiento, la cual puede ser rebasada por la masa movilizada.



4.3.2.2. Deslizamiento rotacional (Tipo hundimiento)

En este caso, la superficie de rotura es curvada y cóncava y la falla no está controlada estructuralmente. Si la superficie de ruptura es circular o cicloide en sección, cinemáticamente en el movimiento se presenta poca deformación interna. El material dispuesto en la cabeza del deslizamiento se mueve casi verticalmente hacia abajo, mientras que la superficie del terreno se inclina hacia el escarpe de la corona. Debido a este comportamiento, el deslizamiento rotacional se conoce también como hundimiento (slump) (Cruden & Varnes, 1996).

4.3.2.3. Deslizamiento rotacional retrogresivo

En razón de que el escarpe adyacente a la corona de un deslizamiento rotacional (hundimiento) es casi vertical y sin soporte, es muy común que a partir de la pata del escarpe se presente retrogresión del deslizamiento, proceso favorecido por la concentración de humedad en esta parte del deslizamiento como consecuencia de la geometría del terreno en la corona. Por otra parte, si se mantiene la concentración de humedad, la inestabilidad se perpetúa hasta que se forme un talud progresivamente menos pendiente (Cruden & Varnes, 1996).

4.3.2.4. Deslizamiento traslacional planar

En este tipo de movimiento la masa se desplaza a lo largo de una superficie de ruptura planar. El deslizamiento traslacional en roca es, por lo general, estructuralmente controlado. En la corona, la masa puede estar separada del terreno estable por una enorme grieta de tensión.

El mecanismo del deslizamiento planar no es autoestabilizante, por lo que este movimiento tiende a ser extremadamente rápido, sobre todo si la superficie de falla es suficientemente inclinada y extensa. En este caso, la masa desplazada puede llegar a fragmentarse si su velocidad es suficientemente alta para que el material se disgregue, lo cual es frecuente cuando la superficie de ruptura sigue una discontinuidad paralela a la ladera (Cruden & Varnes, 1996).

4.3.2.5. Deslizamiento traslacional de cuña

Constituye un caso especial de deslizamiento traslacional, en el cual la masa se desplaza a lo largo de la intersección de dos discontinuidades estructurales (Cruden & Varnes, 1996).

4.3.2.6. Deslizamiento compuesto

Se presenta algo de traslación y algo de rotación. La superficie de rotura presenta un escarpe principal muy pendiente, que puede suavizarse en profundidad y que remata con una sección casi plana; la pata puede llegar a inclinarse en sentido contrario del movimiento y en la zona de corona pueden presentarse bloques desplazados en graben (Cruden & Varnes, 1996)

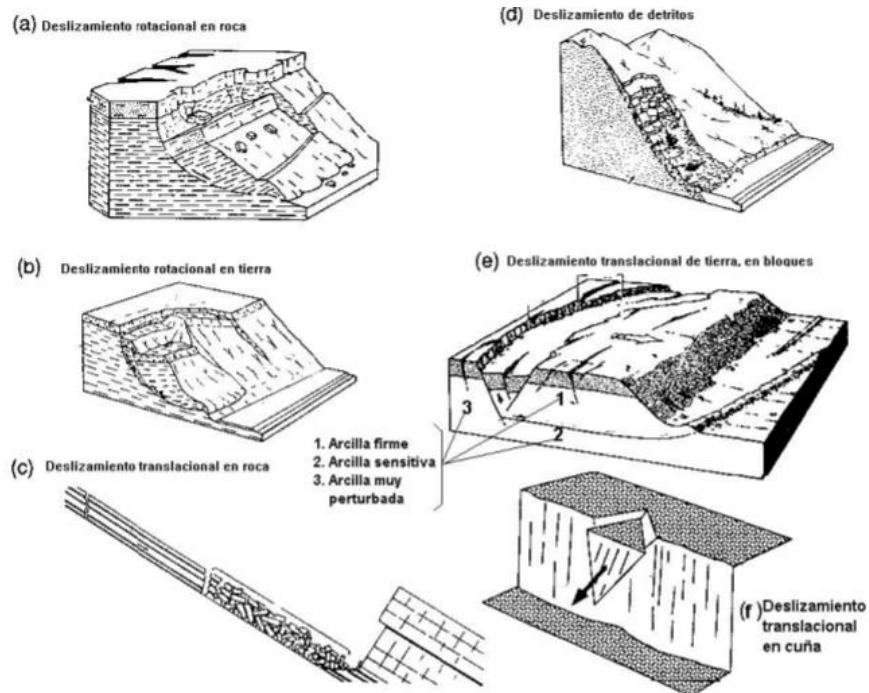


Figura 3 Deslizamientos rotacionales y traslacionales

Nota: Cruden & Varnes (1996)

4.3.3. Estructura de un deslizamiento

- Cabeza: Se ubica en la parte superior del material alterado (Suarez Díaz, 1998).
- Cima: Es considerado el nivel más alto de la cabeza uniendo la masa desplazada con la superficie (Burgos Alemán, 2015).
- Corona: Es aquella que se localiza en el área contigua de la superficie terrestre (Samaniego, 2018).
- Escarpe principal: Zona que se desplaza a lo largo de la superficie del escarpe (Alberti et al., 2006).
- Escarpe secundario: Es aquella superficie que está en la parte central de la corona (Prado González et al., 2020).
- Superficie de falla: Suelo que está por debajo de la superficie terrestre (Carrión Aguilar, 2019).
- Pie de la superficie de falla: Línea de intersección entre el área de rotura y la zona única (Mostajo Carbonel, 2013).
- Base: Zona que se localiza en el pie de la superficie terrestre (Vivanco Quizhpe, 2011).
- Punta o uña: Es la zona de la base que está muy cerca de la superficie longitudinal (Paccini Sánchez, 2018).
- Cuerpo principal: Está ubicada en la zona superior de la superficie de falla (Torres García, 2017).

- Superficie del terreno: Zona que se encuentra en la activación de un deslizamiento (MesaRamos, 2012).
- Costado o Flanco: Zona que está a un lado del movimiento (Anyelo, 2011).

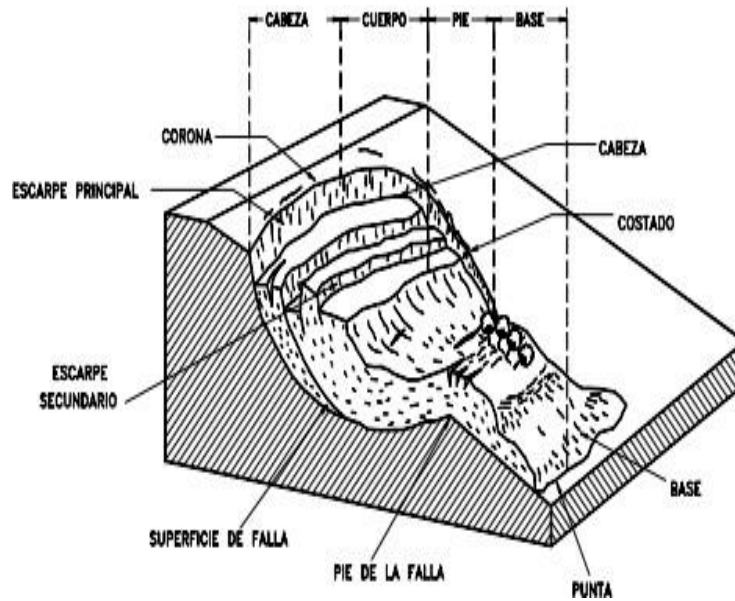


Figura 4 Nomenclatura de los deslizamientos
Nota: Suarez Díaz (1998)

4.3.4. Rasgos y dimensiones de un deslizamiento

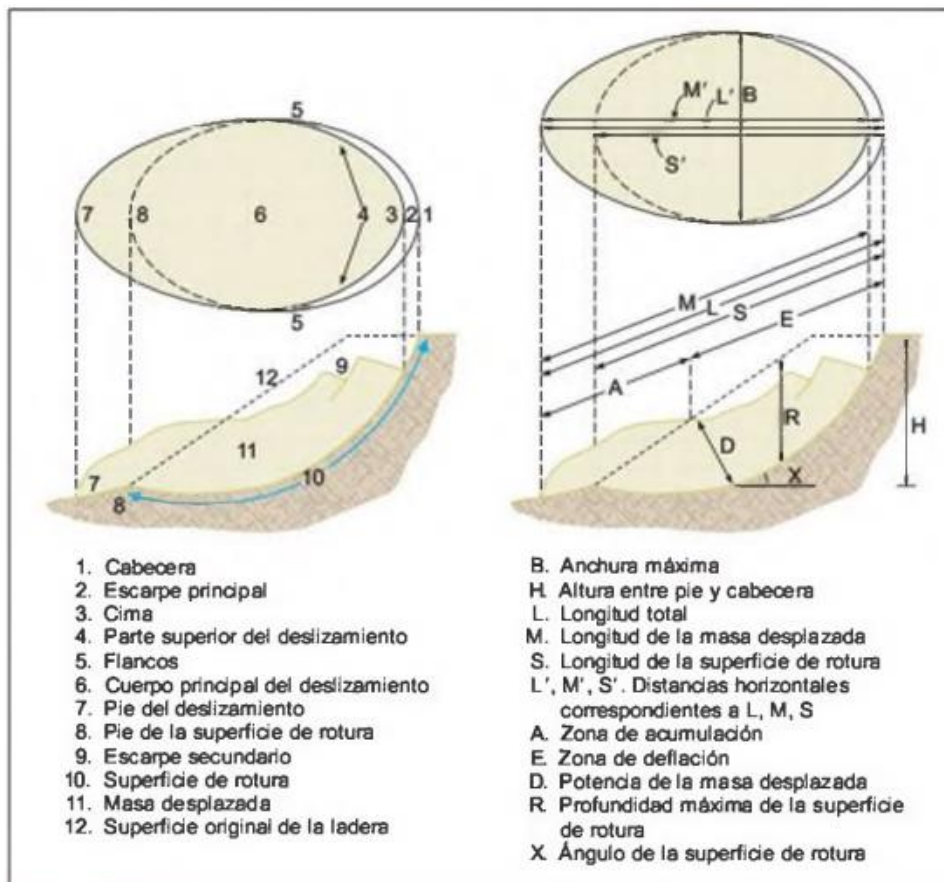


Figura 5 Descripción de los rasgos y dimensiones de un deslizamiento
Nota: Dikau et al. (1996)

4.4. Topografía

Según Rincón M. et al. (2017), una definición acertada sería, que la topografía es la ciencia, por medio de la cual se establecen las posiciones de puntos situados sobre la superficie terrestre, encima y debajo de ella; para lo cual se realizan mediciones de distancias, ángulos y elevaciones. Además, como manifiestan Santana & Mosquera (2005), la topografía tiene como objeto de estudio la superficie terrestre, en cuanto a sus dimensiones y características, tiene por características que toma pequeñas extensiones de tierra y no tiene en cuenta la curva terrestre.

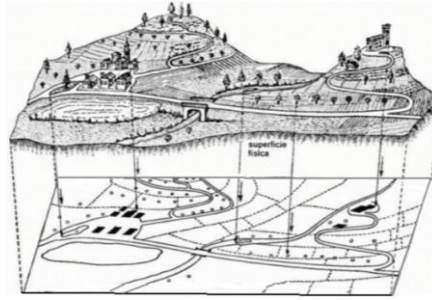


Figura 6 Topografía

Nota: Santana & Mosquera (2005)

4.5. Geología

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 intenta comprender la causa de los fenómenos endógenos y exógenos. La unidad de tiempo en geología es el millón de años. (Duque Escobar, 2016)

4.5.1. Ciclo de formación de las rocas

Según Tarbuck & Lutgens (2005), el ciclo de las rocas comienza, cuando el magma o roca fundida que se forma a una gran profundidad por debajo de la superficie de la Tierra, se enfría y se solidifica. Este proceso, denominado cristalización, puede ocurrir debajo de la superficie terrestre o, después de una erupción volcánica, en la superficie. En cualquiera de las dos situaciones, las rocas resultantes se denominan rocas ígneas.

Si las rocas ígneas afloran en la superficie experimentarán meteorización, en la cual la acción de la atmósfera desintegra y descompone lentamente las rocas. Los materiales resultantes pueden ser desplazados pendiente abajo por la gravedad antes de ser captados y transportados por algún agente erosivo como las aguas superficiales, los glaciares, el viento las olas. Por fin, estas partículas y sustancias disueltas, denominadas sedimentos, son depositadas.

A continuación, los sedimentos experimentan litificación, un término que significa “conversión en roca”. El sedimento suele litificarse dando lugar a una roca sedimentaria cuando es compactado por el peso de las capas suprayacentes o cuando es cementado conforme el agua

subterránea de infiltración llena los poros con materia mineral. Si la roca sedimentaria resultante se entierra profundamente dentro de la tierra e interviene en la dinámica de formación de montañas, o si es intruida por una masa de magma, estará sometida a grandes presiones o a un calor intenso, o a ambas cosas. La roca sedimentaria reaccionará ante el ambiente cambiante y se convertirá en un tercer tipo de roca, una roca metamórfica. Cuando la roca metamórfica es sometida a cambios de presión adicionales o a temperaturas aún mayores, se fundirá, creando un magma, que acabará cristalizando en rocas ígneas. (Tarbuck & Lutgens, 2005)

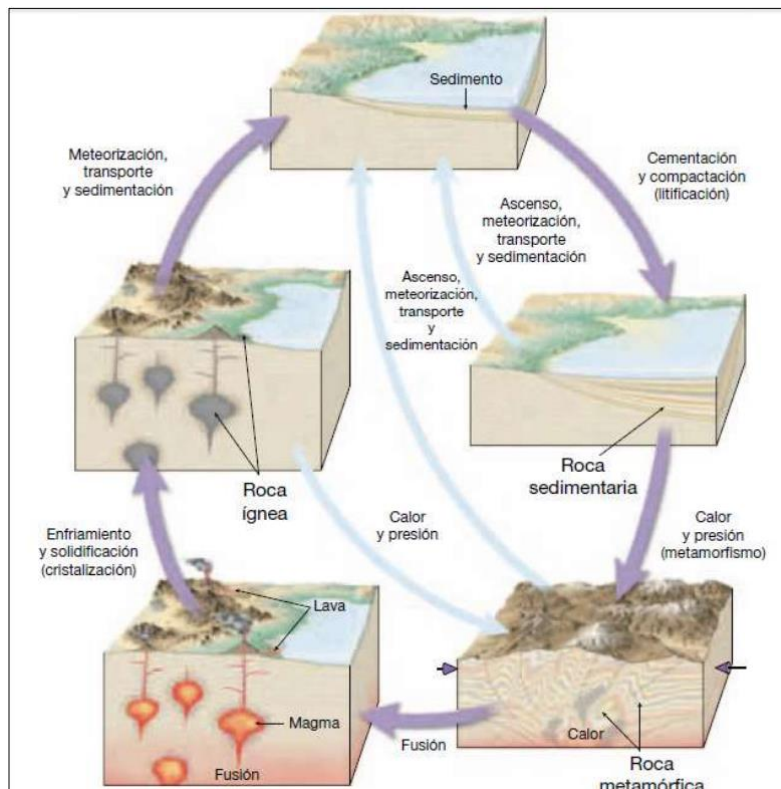


Figura 7 Ciclo de formación de las rocas
Nota: Tarbuck & Lutgens. (2005)

4.5.2. Tipos de rocas

4.5.2.1. Rocas ígneas.

En la tierra existen dos ambientes geográficos de formación de rocas ígneas: el oceánico y el continental; por regla general en el oceánico estas rocas son ricas en minerales ferromagnesianos y se denominan rocas básicas o ultrabásicas y en el ambiente continental son ricas en minerales con abundancia de sílice y aluminio y se llaman rocas ácidas. Estas denominaciones se dan en función de la composición química de las rocas. Según la profundidad de formación, las rocas pueden ser plutónicas, cuando provienen del magma que se ha enfriado en el interior de la corteza; o volcánicas, cuando el magma se ha enfriado sobre ella. También puede ocurrir que el magma se enfríe próximo a la superficie, pero no sobre ella, conduciendo a rocas hipoabisales. (Duque Escobar, 2016)



4.5.2.2. Rocas sedimentarias.

La acumulación puede ocurrir en medio ambiente marino o continental, en el seno de un fluido líquido (océanos, mares, lagunas, ríos, etc.) o gaseoso (sobre la superficie, en desiertos, estepas, etc.). La materia acumulada consiste en fragmentos de materiales preexistentes (clastos), en precipitados químicos, o una mezcla de ambos (Varela, 2014).

4.5.2.3. Rocas metamórficas.

En la corteza la temperatura aumenta en promedio 33 °C por Km. (1 °C por cada 30 m de profundidad), y la presión unas 1000 atmósferas cada 3 Km. (1 atmósfera cada 3 m), por lo que a más de 200 °C y 2000 atmósferas (6000 m) se forman rocas metamórficas como las granulitas, eclogitas, gneises y esquistos. Algunas rocas son de alta temperatura y baja presión (dorsales oceánicas), o baja temperatura y alta presión (zonas de subducción) (Duque Escobar, 2016).

4.5.3. Geología estructural

Es la disciplina científica que se ocupa del estudio de la deformación de la corteza tanto a escala pequeña como a gran escala. Su alcance es vasto, cubriendo desde el estudio de los defectos en los arreglos atómicos de los cristales hasta la estructura de las fallas y sistemas de pliegues en la corteza de La Tierra. El principal objetivo de la geología estructural es medir la deformación en la corteza para entender cuál fue la historia de deformación registrada por las rocas y cómo, cuándo y por qué se acumuló esta deformación (Universidad de los Andes, 2016).

La geología estructural incluye a todos los procesos y elementos cuales están relacionados a las fuerzas tectónicas presentes en la corteza terrestre. En la geología estructural se analiza estructuras geológicas especialmente tectónicas para aclarar la acción de fuerzas dirigidas durante la historia geológica. Estos análisis, a parte de un alto interés científico en general, pueden apoyar la prospección o exploración (Griem, 2020).

4.5.3.1. Planos geológicos: estratos - fracturas – fallas.

En la mayoría las rocas de la corteza terrestre muestran varios tipos de planos geológicos. Existen en general dos tipos de planos (Griem, 2020):

a) Folioles primarias: Tienen su origen antes de la litificación, es decir durante la deposición. Ejemplos: Estratos, Flujo magmático.

b) Folioles secundarias: Tienen su origen después de la litificación: Todos los planos cuales se han formado a causa de fuerzas tectónicas presentes en la corteza terrestre. Ejemplos: Diaclasas, Fallas. Concepto de rumbo, manteo, dirección de inclinación

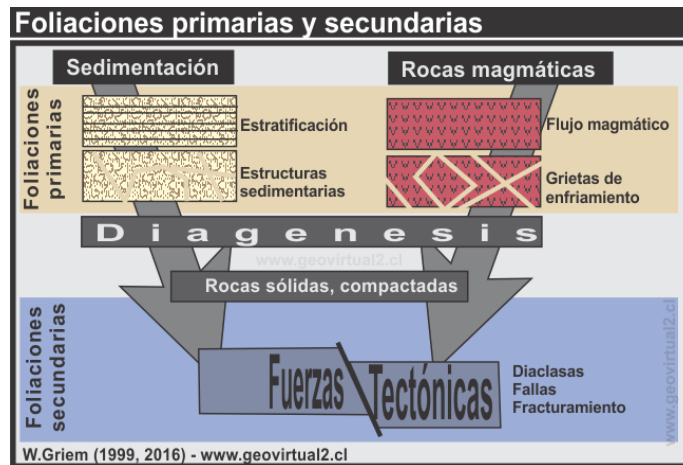


Figura 8 Tipo de foliaciones

Nota: Griem (2020)

Expresa Griem (2020), que, para describir la orientación de un plano geológico matemáticamente se necesitan dos (o tres) propiedades:

- a) Dirección de inclinación
- b) Rumbo
- c) Manteo

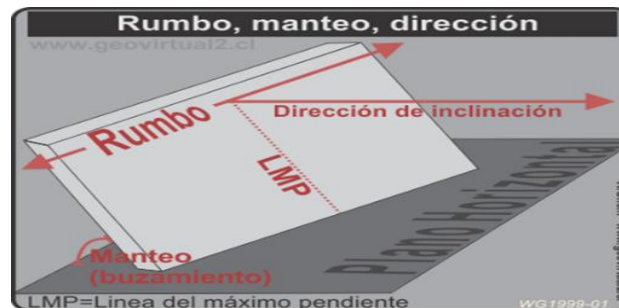


Figura 9 Diferenciación entre rumbo, manteo y dirección

Nota: Griem (2020)

El rumbo es la línea horizontal de un plano. El rumbo tiene dos direcciones de 180° de diferencia. La dirección de inclinación o dirección del buzamiento es la dirección hacia donde se inclina un plano (es la proyección horizontal de la línea de del máximo pendiente).

El manteo es el ángulo entre el plano y un plano horizontal. El manteo de un plano horizontal es 0°, de un plano vertical es 90° (Griem, 2020).

4.5.3.1.1. Fallas.

Las fallas son roturas en las rocas a lo largo de la cual ha tenido lugar movimiento. Este movimiento se llama desplazamiento. Origen de estos movimientos son fuerzas tectónicas en la corteza terrestre, cuales provocan roturas en la litosfera. Las fuerzas tectónicas tienen su origen en el movimiento de los continentes (Griem, 2020).

Hay tres principales tipos de fallas: normal, inversa y de desplazamiento de rumbo (movimiento horizontal), (RSN, 2019):

- Fallas normales: constituyen planos a lo largo de los cuales un bloque “baja” con respecto al otro. Siempre se considera que es una falla normal si el bloque que está “encima” del plano (techo) baja con respecto al bloque que está “debajo” del plano (piso). Este tipo de fallas se origina por la separación de placas tectónicas, es decir, por distensión.
- Fallas inversas: provocan un levantamiento del suelo, es decir que el bloque que está encima del plano de falla (techo) “sube” con respecto al bloque que está debajo del plano (piso).

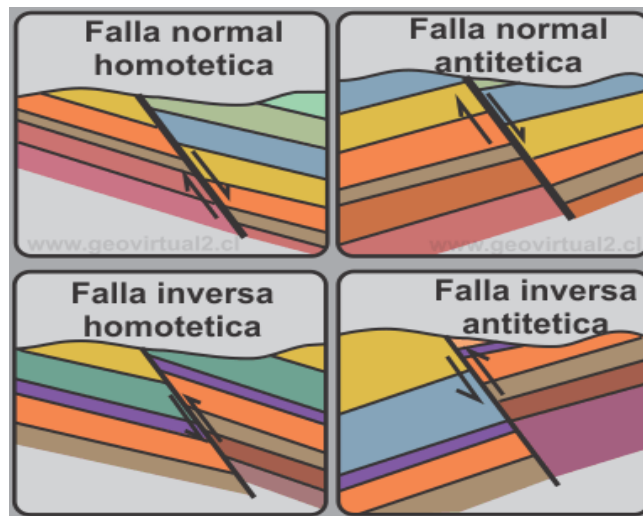


Figura 10 Diferenciación entre falla normal e inversa
Nota: Griem (2020)

Menciona Griem (2020), en la revista Apuntes de Geología “Las fallas tectónicas con desplazamientos verticales se pueden diferenciar entre fallas normales y fallas inversas. Las fallas normales marcan una cierta tendencia expansiva, las fallas inversas una tendencia compresiva.”

- Fallas de desplazamiento de rumbo: son un tipo de falla en la cual el movimiento general es paralelo al rumbo de la superficie de falla y los bloques se desplazan lateralmente uno respecto al otro. Usualmente, las evidencias que se buscan en el campo para encontrar estas fallas son filas de árboles desplazados, cauces de ríos desplazados, cercas desplazadas lateralmente, entre otros (RSN, 2019).



Figura 11 Fallas de rumbo
Nota: Griem (2020)

4.5.3.1.2. Pliegues.

Según Arellano (2010) “Un pliegue es una estructura secundaria resultado de deformación dúctil heterogénea, la cual se manifiesta como una o varias ondulaciones de sus elementos originales”. Sus partes, están compuestas por:

- Flanco o limbo. Es la superficie de uno de los lados del pliegue. Cada pliegue tiene dos flancos.
- Cresta. Es el punto más alto en la superficie plegada.
- Valle. Es el punto más bajo en la superficie plegada.
- Punto de charnela. Es el punto de máxima curvatura del pliegue.
- Línea de Charnela. Es la línea que une los puntos de máxima curvatura de un pliegue y pasa por los puntos de charnela.
- Superficie o plano de charnela (plano axial). Superficie que contiene las líneas de charnela de un pliegue en un mismo plano estructural.

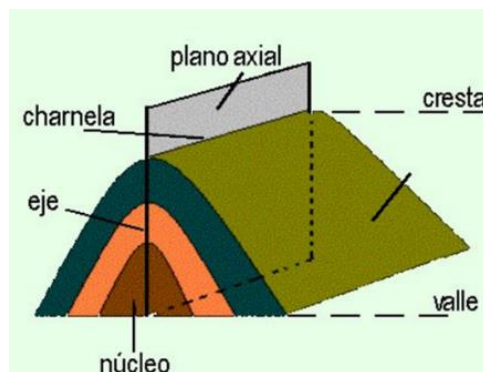


Figura 12 Partes de un pliegue
Nota: (CATEDU, 2018)

En los pliegues al igual que en las fallas se encuentran diferentes tipos (CATEDU, 2018):

- Anticlinales. Son pliegues que presentan una superficie convexa hacia el exterior del pliegue. En ellos los estratos que conforman el núcleo son los más antiguos y los más modernos se localizan en los flancos.
- Sinclinales. Son pliegues que presentan una superficie convexa dirigida hacia el interior del pliegue. En este caso los estratos más modernos están situados en el núcleo y los más antiguos en los flancos.
- Monoclinal: Flexión o inclinación estructural en una sola dirección, semejante a un escalón, en zonas donde predominan capas horizontales.
- Homoclinal: Flexión estructural en una sola dirección con echado uniforme, es semejante a una rampa.

- Anticlinorios. Es una asociación en la que los pliegues presentan una convergencia de los planos axiales hacia el interior.
- Sinclinorios. En esta asociación de pliegues los planos axiales divergen hacia el interior.

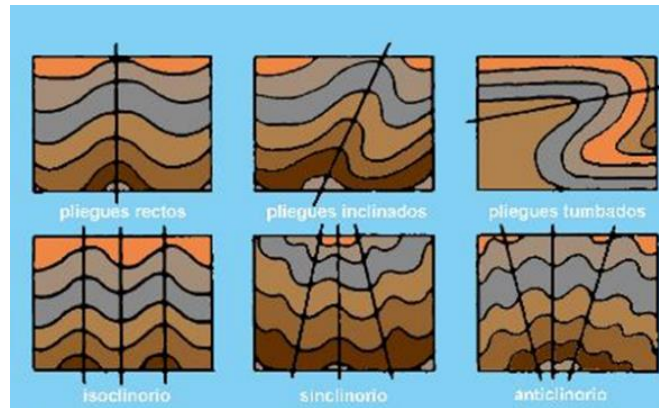


Figura 13 Tipos de pliegue
Nota: Educarex (2004)

4.6. Geomorfología

Menciona Duque Escobar (2016), 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.

4.7. Pendientes

Oropeza (2010) considera que, la pendiente se relaciona con la morfología y dinámica de todas las formas del relieve; prácticamente todas ellas tienen un umbral límite que las clasifica o jerarquiza de acuerdo a su geometría; es decir, la pendiente constituye un factor que favorece la delimitación de los procesos y los tipos de formas que se encuentran en el terreno.

4.8. Usos de suelo

Según el Informe Anual de la PAOT (2003), el uso de suelo se refiere a la ocupación de una superficie determinada en función de su capacidad agrológica y por tanto de su potencial de desarrollo, se clasifica de acuerdo a su ubicación como urbano o rural, representa un elemento fundamental para el desarrollo de la ciudad y sus habitantes ya que es a partir de éstos que se conforma su estructura urbana y por tanto se define su funcionalidad.

4.9. Fotointerpretación

Interpretar una fotografía es examinar las imágenes fotográficas de los objetos con el propósito de identificar esos objetos, definir su categoría, su naturaleza, sus límites y sus relaciones con el medio (Goosen, 1968).



Menciona Serra, (2002), que es la acción de examinar las imágenes fotográficas de los objetos con el propósito de identificar esos objetos, definir su categoría, su naturaleza, sus límites y sus relaciones con el medio.

4.10. Sistema de información geográfica

Los sistemas de información geográfica soportan los análisis realizados al emplear métodos estadísticos binariados. Las herramientas que ofrecen los sistemas de información geográfica requieren que la información utilizada para efectuar el análisis de susceptibilidad esté representada en datos de valores discretos, almacenados en celdas de tamaños definidos por una resolución espacial específica (tamaño del píxel) (SGC, 2015).

Realizar estos estudios en sistemas de información geográfica proporciona una ventaja al permitir representar resultados a través de mapas, los mapas sintetizan resultados obtenidos de un análisis previo, no solamente ilustran su ubicación potencial en el espacio geográfico, sino que, permiten representar diferentes niveles en la que puede ser catalogada la susceptibilidad del terreno a los deslizamientos (López, 2015).

4.10.1. Cartografía

Está definida como el arte, la ciencia y la técnica del diseño, producción y utilización de representaciones que transmiten información espacial mediante un sistema geométrico de símbolos gráficos (Pérez Navarro, 2011).

4.10.2. Proyecciones cartográficas

Consiste en establecer una radiación de semirrectas a través de un punto, llamado vértice de proyección; se consigue así una correspondencia entre cada punto interceptado en la esfera y su homólogo en el plano cortado por la misma semirrecta (IGNE, 2013).

4.10.3. Mapa temático

El mapa temático representa variables específicas del territorio, se centran en la información de un tema concreto y pueden llevar información adicional del relieve (Pérez Navarro, 2011).

4.10.4. Modelo digital del terreno (MDT)

Es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua (Felicísimo, 2009).

4.10.5. ArcGIS

ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Permite crear, compartir y utilizar mapas inteligentes, compilar información geográfica, crear y administrar bases de datos geográficas,

resolver problemas con el análisis espacial, crear aplicaciones basadas en mapas, y dar a conocer y compartir información mediante la geografía y la visualización. (ESRI)

4.10.5.1. Modelo constructivo “MODEL BUILDER”.

Es una aplicación que se utiliza para crear, editar y administrar modelos. Los modelos son flujos de trabajo que encadenan secuencias de herramientas de geoprocésamiento y suministran la salida de una herramienta a otra herramienta como entrada. Model Builder también se puede considerar un lenguaje de programación visual para crear flujos de trabajo. (ESRI).

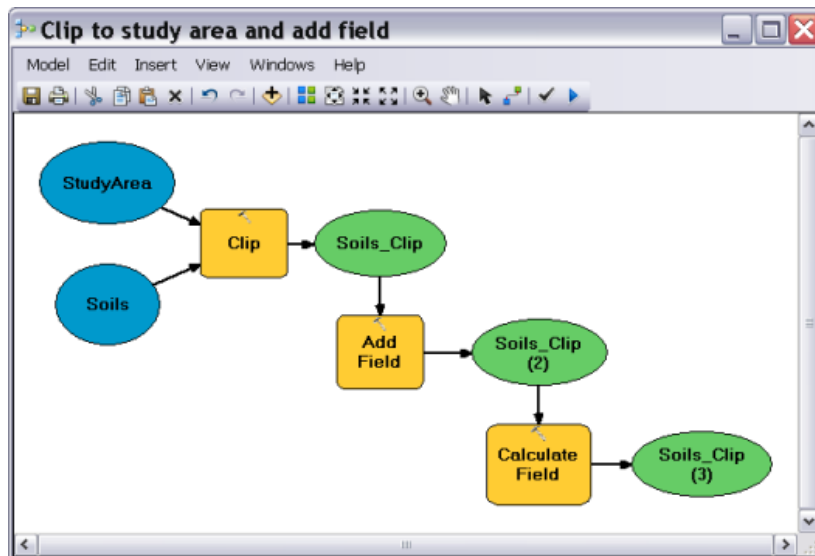


Figura 14 Model Builder

Nota: ESRI

5. Metodología

5.1. Área de estudio

5.1.1. Ubicación y acceso

El área de estudio se ubica en la provincia de Loja al sur del Ecuador, cantón Saraguro, parroquia Selva Alegre al Este de la misma. Esta fue resultado de la división de la parroquia, en tres zonas en dirección Oeste a Este, debido a la escala de trabajo y a su extensa área; para ello, se hizo uso de la herramienta Parcel Fabric en el software ArcGIS 10.5, para obtener polígonos de igual área y simétricamente divididos, en función a la dirección deseada, consiguiendo así, tres zonas de trabajo: Oeste, Central y Este.

La Zona Este del proyecto, y en el que se enfoca el presente estudio, ocupa una superficie de 1505,46 ha, a una altura aproximada de 2500 m s.n.m. Cuyos límites son:

Norte: Parroquia Lluzhapa y río Curiyacu

Sur: Parroquia Paraíso de Celén y río San Vicente

Este: Parroquia San Pablo de Tenta y río Naranjo

Oeste: Zona Central de estudio

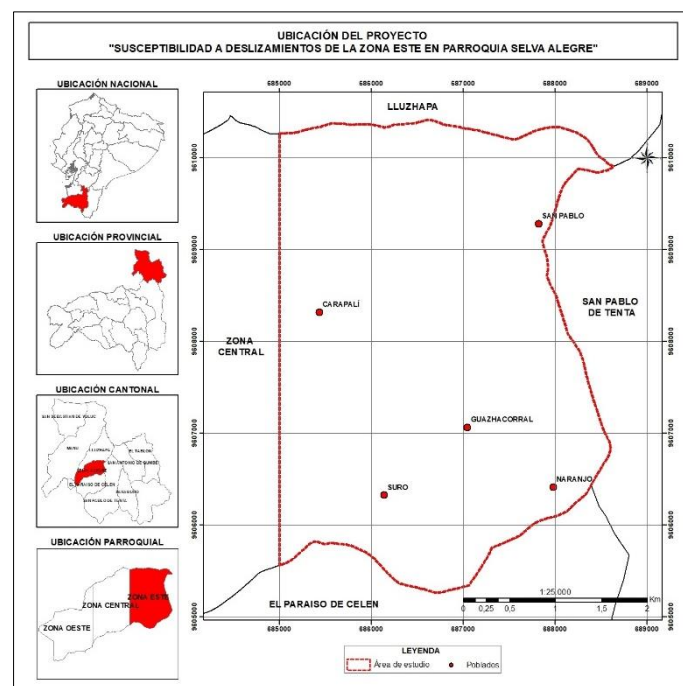


Figura 15 Ubicación del área de estudio

Nota: Alverca J. (2023)

Para acceder al área de estudio, se parte desde a ciudad de Quito, hasta la ciudad de Catamayo y posteriormente por vía terrestre de primer orden, hasta la ciudad de Loja, desde allí, el acceso a Selva Alegre se lo realiza por la vía Loja-Saraguro, para posteriormente llegar a Selva Alegre por medio de una vía de segundo orden, con una distancia de 38.1 km., hasta

llegar a la entrada del poblado de Selva Alegre, para trasladarnos hasta Carapalí y desde aquí recorrer el área de trabajo.

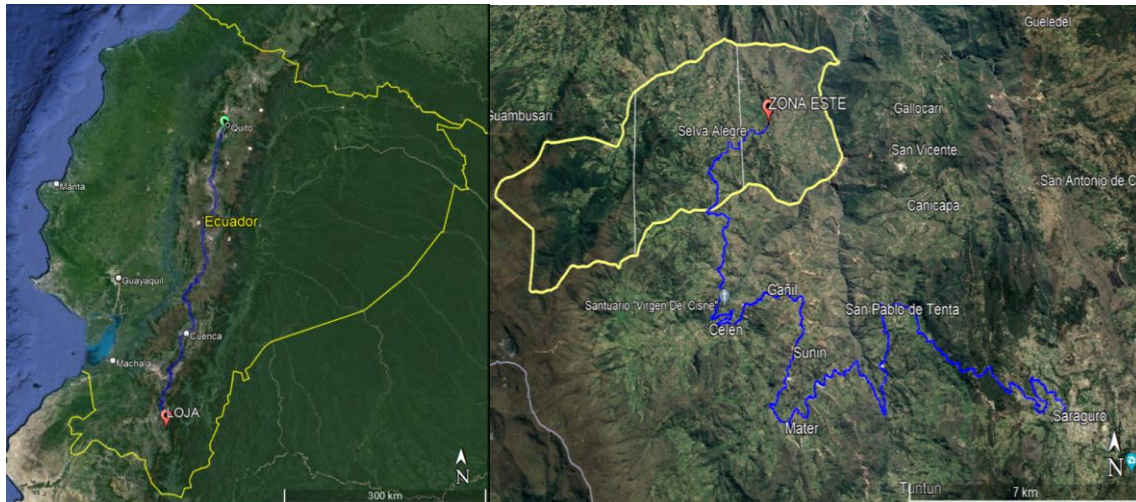


Figura 16 Acceso al área de estudio

Nota: Google Earth Pro (2022) - **Editado por:** Alverca J. (2023)

5.2. Materiales

❖ Materiales de campo

Tabla 2 Materiales de campo

Gps Garmin DAKOTA
Gps geodésico trimble R6
Brújula Brunton
Martillo geológico
Ácido clorhídrico al 10 %
Fichas geológicas e inventarios de deslizamientos
Cámara fotográfica
Libreta de campo
Drone Phantom 4
Cinta métrica
Lápiz

Nota: Alverca J. (2023)

❖ Equipos de oficina

Tabla 3 Equipo de oficina

Carta topográfica del cantón Saraguro escala 1:50000.
Carta geológica del cantón Saraguro escala 1:50000.
Carta topográfica Selva Alegre escala 1:50000
Software (ArcGIS 10.5)
Software Pix4Dmapper
Software Google Earth
App Avenza Maps
Ortofotos de la zona de estudio escala 1:5000
Computadora portátil
SedLog 3.1

Nota: Alverca J. (2023)



5.3. Aspectos generales

5.3.1. Componente biofísico

El componente biofísico integra los recursos naturales y el ambiente que se encuentran caracterizados, potencializados y estructurados con la finalidad de propiciar condiciones para el desarrollo sostenible de la población (PDOT Parroquia Selva Alegre, 2019-2023).

❖ Clima

Tabla 4 Clima del área de estudio

Clima	Área (ha)	%	Uso Actual De Suelos	Precipitación (mm/año)	Aptitud agrícola	Características
Ecuatorial mesotérmico-seco	682.69	15.11	Pastizal, cultivos subtropicales	500-700	Bosque	Media concentración de áreas prioritarias de restauración. Baja concentración de áreas con convenio de restauración (GAD de Selva Alegre). Baja concentración de concesiones de agua. Presencia de área de protección hídrica. Presencia del área bajo conservación (Guambuza).
Ecuatorial Mesotérmico-semi húmedo	2894.17	64.08	Pastizal, páramo, bosque, cultivos andinos	700-1100	Cultivo, pasto	Alta concentración de áreas prioritarias de restauración. Alta concentración de áreas con convenio de restauración (GAD de Selva Alegre).
Ecuatorial de alta montaña	939.53	20.80	Bosque, matorral, páramo	1100-1300	Bosque	Baja concentración de áreas prioritarias de restauración. Presencia del área de conservación (Guambuza). Presencia del área de protección hídrica.

Nota: PDOT Parroquia Selva Alegre (2019-2023)

Tabla 5 Precipitaciones típicas de la Parroquia Selva Alegre

Rango de Precipitación mm/año	Área (Ha)	Porcentaje (%)	Características
500-600	176.31	3.9	En estos rangos de precipitación están inmersos todos los poblados, incluida la concentración áreas prioritarias y bajo convenio de restauración y las concesiones de agua.
600-700	1020.72	22.6	
700-800	1116.55	24.72	
800-900	727.38	16.11	
900-1000	571.47	12.65	
1000-1100	612.56	13.56	Ubicado en las áreas de protección hídrica y de conservación, se encuentran ubicados hacia el Suroeste de la parroquia.
1100-1200	290.69	6.44	
1200-1300	0.7	0.02	

Nota: PDOT Parroquia Selva Alegre (2019-2023)

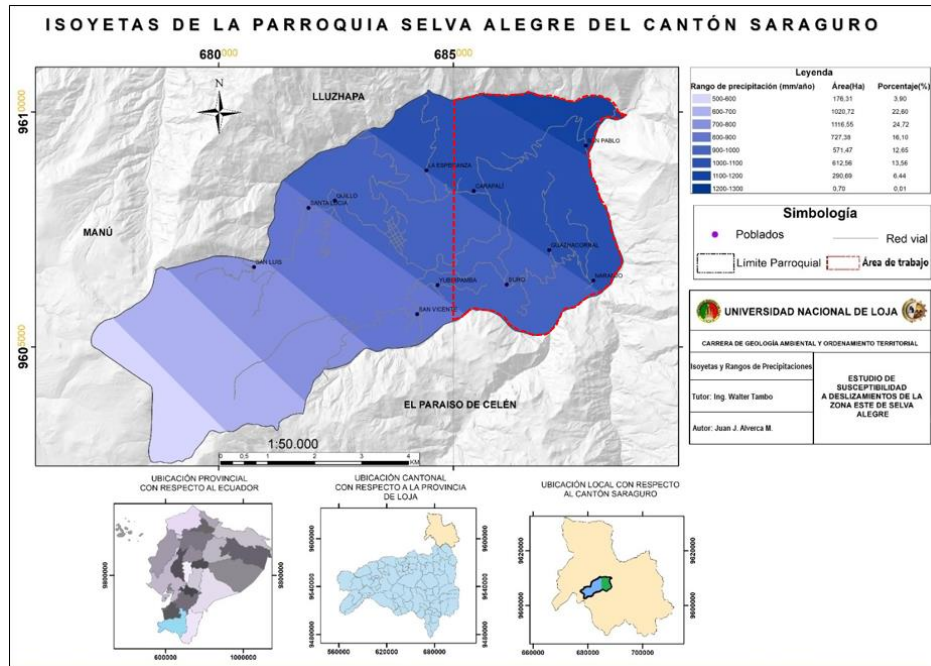


Figura 17 Isoyetas de la Parroquia Selva Alegre
Nota: PDOT Parroquia Selva Alegre (2019-2023)

Tabla 6 Temperaturas de la Parroquia Selva Alegre

Rango (°C)	Área (ha)	Porcentaje (%)	Características
8-10	1195.46	26.47	Se encuentran en las áreas de protección hídrica y conservación comuna Guambuza. Ubicado en las zonas altas de Suroeste.
10-12	853.63	18.9	Se concentran en todos los puntos poblados e incluidas en la concentración áreas prioritarias y bajo convenio de restauración y las concesiones de agua.
12-14	1345.21	29.79	
14-16	1100.87	24.37	
16-18	21.23	0.47	

Nota: PDOT Parroquia Selva Alegre (2019-2023)

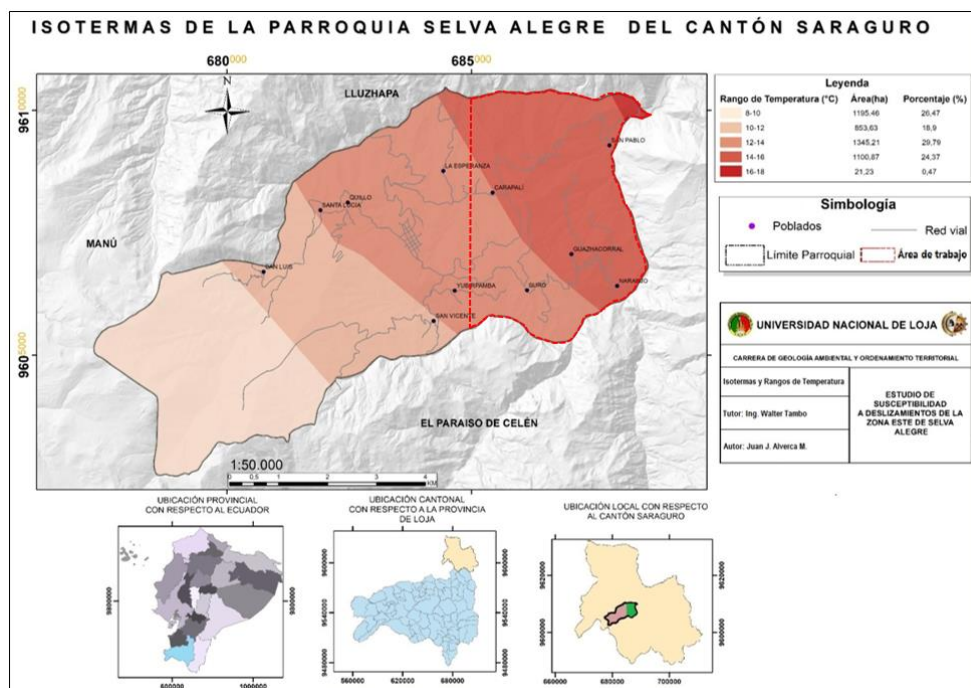


Figura 18 Isotermas de la Parroquia Selva Alegre
Nota: PDOT Parroquia Selva Alegre (2019-2023)

❖ Hidrología

La Parroquia Selva Alegre concierne a la cuenca del río Jubones, en las partes altas de la parroquia nacen las diferentes quebradas, lagunas, vertientes y ríos que dan paso para el consumo humano y el riego.

El sistema hidrográfico está formado por dos micro cuencas, la primera es el río Curiyacu, esta nace de una laguna y a su vez sirve como límite parroquial entre Selva Alegre y Lluzhapa. La segunda nace desde el río San Vicente que alimenta a varias quebradas, aguas abajo toma el nombre de río Naranjo esta también es empleada como límites con la parroquia San Pablo de Tenta. El río Naranjo y el río Curiyacu se unen en el barrio de San pablo, donde estos se unen a otros dos para formar el río León que es el afluente principal del río Jubones (PDOT Parroquia Selva Alegre, 2019-2023).

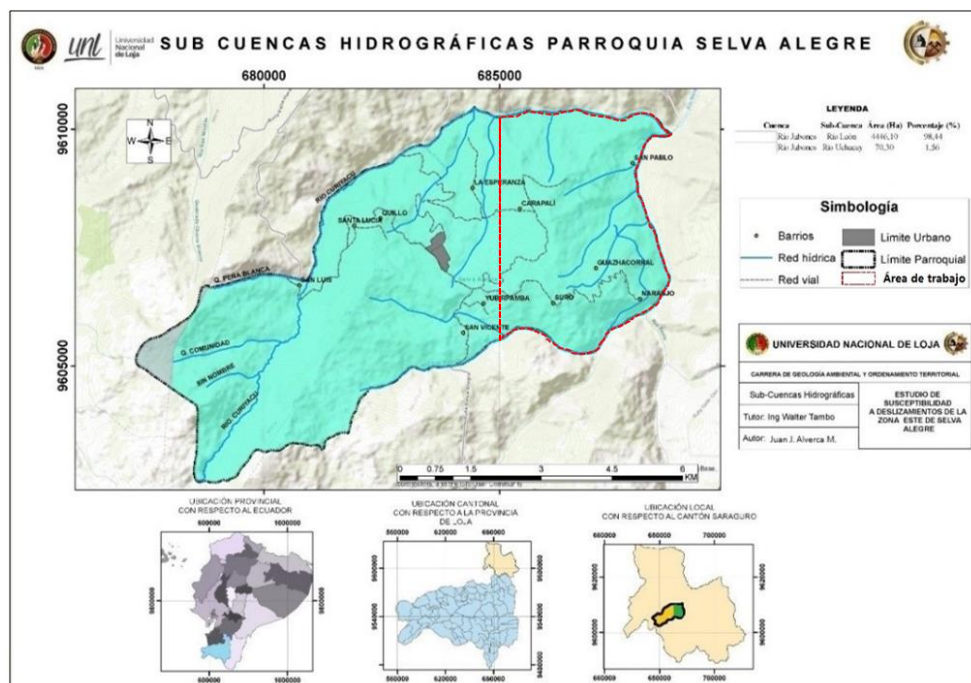


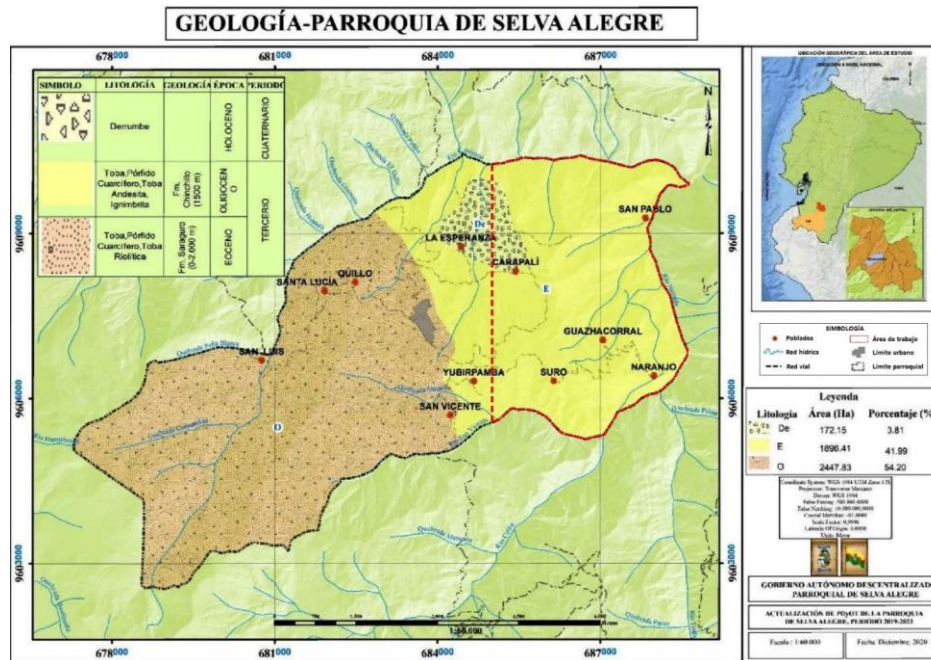
Figura 19 Mapa de Sub-cuencas hidrográficas de la Parroquia Selva Alegre
Nota: PDOT Parroquia Selva Alegre (2019-2023)

❖ Geología regional

La parroquia se encuentra dominado por la Formación (FM) Saraguro de Eoceno, la Formación (FM) Chinchillo del Oligoceno y la ambos del periodo Terciario; y por depósitos superficiales (coluvial) del periodo Cuaternario. La Formación Saraguro es una secuencia alterna de lavas andesíticas y piroclastos, recubiertas por la Formación Chinchillo. Los piroclastos varían desde tobas de grano fino hasta aglomerados de espesores grandes formando escarpes prominentes hacia la periferia de Saraguro (Kennerly, 1973). En lo que respecta a las lavas, estas son de andesita porfirítica y están interestratificadas.

La formación Chichillo caracterizado por lavas con estratos de piroclastos. Las lavas son riolíticas con alto contenido de fenocristales de cuarzo y andesitas porfiríticas. Los piroclastos, predominan las tobas, ignimbritas andesíticas hacia la parte de Manú.

Los deslizamientos son bastantes numerosos, particularmente en la Formación Saraguro ocupando áreas de varios km cuadrados. Considerando que la presencia de deslizamientos está en la mayoría de las veces ligados con material coluvial (depósitos superficiales) (PDOT Parroquia Selva Alegre, 2019-2023).



5.3.2. Componente socio-cultural

❖ Población

Según el III Censo de población y IV de vivienda realizado en año 2010, la población total del cantón Saraguro es de 30.183 habitantes, de los cuales 14.123 son varones que representa el 46.79 % del total de la población y 16.060 son mujeres que representa el 53.21 % del total de la población cantonal. De igual forma, la población cantonal se encuentra distribuida de la siguiente manera: Área Urbana 9.045 habitantes (29.97 %), Área Rural: 21.138 habitantes (70,03 %) (PDOT Parroquia Selva Alegre 2019-2023).

Tabla 7 Población de las comunidades ubicadas en el área de estudio

Población			Género	
Comunidad	N° familias	N° habitantes	Hombres	Mujeres
San Pablo	10	40	17	23
Carapalí	85	450	220	230
Guazhacorrall	100	320	165	155
Suro	65	185	85	100
TOTAL	260	995	487	508

Nota: PDOT Parroquia Selva Alegre (2019-2023)



❖ Vivienda

De acuerdo a la inspección que se ha dado mediante el equipo consultor del PDOT actualizado en la parroquia selva alegre en la parte urbana se denota el 45 % de viviendas nuevas construidas de hormigón, mediante el MIDUVI, en la parte rural se encuentran viviendas de distinto material, adobe, entre otras. En la zona de estudio se encontró alrededor de 70 infraestructuras su estructura varía tanto de hormigón con ladrillo, adobe, madera (PDOT Parroquia Selva Alegre 2019-2023).

Tabla 8 Materiales constructivos en las viviendas del área de estudio

Nro.	Parroquias	Hormigón	Ladrillo	Madera	Adobe	Bahareque	Total
1	Suro	3 %	5 %	11 %	65 %	32 %	100 %
2	Guazhacorral	12 %	4 %	20 %	47 %	17 %	100 %
3	San Pablo	10 %	5 %	10 %	40 %	35 %	100 %
4	Carapalí	15 %	15 %	15 %	25 %	30 %	100 %

Nota: PDOT Parroquia Selva Alegre (2019-2023)

5.4. Métodos

5.4.1. Metodología para el primer objetivo

Analizar y elaborar las variables aplicables en la elaboración del mapa de susceptibilidad a deslizamientos de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre.

5.4.1.1. Levantamiento topográfico.

➤ Primera fase de gabinete

Se recopiló información concerniente al área de estudio, como: topografía y zonas de acceso, con el fin de obtener puntos de control referenciales, para trasladarlos a la computadora del Gps geodésico Trimble R6, que sirvieron para trazar un plan de trabajo considerando la accesibilidad en campo.

➤ Fase de campo

Se accedió a las zonas respectivas para la colocación de los puntos de control definitivos, 42 en total, tomando las coordenadas con el Datum WGS84, zona 17 Sur con la ayuda del GPS geodésico Trimble R6. Los puntos se hallan en áreas estratégicas para que no exista margen de error y la información generada sea exacta; posteriormente se llevó a cabo las diferentes fotografías aéreas con el dron Phantom 4 a escala 1:5000.



Figura 21 Levantamiento topográfico con dron Phantom 4

Nota: Alverca J. (2023)

➤ Segunda fase de gabinete

Se extrajeron las fotografías aéreas del dron y a su vez se creó un archivo Excel para ubicar los puntos de control definitivos empleados en campo, en formato csv. Posteriormente se hizo uso del programa Pix4Dmapper para dar el procesamiento correspondiente para obtener las curvas de nivel y la ortofoto a escala 1:5000 del área de estudio que posteriormente fueron ingresadas en el software ArcGIS 10.5 con el cual se obtuvo el mapa topográfico (Ver anexo 10) que se utilizó para la elaboración de los mapas posteriores.

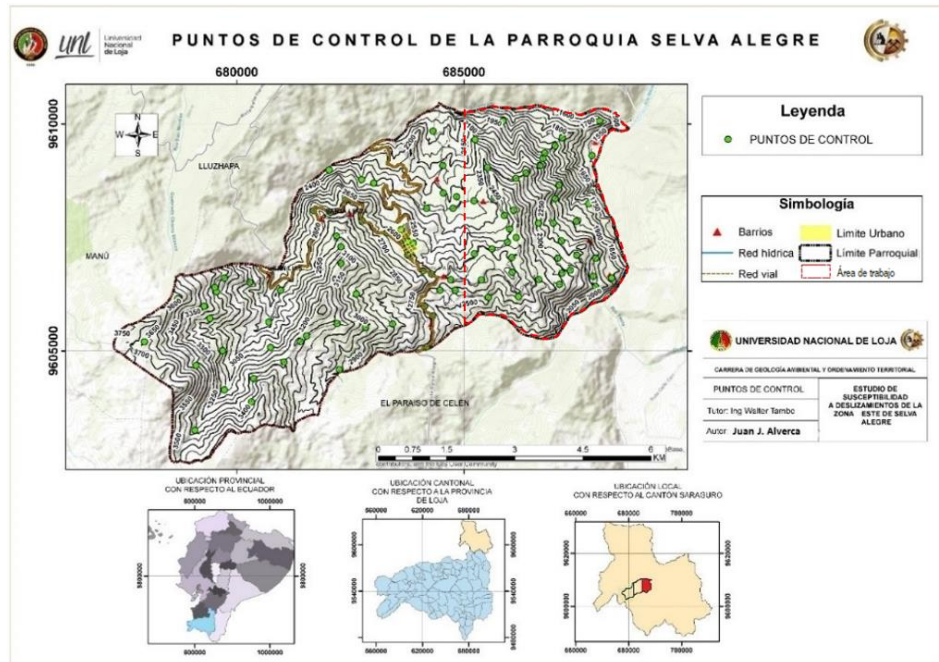


Figura 22 Puntos de control utilizados para levantamiento topográfico
Nota: Alverca J. (2023)

5.4.1.2. Pendientes.

➤ Fase de Gabinete

Se generó el mapa de pendientes en base a las curvas de nivel previamente obtenidas y el polígono del área de trabajo, mediante las herramientas del ArcToolbox en el software ArcGIS 10.5, cuya ejecución se describe a continuación:



Figura 23 Ejecución de herramientas del ArcToolbox, para obtención del mapa de pendientes en el software ArcGIS 10.5
Nota: Alverca J. (2023)

Finalmente, con el shape final obtenido del Dissolve, se procedió a asignar los rangos y categorías en la tabla de atributos, esto en función de la clasificación de Demmek, 1972 (Ver anexo 6). Adicionalmente, se calculó el área y porcentaje del área ocupada de los resultados obtenidos.

5.4.1.3. Geomorfología.

➤ Primera fase gabinete

Se hizo uso de un MDE (Modelo Digital de Elevación) en base al ráster y la ortofoto de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, para ello, se empleó el software ArcGIS 10.5. Para posteriormente, al hillshare resultante emplearlo para la visualización del relieve en 3D, es decir para la fotointerpretación de las geoformas, tomando en cuenta que para la generación de geoinformación, se considera la metodología de CLIRSEN (2012) (Ver anexo 4).

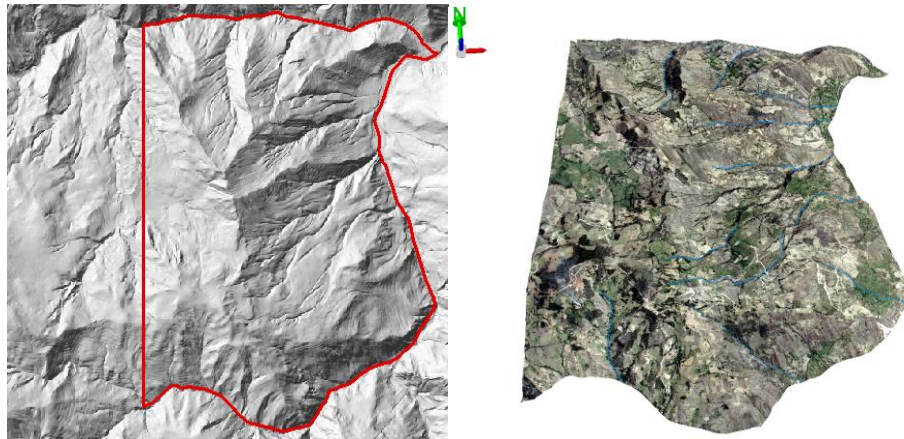


Figura 24 Modelo tridimensional de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre
Nota: Alverca J. (2023)

Se obtuvo información de apoyo de la Memoria Técnica del cantón Saraguro en el proyecto “LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ESCALA 1:25.000, LOTES 1 y 2” del año 2015, que en conjunto con el hillshare generado, se toma como referencia para realizar la fotointerpretación de las geoformas a escala 1:5000. Con ello, se obtuvo los polígonos de las geoformas fotointerpretadas (Ver anexo 5), las cuales han sido generadas considerando las categorías de génesis (unidad genética), morfología (unidad geomorfológica) y morfometría (pendiente y desnivel relativo), para su posterior validación en campo.

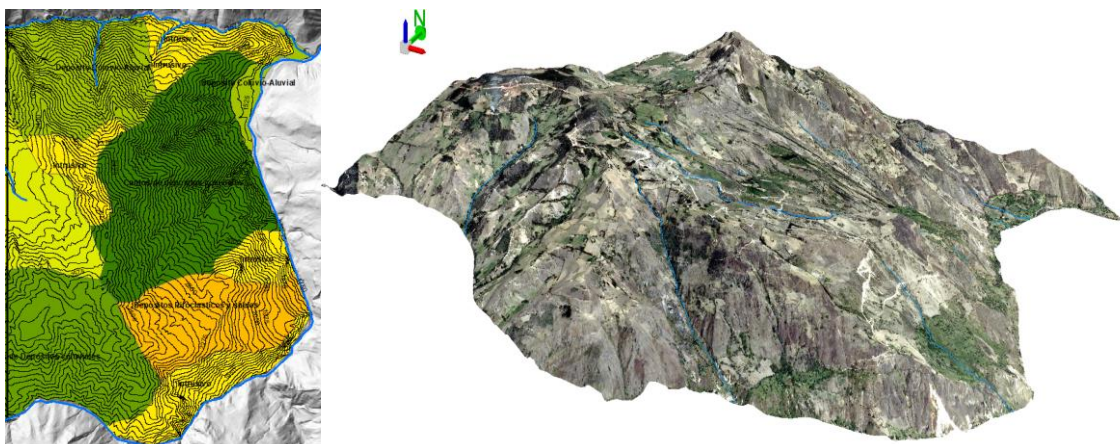


Figura 25 Litología, drenaje y modelamiento 3D del área de estudio
Nota: Alverca J. (2023)

➤ **Fase de campo**

Se realizó el levantamiento de las geoformas (Ver anexo 3) y los deslizamientos existentes en el sector, cuyos datos y características, constarán en una ficha de inventario (ver anexo 1), además, se clasificaron los deslizamientos considerando sus medidas y datos técnicos respectivos.



Figura 26 Registro y levantamiento de las geoformas del área de estudio
Nota: Alverca J. (2023)

➤ **Segunda fase de gabinete**

Se ingresó a una tabla de Excel los deslizamientos con sus respectivos datos e información, para su posterior inclusión en los parámetros que determinan la susceptibilidad del área de estudio, siendo estos, parte inherente a la geomorfología del sector.

Por medio de la información recolectada en campo, se generó en el software ArcGIS 10.5, un shapefile correspondiente a un polígono con campos: génesis, forma de relieve, litología y pendiente. Con ello, se dio paso a la digitalización de los polígonos finales correspondientes a la geomorfología escala 1:5000, cuya cartografía se llevó a cabo mediante los colores y tramado en base al “Manual de Identificación de Geoformas” de SIGTIERRAS.

5.4.1.4. Uso actual del suelo.

➤ **Fase de gabinete**

Para la elaboración de esta variable, se desarrolló el método de clasificación supervisada, para el cual, se obtuvo en un primer paso un plan de trabajo en campo, mediante una observación breve del territorio, utilizando para ello la ortofoto del área de estudio ingresada en ArcGIS 10.5, logrando así, una identificación preliminar de las áreas de interés y un posterior recorrido óptimo en la zona de estudio, considerando la Leyenda Temática MAE-MAGAP-CLIRSEN (2015) (Ver anexos 7 y 8).

➤ **Fase de campo**

Se recorrió el área de estudio para la obtención de datos y un registro fotográfico del uso actual de suelo, con el fin de identificar y reconocer la información en campo de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, por medio de puntos clave, 365 en total, tomados con GPS, los cuales serán de gran importancia para el procesamiento de información por medio de la clasificación supervisada.



Figura 27 Levantamiento del Uso Actual del Suelo en la zona de estudio

Nota: Alverca J. (2023)

➤ **Segunda fase de gabinete**

Una vez que se levantó la información respectiva, es decir, los puntos gps de los distintos tipos de uso de suelo, se realizó la clasificación supervisada, en la cual se “supervisa” el proceso de categorización de píxeles, en el software ArcGIS 10.5 clasificando los puntos GPS obtenidos en la fase de campo, en función del uso de suelo observado.



Figura 28 Nube de puntos de la zona de estudio

Nota: Alverca J. (2023)

Posteriormente, una vez que los puntos fueron clasificados en función de la tonalidad de las diferentes áreas, se creó un archivo con las firmas espectrales en formato de gráfico, en

base a la ortofoto y el shapefile de puntos previamente clasificados. Las herramientas empleadas para este proceso, dentro del software ArcGIS 10.5, se presentan en el siguiente model builder:

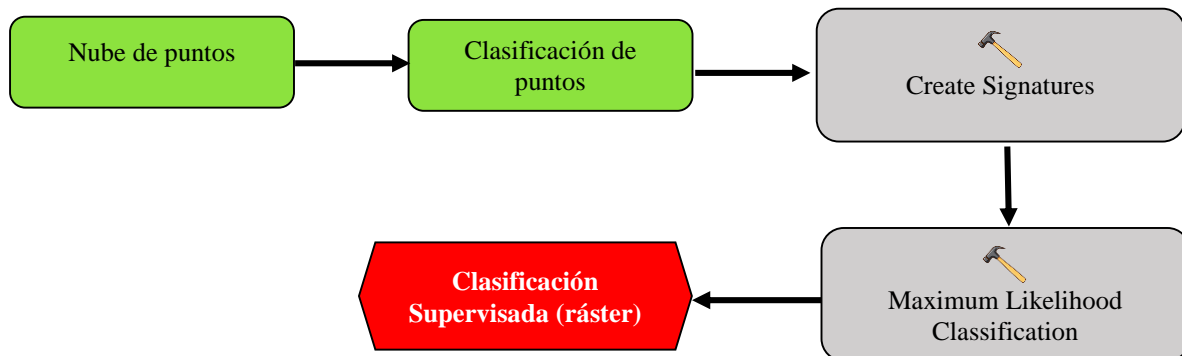


Figura 29 Ejecución de herramientas del ArcToolbox, para obtención del mapa de uso actual de suelo en el software ArcGIS 10.5

Nota: Alverca J. (2023)

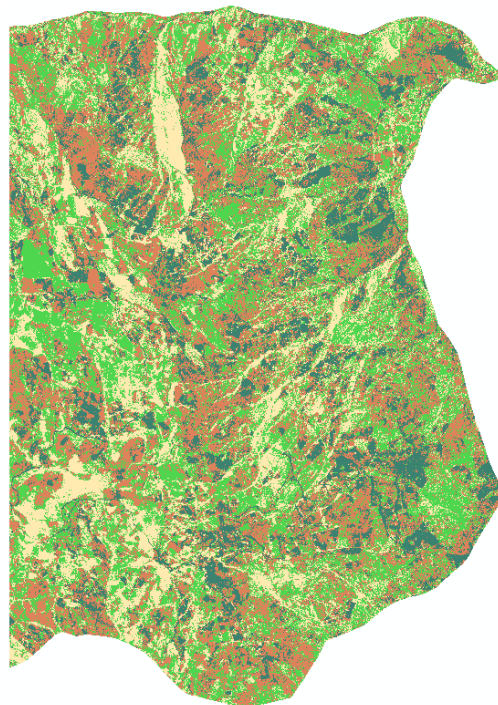


Figura 30 Ráster preliminar del uso actual de suelo

Nota: Alverca J. (2023)

Al ráster resultante se lo transformó a un formato shape, para mejor manejo y procesamiento de las áreas, empleando en estas un reajuste en función de los tonos en los píxeles de cada cobertura de suelo que se generó. Se obtuvo así, el producto final cuyos polígonos se les otorgó tramados y colores, en función a la Leyenda Temática MAE-MAGAP, para una correcta representación del Uso Actual del Suelo de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre.



Figura 31 Optimización y digitalización de los polígonos del uso actual del suelo en la zona de estudio

Nota: Alverca J. (2023)

5.4.1.5. Geología.

➤ Primera fase de gabinete

Se realizó mediante la recopilación de información previamente obtenida (topografía y ortofotos), la identificación de rasgos característicos de red hídrica, forma del relieve (llanuras, colinas, entre otros). Con ello, se reconoció rasgos característicos de unidades que son homogéneas, en función al tono, patrones, texturas (gruesa, fina, rayada, manchada), etc. Se logró así, una delimitación con líneas de contacto, de las áreas con materiales que predominan una “unidad significativa” la cual implica la agrupación de dichas áreas delimitadas por sus rasgos comunes, para describir las características (foto-elementos) que presentan; por ende, la información previa para el reconocimiento del material en campo.

➤ Primera fase de Campo

Con la información preliminar de la geología, se procedió a realizar la corroboración de los datos, cuyo objetivo principal es la verificación de los límites o contactos de las unidades foto-interpretadas y sus características. Considerando, que, en caso de los límites observados que no fueron los correctos, se procedió a su corrección; ya que, en ocasiones puede suceder que una unidad delimitada en gabinete no exista como tal en campo, en este caso habrá que eliminarla.

Una vez estudiada la información previa, se identificó y caracterizó en campo los afloramientos puntuales (geo-referenciados) naturales y antrópicos; con ello, la litología y las características del sector donde se deposita el material o afloran los materiales que conforman las unidades identificadas en gabinete.



Figura 32 Levantamiento y caracterización de los afloramientos de la zona de estudio
Nota: Alverca J. (2023)

Las fichas de levantamiento de campo, con las que se llevó el registro pertinente de los afloramientos presentes en la zona, está conformada por datos y características, como son: ubicación con sus respectivas coordenadas, elementos de yacencia, descripción básica del afloramiento, datos litológicos, fotografía/dibujo, entre otros (Ver anexo 2).

➤ **Segunda fase de gabinete**

Una vez se obtuvo la información de campo y con ello, la corroboración del mapa preliminar; se presentó las unidades resultantes dentro de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, en un mapa final y complementariamente se las columnas estratigráficas mediante el software SedLog 3.1; para ello, se confeccionó en base con los respectivos colores y tramados en función del “Estándares de Nomenclatura Estratigráfica, Simbolización y Abreviaturas para la Cartografía Geológica” del IIGE.

5.4.2. Metodología para el segundo objetivo

Valorar las variables mediante el Método de Evaluación Multicriterio de Jerarquización Analítica de Saaty.

El Proceso de Análisis Jerárquico, es un método basado en la evaluación de diferentes criterios que permiten jerarquizar un proceso y su objetivo final consiste en optimizar la toma de decisiones gerenciales (Saaty, 1980).

Las comparaciones pareadas son bases fundamentales del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP). El AHP utiliza una escala subyacente con valores de 1 a 4 para calificar las preferencias relativas de los dos elementos. Se presentan las calificaciones numéricas que se recomiendan para las preferencias verbales expresadas por el decisor. Investigaciones anteriores han determinado que está es una escala razonable para distinguir las preferencias entre dos alternativas.



❖ Método de Proceso de Análisis Jerárquico (Analytical Hierarchy Process, AHP)

El proceso de análisis jerárquico (AHP) fue desarrollado por Saaty (1980). Está diseñado para resolver problemas de criterios múltiples. El AHP realiza una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión, tratando directamente con pares ordenados de prioridades de importancia, preferencia o probabilidad de pares de elementos en función de un atributo o criterio común representado en la jerarquía de decisión.

El AHP propone la asignación de un vector de pesos $w = [w_1, w_2, w_n]$ a los criterios de un cierto problema de decisión multicriterio. Para ello se compara cada criterio (i) con cada criterio (j), obteniendo unos valores (a_{ij}) que es posible agrupar en una matriz cuadrada de orden (n), la llamada matriz de comparaciones por pares, $A = [a_{ij}]$, es decir, el número de filas y columnas está definido por el número de criterios a ponderar, estableciendo una matriz de comparación de importancia (tomándolos en pares) cada uno de los criterios con los demás, para posteriormente determinar el vector 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.

El procedimiento empleado primeramente determina la importancia relativa del criterio de cada fila, en relación al criterio de su columna correspondiente, así, es preciso completar toda la matriz introduciendo los valores en el triángulo superior derecho, los valores en el triángulo superior izquierdo serán los valores inversos a los de las celdas correspondientes. Luego, es preciso sumar cada columna para obtener un valor marginal de columna, a continuación, generar una nueva matriz mediante la división de cada celda entre el marginal de su columna. Por último, calcular la media de los pesos para cada línea.

Tabla 9 Esquema del método de jerarquías analíticas para la asignación de pesos

Matriz de comparación por pares					Eigenvector principal
Factores	A	B	C	D	
A	XXA	XAB	XAC	XAD	WA
B	XBA	XBB	XBC	XBD	WB
C	XCA	XCB	XCC	XCD	WC
D	XDA	XDB	XDC	XDD	WD

Nota: Thomas Saaty (1980)

La razón de comparar de dos en dos los criterios, es para facilitar la comparación de todos a la vez por parte del experto (autor). En los trabajos de Saaty (1980 y 1994), Saaty y Vargas (2001) ensayan cierto número de escalas de medida y exponen la siguiente escala de medida para la estimación de los coeficientes a_{ij} de acuerdo a la siguiente tabla.



Tabla 10 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 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)

Nota: Thomas Saaty (1980)

Una vez que se elaboró la matriz de comparaciones pareadas se realiza el proceso de síntesis, donde se determina la prioridad de cada uno de los elementos que se comparan. El proceso matemático requiere el cálculo de los valores y vectores característicos de cada variable (Ver anexo 9).

Para una mejor representación de lo mencionado, se muestra un ejemplo (Ver tabla 11) de la valoración llevada a cabo en los resultados, basada en el análisis jerárquico de Saaty.

Tabla 11 Ejemplo de valoración

Uso de suelo	Pastizal	Vegetación herbácea	Área poblada	Plantaciones forestales	Ponderación	Pesos
Pastizal	1	1	2	3	1,75	0,362
Vegetación herbácea	1	1	2	2	1,5	0,31
Área poblada	0,5	0,5	1	2	1	0,207
Plantaciones forestales	0,3	0,5	0,5	1	0,5825	0,121
				Total	4,8325	1

Nota: Alverca J. (2023)

Para definir la calidad de la decisión final, se designó la consistencia del juicio del experto. De esta manera, el AHP permite medir el grado de consistencia entre las opiniones pareadas proporcionadas por el experto. La consistencia de los juicios del experto, se calculó a partir del auto-valor máximo (n_{máx}), y se compo con el número de criterios que es (n), en el caso que estos valores sean iguales, se verifica que el juicio es completamente consistente. En relación a esto, Saaty proporciona tablas de consistencia para medir ésta. Asimismo, también define la razón de consistencia (RC), a partir del índice de consistencia (IC) y del índice de consistencia aleatorio (ICA):

Donde

IC es el índice de consistencia y se calcula mediante la expresión:

$$IC = \frac{n_{max} - n}{n - 1}$$



$$IC = \frac{4,06 - 4}{4 - 1} = 0,02$$

ICA es el índice de consistencia aleatorio, calculado mediante la expresión:

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

$$ICA = \frac{1,98(2)}{4} = 0,99$$

El valor de $n_{m\acute{a}x}$ se calcula de $AW = n_{m\acute{a}x}W$ observando que la ecuación es:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}\bar{w}_j = n_{max}\bar{w}_i, i = 1, 2, \dots, n \text{ dando que } \sum_{i=1}^n \bar{w}_i = 1, \text{ obtenemos}$$

$$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n a_{ij}\bar{w}_j \right) = n_{max} \sum_{i=1}^n \bar{w}_i$$

RC es la razón de consistencia, obtenido con la fórmula presentada continuación:

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

$$RC = \frac{0,02}{0,99}$$

$$RC = 0,0202$$

Si RC es menor o igual a 0,10 la razón de consistencia se considera como aceptable, en cambio, si el decisor obtiene un RC mayor a 0,10 se debe revisarse los juicios empleados. En la práctica esto puede llevar a un largo proceso de sucesivas correcciones.

5.4.3. Metodología para el tercer objetivo

Zonificar las áreas susceptibles a deslizamientos del área de estudio

Mediante los mapas resultantes de cada una de las variables (pendientes, geomorfología, uso de suelo y geología) con sus respectivos pesos que fueron determinados con la matriz de Saaty, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 12 Valoración de las variables aplicadas

VARIABLES	Geomorfología	Geología	Pendiente	Uso actual de suelo	Ponderación	Pesos
Geomorfología	1	1	2	3	1,75	0,362
Geología	1	1	2	2	1,5	0,31
Pendiente	0,5	0,5	1	2	1	0,207
Uso actual de suelo	0,3	0,5	0,5	1	0,5825	0,121
				Total	4,8325	1

Nota: Alverca J. (2023)

Se procedió a transformar los mapas a ráster, y se realizó una suma ponderada, con la cual se dio paso a la multiplicación y suma de los pesos obtenido. Todo esto mediante el software ArcGIS 10.5, cuya ejecución de las herramientas y pasos dentro del mismo para la obtención del mapa final de susceptibilidad a deslizamientos, se ven representadas en el siguiente Model Builder:

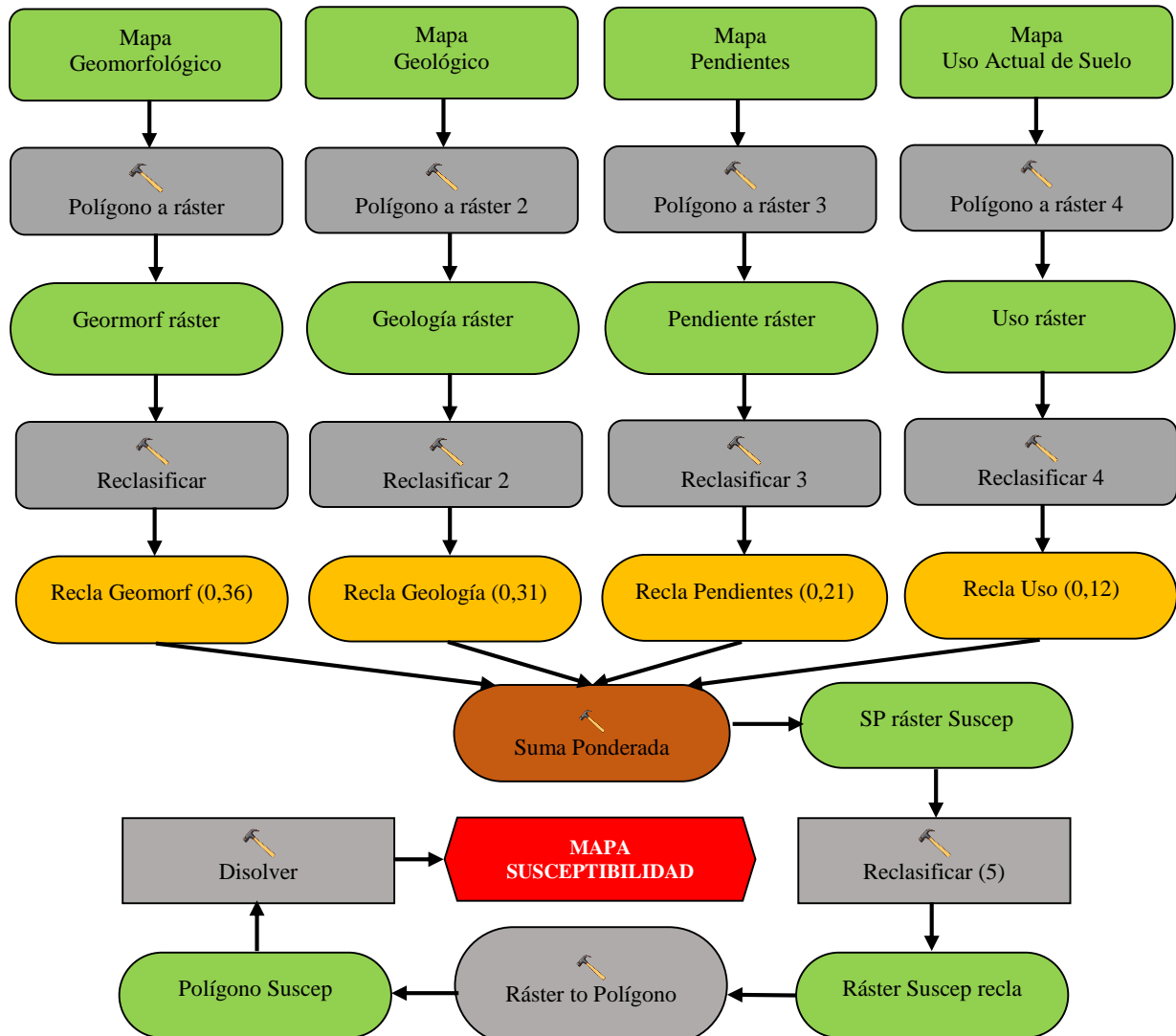


Figura 33 Diseño del Model Builder para la construcción del mapa de susceptibilidad
 Nota: Alverca J. (2023)

El mapa de susceptibilidad refleja las unidades de terreno condicionadas por los deslizamientos en donde puede existir menor o mayor inestabilidad, esta se obtiene a partir de un análisis multivariante entre los factores del terreno que generan susceptibilidad a los deslizamientos cuyos factores condicionantes (pendientes, geología, geomorfología y uso del suelo) han sido normalizados y ponderados en relación al peso relativo obtenido a través de la matriz de jerarquización analítica de Saaty. Con ello, finalmente se realizó una reclasificación



por el método de Weighted Sum, considerando el criterio dado por Sakar y Kanungo (2004). Todo esto mediante la aplicación del software ArcGIS 10.5.

Tabla 13 Criterio para determinar el grado de susceptibilidad a los deslizamientos

Susceptibilidad	Rango de susceptibilidad	Criterio
Muy Baja	I	Laderas no meteorizadas con discontinuidades favorables que no presentan ningún síntoma de que puedan ocurrir deslizamientos
Baja	II	Laderas que tienen algunas fisuras, materiales parcialmente erosionados, no saturados, con discontinuidades desfavorables, donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos.
Moderada	III	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
Alta	IV	Laderas que tienen zonas de falla, meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran.
Muy Alta	V	Laderas con zonas de falla, masas de suelo altamente y saturadas y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe una alta posibilidad de que ocurran.

Nota: Sakar & Kanungo (2004)

Con la obtención del mapa final de susceptibilidad a deslizamientos en los 5 rangos cuali-cuantitativos de susceptibilidad se procedió a la interpretación de resultados, mediante las áreas que pueden ser de óptimo aprovechamiento por la población, manteniendo así la integridad física y productiva del suelo y sus recursos asociados. Además, se determinó la eficiencia del trabajo realizado (Ver anexo 17), con la realidad en campo, verificando la eficiencia del método corroborando el mapa obtenido con los deslizamientos, es decir, la relación existente entre la distribución de los deslizamientos y las áreas determinadas como susceptibles a producirse estos fenómenos geológicos.

6. Resultados

6.1. Análisis de las variables para susceptibilidad a deslizamientos en el sector de estudio

Las variables que se empleó para el presente proyecto son:

- ❖ Pendientes
- ❖ Geomorfología
- ❖ Uso Actual de Suelo
- ❖ Geología

6.1.1. Topografía

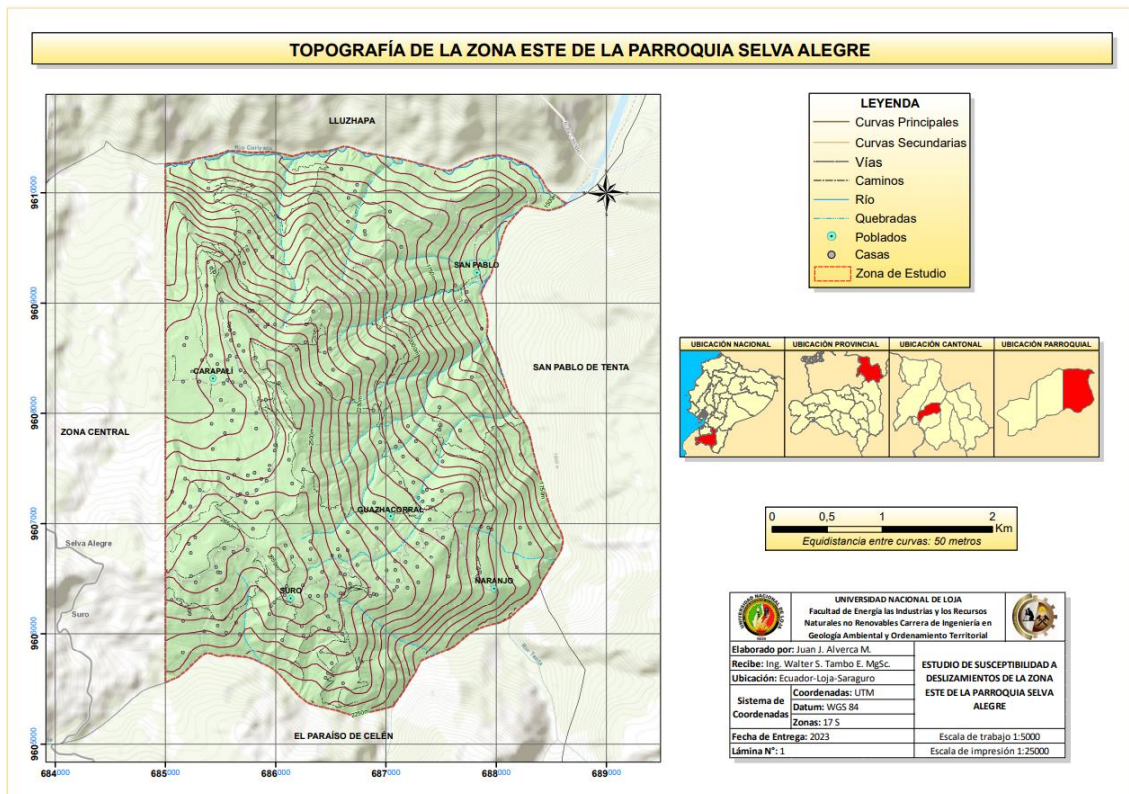


Figura 34 Mapa topográfico de la zona de estudio

Nota: Alverca J. (2023)

La topografía fue el resultado de las curvas de nivel y la fotointerpretación de ortofotos otorgadas por el municipio de Saraguro; todo este lote de información, fue procesado en el software ArcGIS 10.5, con el cual, se pudo obtener: infraestructuras, vías, caminos, quebradas, entre otros. Toda esta data a escala 1:5000.

En el área de trabajo, la cota mayor es de 2650 m s.n.m. ubicada al Sur-Oeste y la cota más baja a 1500 m s.n.m. al Noreste. Adicionalmente, las curvas de nivel se encuentran a cada 50 m, lo que representaría a la equidistancia de las curvas secundarias y en caso de las curvas principales, estas se hallan a cada 250 m.

Finalmente, como información adicional, se determinaron: cinco poblados o comunidades, que representan un área de 8,4 ha, y sumado a ello, 236 hogares, distribuidos en toda el área (Ver Anexo 10).

6.1.2. Pendientes

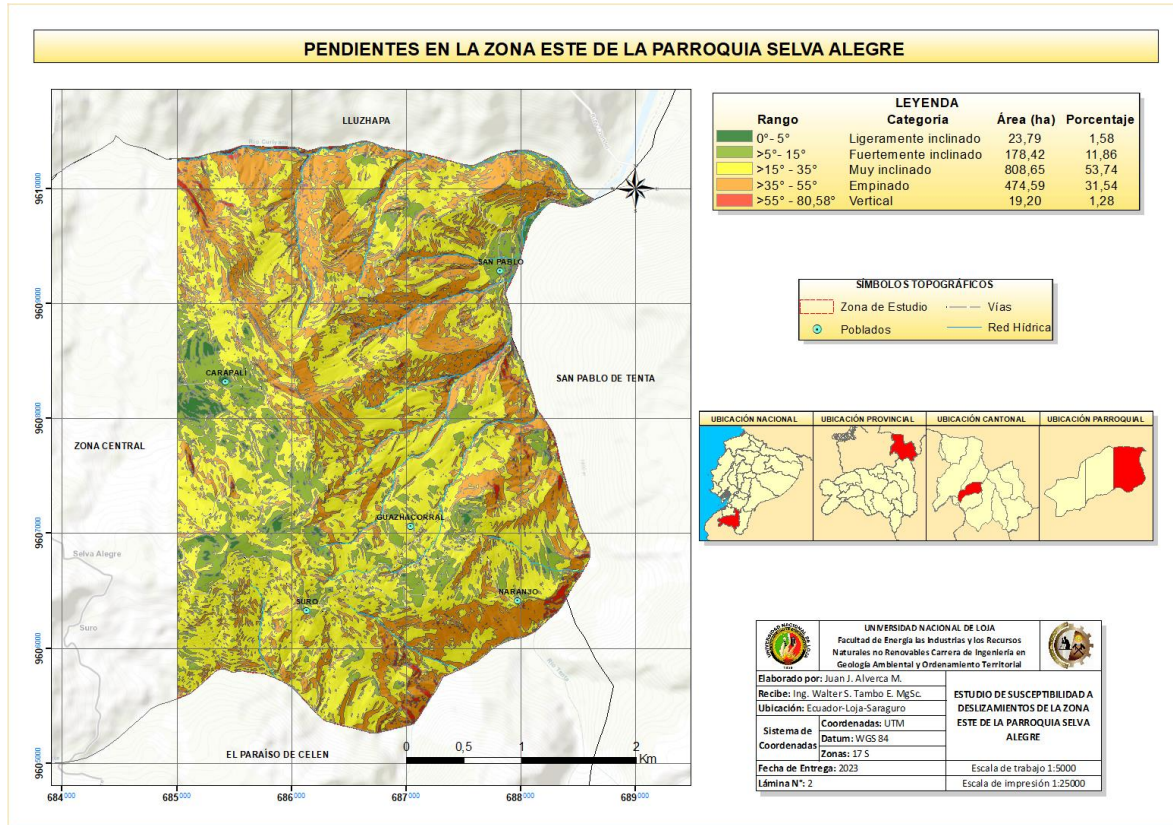


Figura 35 Mapa de pendientes de la zona de estudio
 Nota: Alverca J. (2023)

El mapa de pendientes se lo obtuvo a partir de las curvas de nivel, mediante un Modelo de Elevación Digital, dando como resultado: cinco categorías, en función de la clasificación de Demmek (1972). Con ello, se presenta los valores del área y porcentaje ocupado en la zona de estudio, en la siguiente tabla.

Tabla 14 Categorías de pendientes de la zona de estudio

Categoría	Rango	Área (Ha)	%
Ligeramente inclinado	0° - 5°	23,790	1,581
Fuertemente inclinado	>5° - 15°	178,417	11,858
Muy inclinado	>15° - 35°	808,651	53,744
Empinado	>35° - 55°	474,587	31,542
Vertical	>55° - 80,58°	19,197	1,276

Nota: Alverca J. (2023)

En la Zona Este de la parroquia Selva Alegre, se han obtenido 5 categorías de pendiente (Ver Anexo 11), siendo el valor máximo de inclinación 80,58°, el cual forma parte de la categoría pendiente vertical, la misma que, posee un área de 19,197 ha y un porcentaje del área ocupada de 1,276 %. Seguidamente, la pendiente empinada, es la segunda categoría con mayor

área de extensión, pues ocupa 474,587 ha lo que equivale a 31,542 % del total del área de estudio. La pendiente muy inclinada, es la que predomina en la zona, con un área de 808,651 ha y se la puede evidenciar en gran parte, al norte del área de estudio.

La pendiente fuertemente inclinada tiene mayor acentuación al Oeste de la zona de estudio, abarcando las comunidades de Carapalí y de San Pablo. Finalmente, la pendiente ligeramente inclinada, es una de las categorías de menor incidencia en el sector, pues representa el 1,58 % del mismo.

6.1.3. Geomorfología

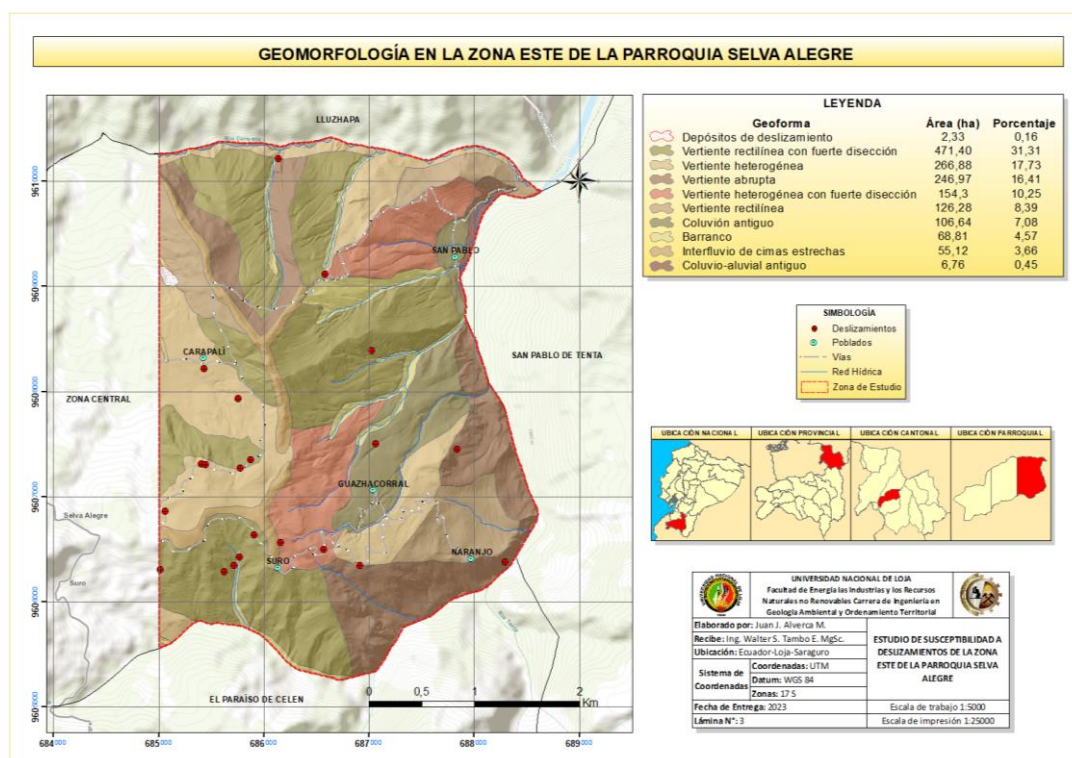


Figura 36 Mapa geomorfológico de la zona de estudio

Nota: Alverca J. (2023)

Mediante el reconocimiento de las geomorfías del área de estudio (Ver anexo 12) con la fotointerpretación, análisis en campo y la memoria técnica geomorfológica del Cantón Saraguro, se obtuvo la siguiente tabla.

Tabla 15 Geomorfología de la zona de estudio

Geomorfología	Pendiente	Desnivel Relativo	Área (Ha)	Área (%)
Depósitos de deslizamiento	(25 - 40 %)	50 - 100 m	2,331015	0,154834
Vertiente rectilínea con fuerte disección	(40 - 70 %)	50 - >300 m	471,401559	31,312033
Vertiente heterogénea	(12 - 70 %)	50 -100 m	266,882187	17,727188
Vertiente abrupta	(70 - 100 %)	> 100 m	246,96957	16,404527
Vertiente heterogénea con fuerte disección	(25- 70 %)	> 300 m	154,297938	10,248974
Vertiente rectilínea	(12 - 70 %)	> 100 m	126,283049	8,388133
Coluvión antiguo	(12 - 40 %)	200 m	106,642249	7,083527
Barranco	(40 - 70 %)	400 m	68,81315	4,570794
Interfluvio de cimas estrechas	(25- 70 %)	>300 m	55,11787	3,661109
Coluvio-aluvial antiguo	(12 - 70 %)	30 m	6,757888	0,448881

Nota: Alverca J. (2023)

En la tabla 16 se observan los deslizamientos más representativos encontrados en la zona Este de la Parroquia Selva Alegre.

Depósito de deslizamiento

Tabla 16 Deslizamientos de la zona de estudio

Deslizamientos	X (m)	Y (m)	Z (m s.n.m.)	Área (m ²)
1	687837,38	9607446,11	2028	182,04
2	686571,61	9606496,05	2506	77,05
3	685017,8363	9606301,8029	2571	57,49
4	687063,471	9607501,35	2165	318,32
5	685871,46	9607349,82	2535	312,38
6	685114,82	9609058,66	2242	21015,57
7	685621,26	9606283,02	2516	337,37
8	685718,75	9606345,2	2511	48,28
9	685769,7	9606425,39	2513	24,96
10	686915,48	9606347,42	2420	239,08
11	685910,54	9606632,22	2622	204,19
12	685752,77	9607929,16	2408	493,42

Nota: Alverca J. (2023)

A continuación, se describen los deslizamientos más importantes, los cuales otorgan información relevante en función de sus características analizadas en campo y área que ocupan.

❖ Deslizamiento No. 1

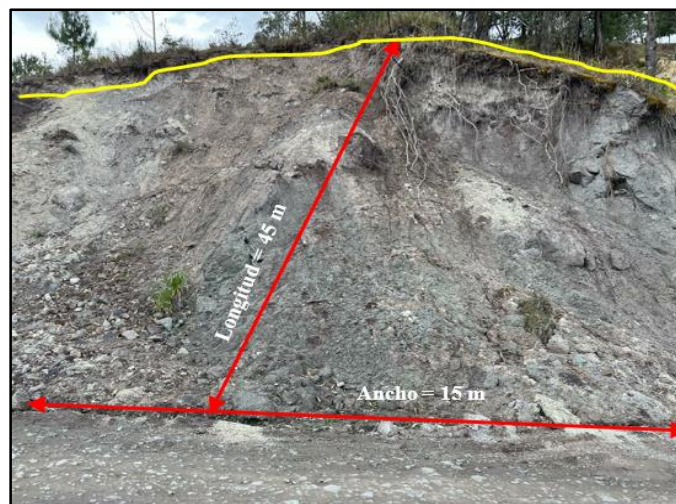


Figura 37 Deslizamiento No. 1

Nota: Alverca J. (2023)

Deslizamiento traslacional con dirección del movimiento NE, ubicado en las coordenadas X=687837.38 m, Y=9607446.11 m y Z= 2028 m s.n.m. Con un mecanismo de evento múltiple y lento, tiene un estado de actividad latente, el estado de la masa desplazada tiene forma de flujo con una litología que se constituye principalmente de material limosos con

un alto grado de meteorización de coloración grisácea, la distancia promedio desde el escarpe hasta la base es de ± 45 m y el ancho promedio del deslizamiento es de ± 15 m.

❖ Deslizamiento No. 2

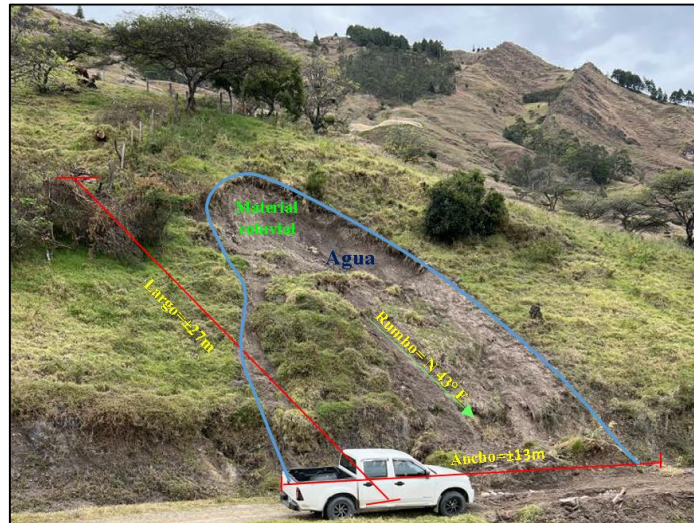


Figura 38 Deslizamiento No. 2
Nota: Alverca J. (2023)

Deslizamiento traslacional con dirección del movimiento NE, ubicado en las coordenadas X= 686571.61 m, Y=9606496.05 m y Z= 2506 m s.n.m. Con un mecanismo de evento múltiple y lento, tiene un estado de actividad activo, el estado de la masa desplazada es desintegrada con una litología que se constituye principalmente de materiales limosos arcillosos con gravas no graduadas, la distancia promedio desde el escarpe hasta la base es de ± 27 m y el ancho promedio del deslizamiento es de ± 13 m.

❖ Deslizamiento 3

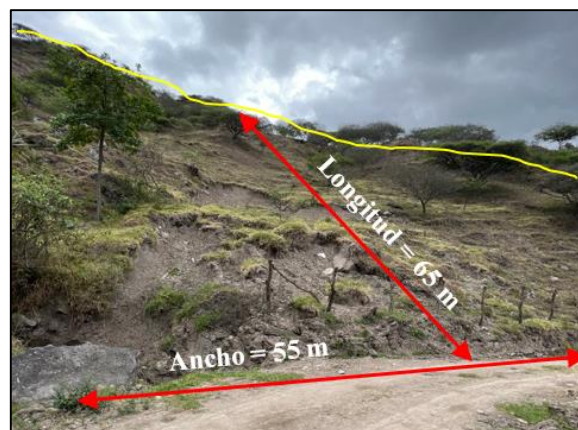


Figura 39 Deslizamiento No. 3
Nota: Alverca J. (2023)

Deslizamiento traslacional tiene una dirección del movimiento al NW, ubicada en las coordenadas ubicada en las coordenadas X= 685017.84 m, Y= 9606301.80 m y Z= 2571 m s.n.m. Con un mecanismo de evento simple y lento, tiene un estado de actividad latente, el

estado de la masa desplazada es desintegrada con una litología que se constituye principalmente de depósitos aluviales mal graduados con material limo arcilloso como matriz, la distancia promedio desde el escarpe hasta la base es de ± 65 m y el ancho promedio del deslizamiento es de ± 55 m. El principal factor disipador del deslizamiento es la apertura de vía.

❖ Deslizamiento No. 4



Figura 40 Deslizamiento No. 4

Nota: Alverca J. (2023)

Deslizamiento traslacional con dirección del movimiento SE, ubicado en las coordenadas X= 687063.47 m, Y= 9607501.35 m y Z= 2165 m s.n.m. Con un mecanismo de evento simple y lento, tiene un estado de actividad latente, el estado de la masa desplazada en forma de flujo con una litología que se constituye principalmente de andesitas meteorizadas, la distancia promedio desde el escarpe hasta la base es de ± 6 m y el ancho promedio del deslizamiento es de ± 8 m. El principal factor disipador del deslizamiento es la apertura de vía.

❖ Deslizamiento No. 5



Figura 41 Deslizamiento No. 5

Nota: Alverca J. (2023)

Deslizamiento traslacional con dirección de movimiento NE, ubicada en las coordenadas X=685871.46 m, Y=9607349.82 m y Z= 2535 m s.n.m. Con un mecanismo de evento simple y lento, tiene un estado de actividad latente, el estado de la masa desplazada es desintegrada con una litología que se constituye principalmente de lutitas alteradas de coloración rojiza, la distancia promedio desde el escarpe hasta la base es de ± 17 m y el ancho promedio del deslizamiento es de ± 27 m. El principal factor disipador del deslizamiento es la apertura de vía

❖ Deslizamiento No. 6



Figura 42 Deslizamiento No. 6

Nota: Alverca J. (2023)

Deslizamiento traslacional con dirección de movimiento NE, ubicado en las coordenadas X=685114.82 m, Y= 9609058.66 m y Z= 2242 m s.n.m. Con un mecanismo de evento múltiple y lento, tiene un estado de actividad activo, el estado de la masa desplazada tiene forma de flujo, con una litología que se constituye principalmente de lutitas alteradas de coloración blanquecina, la distancia promedio desde el escarpe hasta la base es de ± 120 m y el ancho promedio del deslizamiento es de ± 140 m. El principal factor disipador del deslizamiento es la lluvia y no posee ninguna medida de estabilización.

❖ Deslizamiento No. 7

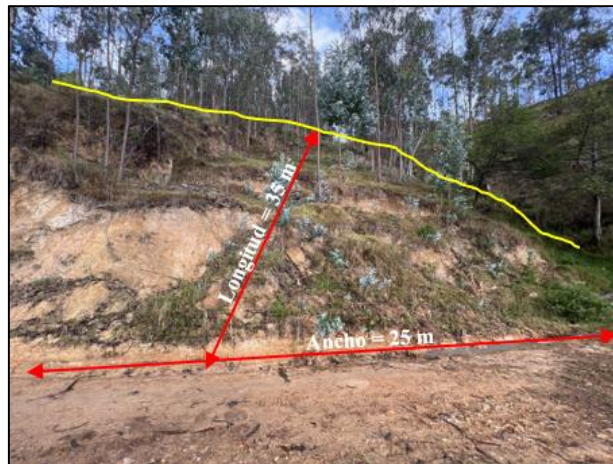


Figura 43 Deslizamiento No. 7

Nota: Alverca J. (2023)

Deslizamiento traslacional con dirección de movimiento NE, ubicado en las coordenadas $X=685621.26$ m, $Y=9606283.02$ m y $Z= 2516$ m s.n.m. Con un mecanismo de evento simple y lento, tiene un estado de actividad latente, el estado de la masa desplazada es intacta con una litología que se constituye principalmente de materiales limosos arcillosos de coloración amarillenta, la distancia promedio desde el escarpe hasta la base es de ± 35 m y el ancho promedio del deslizamiento es de ± 25 m. Los factores disipadores del deslizamiento son la lluvia y la apertura de vía y no posee ninguna medida de estabilización.

❖ Deslizamiento No. 8



Figura 44 Deslizamiento No. 8

Nota: Alverca J. (2023)

Deslizamiento rotacional con dirección de movimiento SE, ubicado en las coordenadas $X=685718.75$ m, $Y=9606345.2$ m y $Z= 2511$ m s.n.m. Con un mecanismo de evento múltiple y lento, tiene un estado de actividad latente, el estado de la masa desplazada está intacta con una litología que se constituye principalmente de arcillas y limos, la distancia promedio desde

el escarpe hasta la base es de ± 65 m y el ancho promedio del deslizamiento es de ± 70 m. El principal factor disipador del deslizamiento es la lluvia, lo que ha provocado daños a las áreas de cultivos y no posee ninguna medida de estabilización.

Deslizamiento No. 9

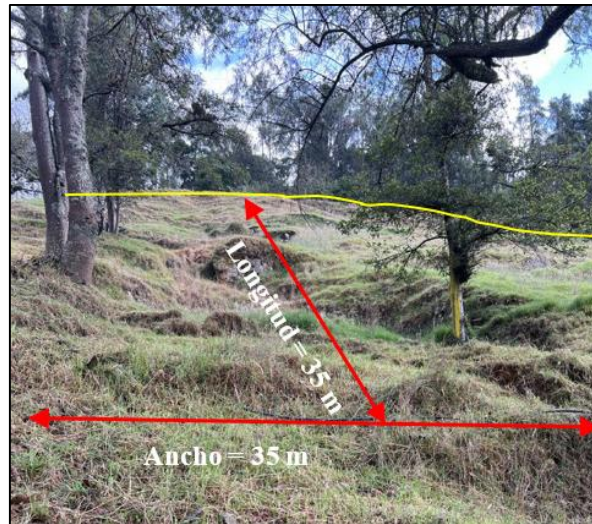


Figura 45 Deslizamiento No. 9

Nota: Alverca J. (2023)

Deslizamiento traslacional con dirección de movimiento SW, ubicado en las coordenadas $X=685769.7$ m, $Y=9606425.39$ m y $Z= 2513$ m s.n.m. Con un mecanismo de evento sencillo y lento, tiene un estado de actividad latente, el estado de la masa desplazada es desintegrada con una litología que se constituye principalmente de materiales limosos arcillosos con gravas, la distancia promedio desde el escarpe hasta la base es de ± 35 m y el ancho promedio del deslizamiento es de ± 35 m. El principal factor disipador del deslizamiento es la lluvia, lo que ha provocado daños a las áreas de cultivos y no posee ninguna medida de estabilización.

❖ Deslizamiento No. 11



Figura 46 Deslizamiento No. 11

Nota: Alverca J. (2023)

Deslizamiento traslacional con dirección de movimiento SE, ubicado en las coordenadas X=685910.54 m, Y=9606632.22 m y Z= 2622 m s.n.m. Con un mecanismo de evento múltiple y lento, tiene un estado de actividad latente, el estado de la masa desplazada es desintegrada con una litología que se constituye principalmente de materiales arcillosos y lutitas meteorizadas, la distancia promedio desde el escarpe hasta la base es de ± 50 m y el ancho promedio del deslizamiento es de ± 10 m. El principal factor disipador del deslizamiento es la lluvia, lo que ha provocado daños a las áreas de cultivos y no posee ninguna medida de estabilización.

Origen: Fluvial

Barranco: Esta geoforma se visualiza en la red de drenaje encontrada en los cursos altos, dentro de la zona analizada. La forma del valle suele ser en forma de V, también se dan formas de valle en U. Conforme su localización geográfica se identificará las diferentes litologías existentes. Se muestran pendientes fuertes (40 a 70 %) y en algunos casos hasta 100 %, con desniveles de 400 m.



Figura 47 Barranco
Nota: Alverca J. (2023)

Origen: Laderas

Vertiente rectilínea: Se representa a esta geoforma de fuerte disección, en un 8,39 % del área. Sus pendientes van de medias a fuertes (12 a 70 %), con un desnivel relativo muy variable, generalmente de 25 a 100 m, la longitud de vertiente va desde 50 a más de 500 m. Se dan generalmente en la Formación Chinchillo.



Figura 48 Vertiente rectilínea
Nota: Alverca J. (2023)

Vertiente rectilínea con fuerte disección: Esta geoforma de forma rectilínea se ve representada en la mayoría del territorio estudiado con un 31,31 % del total. Sus pendientes son más o menos constante, de fuerte inclinación (40 a 70 %) y una forma de vertiente rectilínea. El desnivel relativo es, generalmente, mayor de 100 m y en muy pocos casos se dan desniveles de 50 a más de 300 m. En ocasiones incluyen vertientes desde 50 a más de 500 m de longitud, aunque en relieves diversificados únicamente se encuentran vertientes muy largas (de más de 500 m).

Se ubica en varias litologías, conforme la localización geográfica, mayoritariamente se encuentran en las formaciones Chinchillo y Saraguro.



Figura 49 Vertiente rectilínea con fuerte disección
Nota: Alverca J. (2023)

Vertiente abrupta: Se representan en un 16,40 % del territorio total, son laderas con forma de vertiente rectilínea, son vertientes con una longitud de moderada a muy larga (50 a más de 500 m), con pendientes muy fuerte (70 a 100 %), y con desnivel relativo de más de 100 m. Principalmente se desarrollan vertientes abruptas sobre la Formación Chinchillo y Saraguro.



Figura 50 Vertiente abrupta

Nota: Alverca J. (2023)

Vertiente heterogénea: Son laderas de perfil mixto o irregular, emplazadas en la Formación Chinchillo, se encuentran ubicadas en un 17,73 % del total del territorio estudiado, en casi todas las litologías encontradas en la zona, dándose variaciones según la localización. Las longitudes van de moderadamente largas a muy largas (50 a más de 500 m). Con un amplio rango de pendientes (12 al 70 %), desniveles relativos generalmente mayores de 100 m, aunque en todos los casos mayores de 50 m.



Figura 51 Vertiente heterogénea

Nota: Alverca J. (2023)

Vertiente heterogénea con fuerte disección: Este tipo de vertiente se emplaza en un 10,25 % del territorio total. Se caracteriza por presentar laderas que se desarrollan sobre la Formación Chinchillo y sus pendientes se caracterizan por ser de medias a fuertes hasta fuertes (25 a 70 %), un desnivel mayor de 200 m y vertientes de longitud muy larga (>500 m) con forma irregular o mixta. En los Relieves de fondo se dan además pendientes medias, desnivel de 100 a 200 m y vertientes moderadamente largas (50 a 250 m).



Figura 52 Vertiente heterogénea con fuerte disección
Nota: Alverca J. (2023)

Coluvión antiguo: Esta geoforma se encuentra compuesta de depósitos coluviales de ladera más antiguos, formados por efecto gravitacional y factores climáticos externos. Sus pendientes van de media a media a fuerte (de 12 a 40 %). El desnivel relativo va hasta los 200 m en los Relieves de los márgenes. La longitud va de moderada a muy larga (50 a más de 500 m).

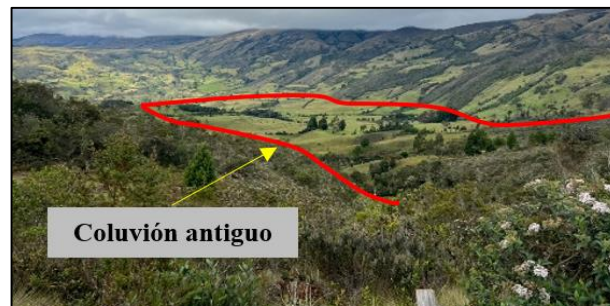


Figura 53 Coluvión antiguo
Nota: Alverca J. (2023)

Origen Poligénica

Coluvio-aluvial antiguo: Se localiza únicamente al extremo noreste del área analizada, constituido de limo-arcillas, arenas, gravas y bloques. Sus pendientes son de medias hasta fuertes (12 a 70 %), aunque en el contexto Vertientes y relieves superiores se presentan suaves a fuertes (5 a 40 %). Los valles pueden presentar

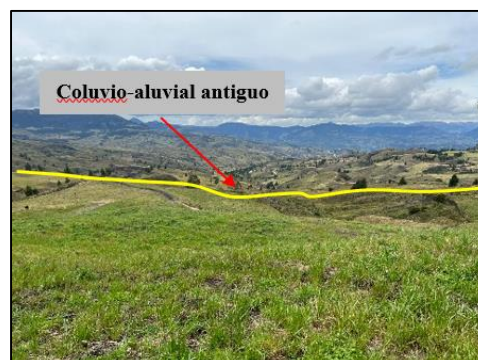


Figura 54 Coluvio-aluvial antiguo
Nota: Alverca J. (2023)

Interfluvio de cimas estrechas: Se localiza en la zona de estudio, en la parte noroccidental, suroccidental y central. Presentan una forma de cima aguda, con pendientes de media a fuerte hasta fuerte (25 a 70 %). Se forma sobre la Formación Saraguro, en contextos de Vertientes y relieves, sobre la Formación Tarqui y en los Relieves de los márgenes de las cimas frías se encuentran sobre un conjunto intrusivo formado por Granito, granodiorita, tonalita y diorita.



Figura 55 Interfluvio de cimas estrechas
Nota: Alverca J. (2023)

6.1.4. Uso actual de suelo

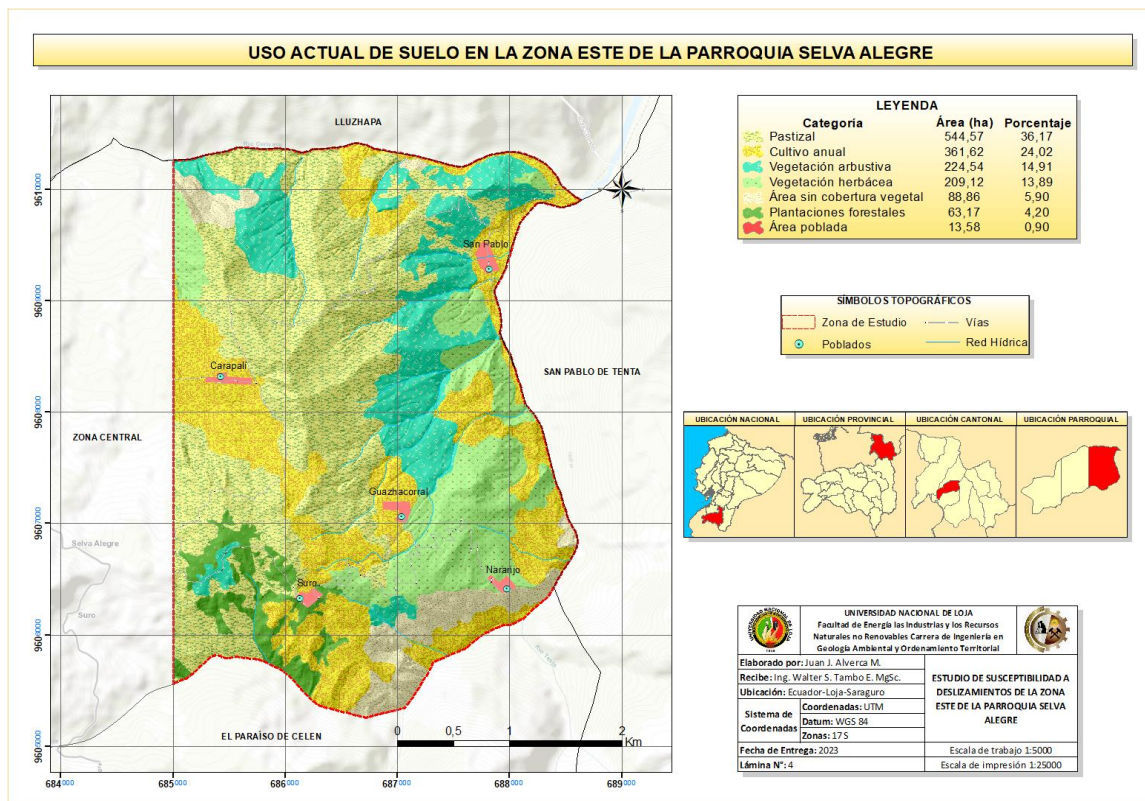


Figura 56 Mapa de Uso Actual de Suelo de la zona de estudio
Nota: Alverca J. (2023)

Resultado del análisis del trabajo in-situ y gabinete en el área de estudio, se obtuvo la cobertura de uso actual de suelo (Ver anexo 13), cuya clasificación, forma parte de las condicionantes de estabilidad del terreno. Con ello, se obtuvo la siguiente tabla.



Tabla 17 Clasificación del uso actual de suelo en la zona de estudio

Uso Actual de Suelo	Área (Ha)	%
Pastizal	544,571658	36,173051
Cultivo anual	361,623022	24,020729
Vegetación arbustiva	224,536297	14,914774
Vegetación herbácea	209,121372	13,890841
Área sin cobertura vegetal	88,860581	5,902544
Plantaciones forestales	63,172369	4,196211
Área poblada	13,577019	0,90185

Nota: Alverca J. (2023)

Los pastizales abarcan gran extensión de la zona estudiada, con el 36,17 % del área total de la misma, lo cual representa 544,57 ha que se extienden desde el norte hasta el sureste. Seguido tenemos el cultivo anual, el cual posee un área de 361,62 ha lo que constituye el 24,02 % del área total, formando parte de las comunidades de Carapalí, Guazhacorrall, Suro y San Pablo, que cuyos sectores se caracterizan por sus cultivos como: cereales, leguminosas, hortalizas y cultivos de tipo raíces/tubérculos.

Las áreas que continúan en relación a la distribución en la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, son la vegetación arbustiva y vegetación herbácea, las cuales están conformadas por áreas de 224,53 ha y 209,12 ha, lo que representa al 14,91 % y 13,89 % respectivamente, del área total. Ambas vegetaciones, predominan en la zona este del sector de estudio; conformando la vegetación herbácea, parte de las comunidades de Naranjo y Guazhacorrall.

Por último, tenemos los usos de suelo con menos extensión, los cuales son, las áreas sin cobertura vegetal con 88,86 ha que se traduce al 5,9 % del área total; seguido por las plantaciones forestales, con 63,17 ha, ocupando el 4,19 % en relación al porcentaje total del área de estudio. Siendo las áreas pobladas, las más reducidas, con 13,57 ha, es decir, el 0,9 % del área total.

6.1.5. Geología Local

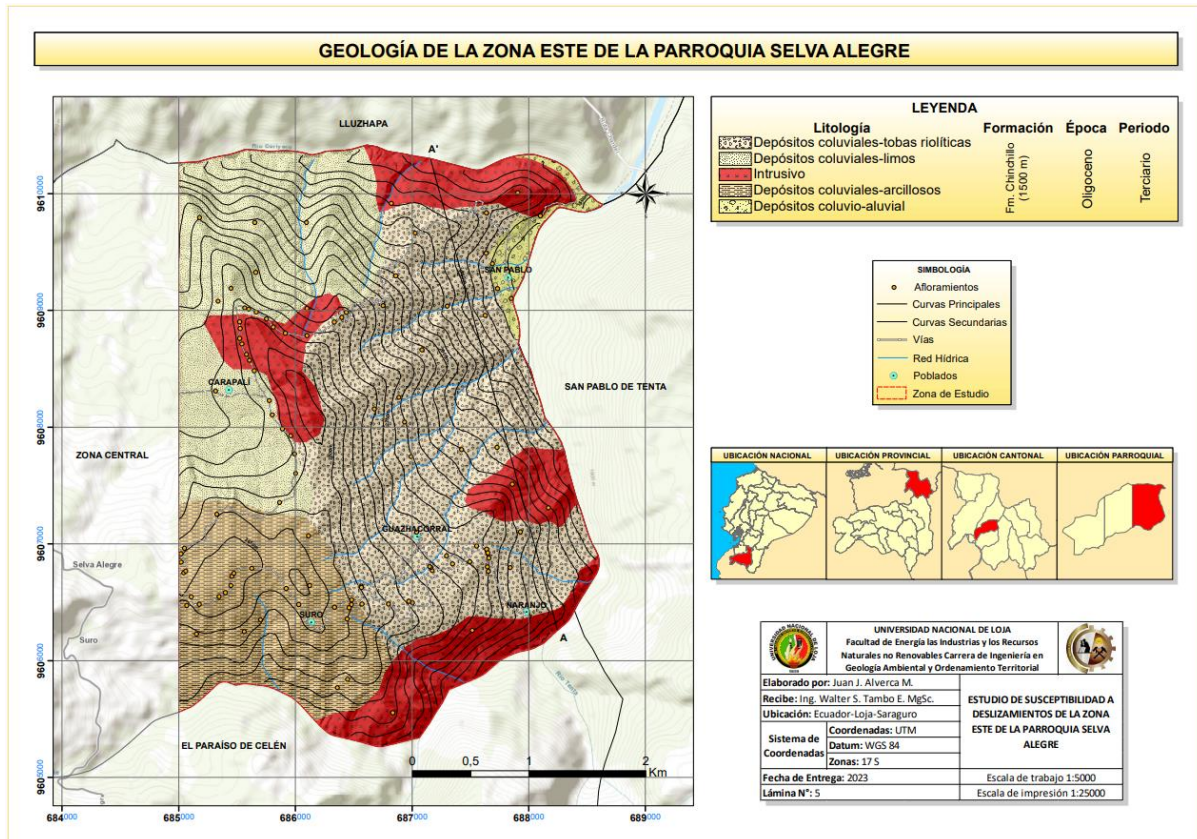


Figura 57 Mapa Geológico de la zona de estudio
 Nota: Alverca J. (2023)

El corte geológico A-A' tiene una dirección SE – NO evidenciado en el mapa, en el cual, se puede observar un rango superficial entre los 1600 – 2000 m s.n.m. Su litología se halla distribuida desde el SE, por un basamento cuya roca es de origen intrusivo principalmente conformado por andesita, propia de la Formación Chinchillo. A partir de los 250 m - 750 m y 1600 m – 3420 m del tramo, sobreyacen secciones de los depósitos coluviales – tobas riolíticas, que son producto de degradaciones y desprendimientos in situ de macizos rocosos, conformado por grabas mal graduadas en suelos limo-arcillosos (Ver anexo 14 y 15).

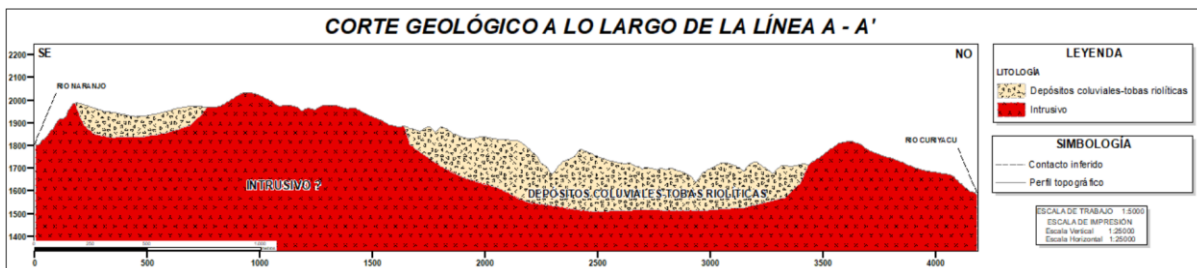


Figura 58 Corte Geológico de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre
 Nota: Alverca J. (2023)

Con el trabajo realizado en campo se determinó que el área de trabajo se encuentra atravesada en gran cantidad por depósitos, como son: coluviales-tobas riolíticas, coluviales-

limos, coluviales-arcillosos, coluvio-aluvial; además, un intrusivo que se compone principalmente de andesita.

Tabla 18 Geología de la zona de estudio

Litología	Área (Ha)	Porcentaje
Depósitos coluviales-tobas riolíticas	595,624656	39,558757
Depósitos coluviales-limos	355,328153	23,599325
Intrusivo	274,516676	18,232184
Depósitos coluviales-arcillosos	248,99489	16,53714
Depósitos coluvio-aluvial	31,20645	2,072594

Nota: Alverca J. (2023)

A continuación, se describen los afloramientos más relevantes del área de trabajo, por cada litología analizada.

❖ Depósitos coluviales-tobas riolíticas

Afloramiento 18. Ubicado en la zona noreste de la parroquia con las coordenadas X=687086.98 m, Y=9608660.88 m y Z=2056 m s.n.m. Con las siguientes dimensiones: ancho ± 60 m y una altura de ± 12 m, afloramiento de origen antrópico su litología se puede describir desde la superficie con una vegetación herbácea luego estratos limo-arcillosos completamente meteorizados con un rumbo de S 80° E y un buzamiento de 57° SW.

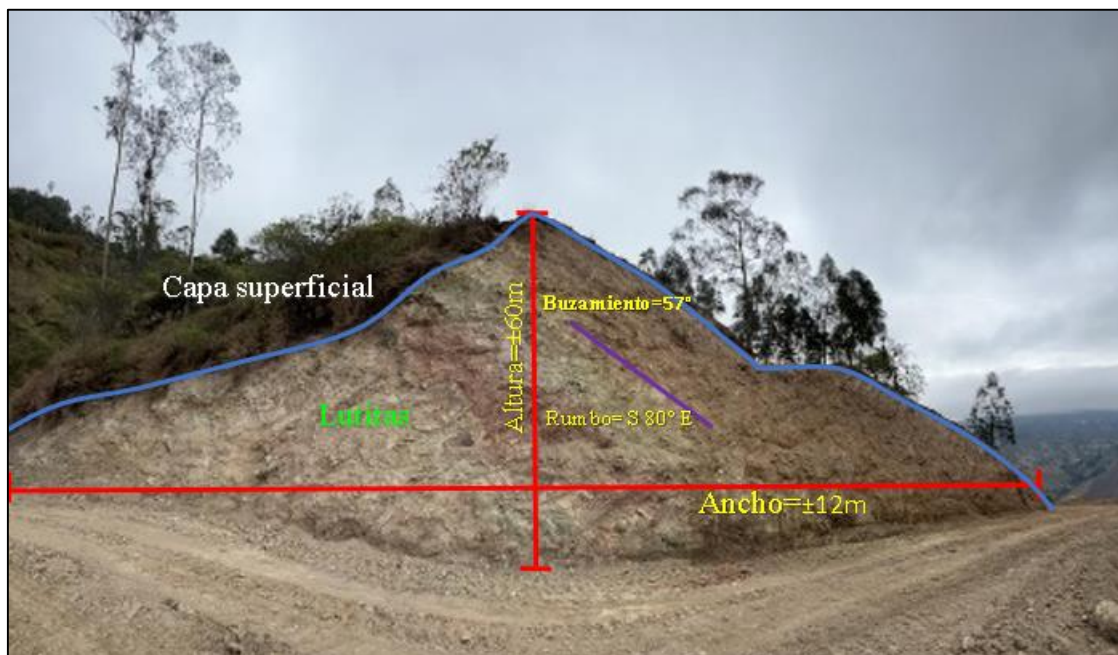


Figura 59 Afloramiento No. 18

Nota: Alverca J. (2023)

Afloramiento 27. Ubicado con la coordenada X=686992.45 m Y=9607744.92 m y Z=2141 m s.n.m. sus dimensiones ± 27 m de ancho y ± 7 m de altura, afloramiento de origen antrópico, su constitución litológica material coluvial mal graduado, altamente oxidado, el tamaño de las rocas varía desde los ± 0.25 m hasta granos de tamaño milimétrico.



Figura 60 Afloramiento No. 27

Nota: Alverca J. (2023)

❖ Depósitos coluviales-limos

Afloramiento 36. Ubicado en la zona norte de la parroquia con las coordenadas X= 686003.54 m, Y= 9607600.40 m y Z=2494 m s.n.m. Con las siguientes dimensiones: ancho ± 60 m y una altura de ± 5 m, afloramiento de origen antrópico su litología está conformada de la siguiente manera: presenta una capa orgánica en la zona superior luego material limo arcilloso de coloración amarillenta como también detritos mal graduados altamente meteorizados.

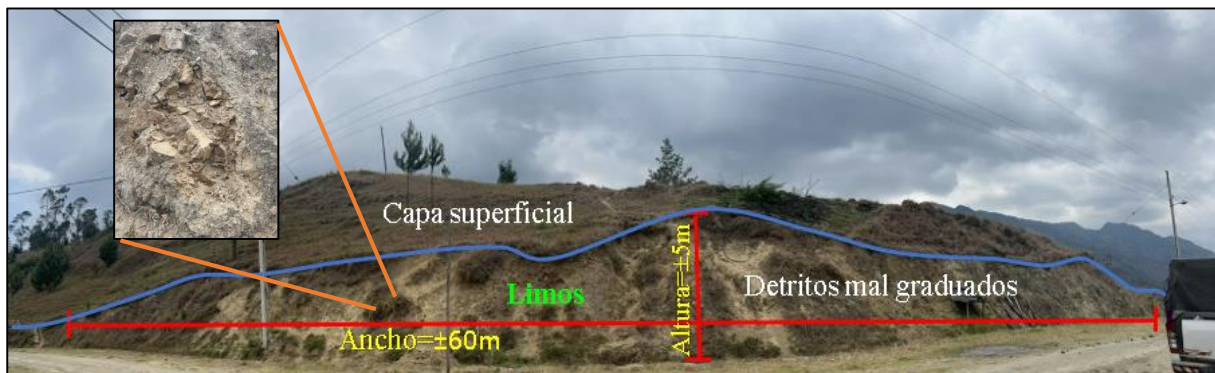


Figura 61 Afloramiento No. 36

Nota: Alverca J. (2023)

Afloramiento 45. Ubicado en la coordenada X= 685448.13 m, Y= 9609185.93 m y Z= 2408 m s.n.m. sus dimensiones: ancho ± 50 m y una altura de ± 8 m, afloramiento de origen antrópico su litología se puede describir que en la zona superior una vegetación herbácea seguido de un macizo rocoso de andesita altamente meteorizado de coloración grisáceo dicho material lo utilizan para el lastrado de las vías.

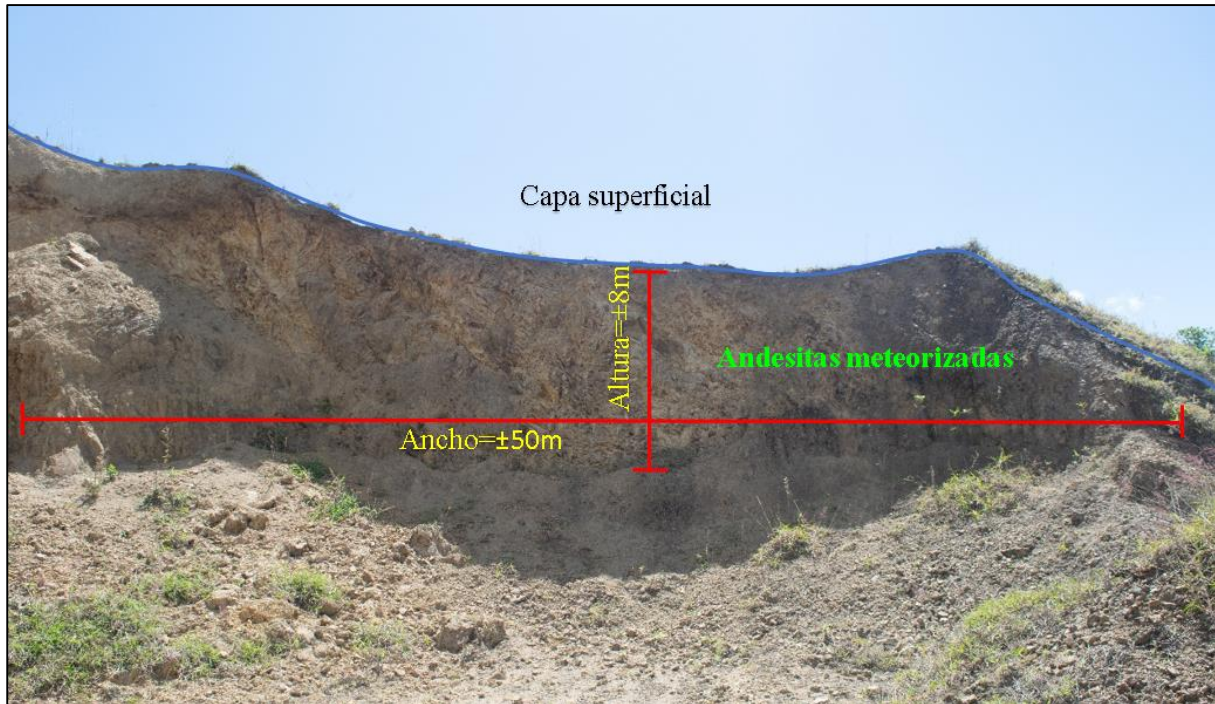


Figura 62 Afloramiento No. 45
Nota: Alverca J. (2023)

❖ Depósitos coluvio-aluvial

Afloramiento 79. Las coordenadas de este afloramiento son $X= 687852.62$ m, $Y=9609099.66$ m y $Z=1536$ m s.n.m. Con las siguientes dimensiones ancho ± 30 m y una altura de ± 8 m, afloramiento de origen antrópico ocasionado por la construcción de la vía. La litología consta de una matriz limo-arcillosa como también grabas redondeadas producto del transporte el mismo que se puede apreciar en la siguiente figura.



Figura 63 Afloramiento No. 79
Nota: Alverca J. (2023)

❖ Intrusivo

Afloramiento 83. Afloramiento ubicado en las coordenadas X=688102 m, Y=9609809 m y Z=1520 m s.n.m. Con las siguientes dimensiones ancho ± 42 m y una altura de ± 18 m, afloramiento de origen antrópico su litología en un 98 % consta de un macizo de rocas andesitas altamente fracturadas, en el piso del afloramiento tenemos la presencia de material coluvial.

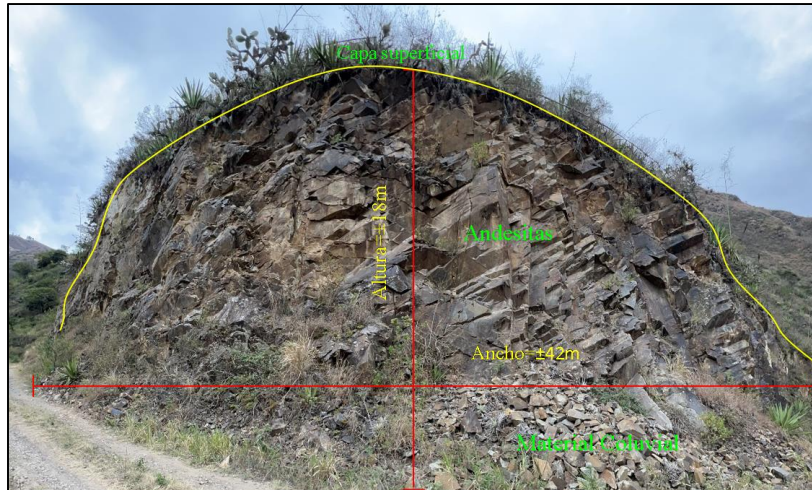


Figura 64 Afloramiento No. 83

Nota: Alverca J. (2023)

❖ Depósitos coluviales-arcillosos

Afloramiento 91. Ubicado en la comunidad El Suro, con las coordenadas X= 686362.26 m, Y= 9605766.93 m y Z=2395 m s.n.m. Este afloramiento consta de una vegetación herbácea luego una capa de suelo orgánico, continuando con un material arcilloso consolidado como son las lutitas de coloración amarillento y blanquecino, el tamaño del afloramiento es de ± 40 m de ancho y ± 1 m de altura.



Figura 65 Afloramiento No. 91

Nota: Alverca J. (2023)

Afloramiento 98. Ubicado en las coordenadas X= 685564.20 m, Y= 9606246.32 m y Z=2525 m s.n.m. La secuencia del afloramiento desde la parte superficial consta de una vegetación herbácea y arbórea seguido de un suelo orgánico y finalmente material limoso y

arcilloso de coloración variada de acuerdo al grado de humedad existente, el tamaño del afloramiento es de ± 20 m de ancho y ± 7 m de altura como se indica en la siguiente figura.



Figura 66 Afloramiento No. 98
Nota: Alverca J. (2023)

Tabla 19 Afloramientos levantados en la zona de estudio

Código	Coordenadas			Código	Coordenadas			Código	Coordenadas		
	X (m)	Y (m)	Z (m s.n.m.)		X (m)	Y (m)	Z (m s.n.m.)		X (m)	Y (m)	Z (m s.n.m.)
1	685318	9608308	2361	37	687651	9606921	2175	73	687660	9606877	2168
2	685647	9608481	2428	38	685889	9607983	2435	74	687860	9607510	2013
3	685607	9608571	2440	39	686335	9606455	2560	75	686752	9609039	2122
4	685582	9608621	2442	40	686482	9606479	2531	76	686861	9609295	1998
5	685543	9608709	2442	41	687843	9606795	2068	77	687636	9609487	1590
6	685523	9608759	2435	42	686461	9606452	2528	78	687692	9609398	1564
7	685528	9608843	2436	43	686571	9606482	2507	79	687853	9609100	1537
8	685522	9608900	2434	44	685152	9606224	2569	80	687733	9609183	1564
9	685568	9609019	2423	45	685448	9609186	2408	81	687647	9606800	2161
10	685602	9609008	2420	46	687152	9606804	2306	82	685045	9606749	2619
11	685664	9608984	2420	47	686485	9606519	2543	83	688102	9609809	1520
12	685753	9608927	2412	48	686566	9606625	2476	84	685022	9606840	2608
13	685811	9608856	2416	49	686799	9606483	2445	85	685019	9606912	2621
14	686101	9608783	2378	50	686974	9606506	2392	86	685051	9606962	2618
15	686334	9608899	2347	51	687005	9606494	2383	87	685069	9606471	2626
16	686400	9608939	2330	52	685914	9608804	2401	88	685328	9607252	2608
17	686438	9608981	2315	53	687174	9606768	2312	89	685866	9607352	2534
18	687086	9608660	2067	54	687162	9606795	2309	90	685996	9607767	2472
19	685108	9606545	2658	55	687347	9606825	2275	91	686362	9605766	2395
20	685179	9606481	2666	56	686888	9608253	2116	92	685802	9608102	2425
21	685347	9606546	2673	57	686937	9608042	2136	93	685778	9608225	2410
22	685401	9606581	2678	58	686822	9609914	1801	94	686100	9609014	2263
23	685457	9606719	2664	59	685703	9606348	2516	95	686835	9605552	2348
24	685062	9606764	2622	60	687298	9606896	2266	96	687518	9606256	2147
25	685474	9606745	2661	61	687655	9606763	2154	97	688170	9607306	1908
26	687555	9606981	2202	62	687930	9607102	2059	98	685564	9606246	2525
27	686992	9607744	2141	63	685338	9609076	2335	99	687907	9610006	1719
28	687627	9608955	1649	64	687041	9607099	2270	100	686097	9609751	1980
29	686565	9606636	2473	65	686448	9605838	2444	101	685653	9609753	2126
30	687638	9609835	1676	66	686444	9606353	2528	102	685180	9609794	2207
31	687426	9607807	1994	67	685962	9607924	2446	103	686676	9608152	2275
32	687028	9609661	1865	68	686124	9606642	2630	104	686114	9607067	2588
33	685627	9606788	2649	69	687497	9606845	2244	105	687729	9607824	1919
34	685921	9606616	2625	70	685449	9606643	2670	106	687303	9609033	1743
35	686028	9606479	2621	71	687640	9606953	2178				
36	686004	9607600	2494	72	685661	9609324	2230				

Nota: Alverca J. (2023)

6.1.5.1. Columnas estratigráficas.

➤ Depósitos coluviales-arcillosos

En el presente depósito predominan clastos subredondeados, cuyos tamaños varían desde los 2 mm a 20 mm, los cuales se hayan cementados por arcillas de color rojizo, por la presencia de óxido de hierro, comprendiendo un porcentaje del 65 % de arcillas y un 35 %. El área que ocupa este depósito es de 248,99 ha, lo que representa un 16,53 % del área total de la zona de estudio, aflorando al Suroeste de la misma, abarcando la comunidad de Suro.

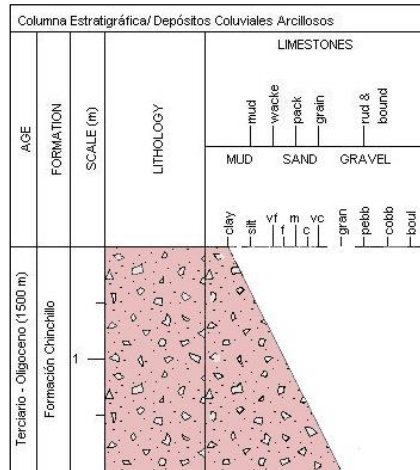


Figura 67 Depósitos coluviales-arcillosos

Nota: Alverca J. (2023)

➤ Depósito coluviales-limos

Este tipo de depósito predominan clastos subredondeados, cuyos tamaños varían desde los 2 mm a 45 mm, los cuales se hayan cementados por limos finos de color rojizo amarillento, por la presencia de óxidos de hierro y humedad, comprendiendo un porcentaje del 70 % de arcillas y un 30 % de clastos altamente meteorizados. El área que ocupa este depósito es de 355,32 ha, lo que representa un 23,59 % del área total de la zona de estudio, aflorando al Sureste de la misma, abarcando la comunidad de Carapalí.

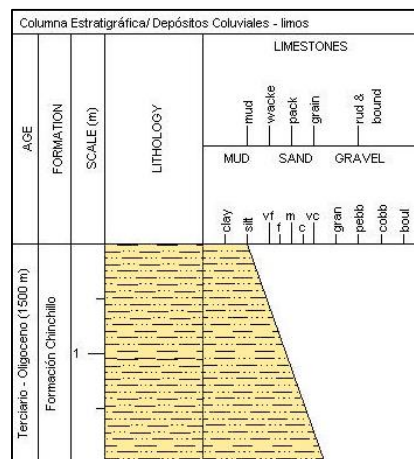


Figura 68 Depósitos Coluviales-limos

Nota: Alverca J. (2023)

➤ **Depósitos coluvio-aluvial**

Este tipo de depósito están conformados por clastos subredondeados y redondeados, cuyos tamaños varían desde los 1.5 cm a 55 cm, siendo el cementante un material limo-arcilloso de color amarillento, producto de la erosión de la Formación Chinchillo. El área que ocupa este depósito es de 31,20 ha, lo que representa un 2,07 % del área total de la zona de estudio, aflorando al Noreste de la misma, abarcando la comunidad de San Pablo.

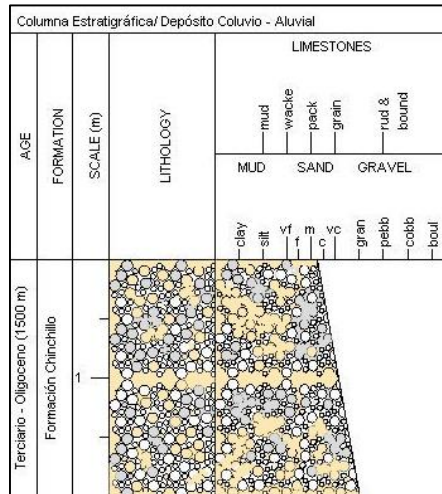


Figura 69 Depósitos coluvio-aluvial
Nota: Alverca J. (2023)

➤ **Depósitos coluviales-tobas riolíticas**

Este tipo de depósito predominan clastos que van de subredondeados, cuyos tamaños varían desde los 2 mm a 35 mm, adicionalmente tobas riolíticas subredondeadas a subangulosas, comprendiendo un porcentaje del 60 % de tobas, 20 % clastos y 20 % limo arcilloso altamente meteorizados como cementante. El área que ocupa este depósito es de 595,62 ha, lo que representa un 39,55 % del área total de la zona de estudio, aflorando al Este de la misma, abarcando las comunidades de Guazhacorral y Naranjo.

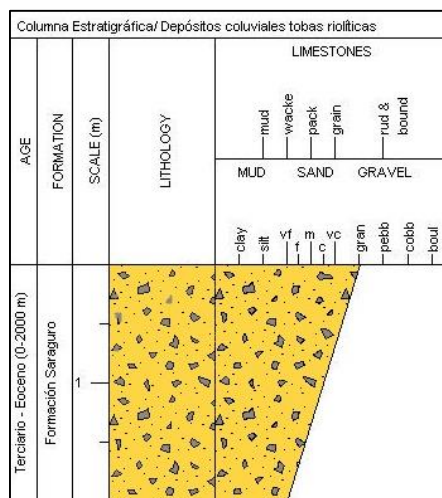


Figura 70 Depósitos coluviales tobas-riolíticas
Nota: Alverca J. (2023)

➤ **Intrusivo**

Este material ocupa un área de 274,51 ha que representa el 18,23 % del área total, cuya característica está dada por su tonalidad oscura, además, se distribuye desde el Norte hasta el Sur de la zona de estudio, aflorando en distintos sectores y cuya profundidad con respecto a los depósitos que se hayan suprayacente a este, es inferida, debido al basamento ígneo de la zona, perteneciente a la Formación Saraguro; es decir, sobre este material reposa la Formación Chinchillo.

Columna Estratigráfica/ Intrusivo																								
AGE	FORMATION	SCALE (m)	LITHOLOGY																					
Terciario - Eoceno (0-2000 m)	Formación Saraguro	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">LIMESTONES</th> </tr> <tr> <td>mud</td> <td>wacke</td> <td>pack</td> </tr> <tr> <td>grain</td> <td>rud &</td> <td>bound</td> </tr> <tr> <th>MUD</th> <th>SAND</th> <th>GRAVEL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>clay</td> <td>silt</td> <td>vf</td> </tr> <tr> <td>m</td> <td>vc</td> <td>gran</td> </tr> <tr> <td>pebb</td> <td>cobb</td> <td>boul</td> </tr> </tbody> </table>	LIMESTONES			mud	wacke	pack	grain	rud &	bound	MUD	SAND	GRAVEL	clay	silt	vf	m	vc	gran	pebb	cobb	boul
LIMESTONES																								
mud	wacke	pack																						
grain	rud &	bound																						
MUD	SAND	GRAVEL																						
clay	silt	vf																						
m	vc	gran																						
pebb	cobb	boul																						

Figura 71 Intrusivo

Nota: Alverca J. (2023)

A continuación, se representa la columna estratigráfica completa de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre.

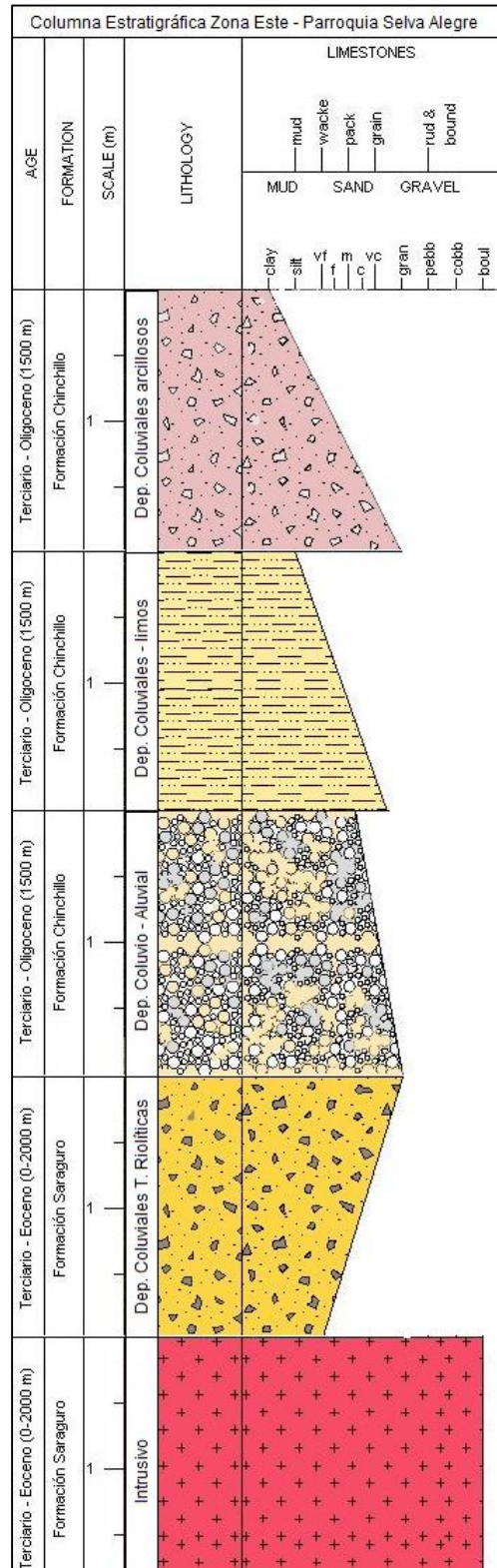


Figura 72 Columna estratigráfica

Nota: Alverca J. (2023)

6.2. Variables valoradas mediante el Método de Evaluación Multicriterio de Jerarquización Analítica de Saaty

❖ Pendientes

Esta variable tiene una alta relación con la geología, pues es la que influye en un área determinada, para que esta sea propensa a deslizarse, por la litología que la conforma. Se debe considerar, además, el uso de suelo actual, pues su incidencia en función de la cobertura vegetal o ausencia de la misma, determina que un área o sector tenga un alto o bajo grado de deslizarse por la pendiente.

Dentro del área de estudio, se obtuvo cinco categorías, siendo las pendientes muy inclinadas las que abarcan gran parte de la misma, seguidas por las pendientes empinadas. Estas categorías, se distribuyen en zonas cuyo uso de suelo lo conforman en gran parte, pastizales; además, de que se asienta sobre depósitos coluviales. Bajo este principio, se obtuvo la siguiente valoración.

Tabla 20 Valoración de las pendientes

PENDIENTES	Pendientes empinadas (35°-55°)	Pendientes muy inclinadas (15°-35°)	Pendientes verticales (>55°-80.58°)	Pendientes fuertemente inclinadas (5°-15°)	Pendientes ligeramente inclinadas (0°-5°)		
Pendientes empinadas (35°-55°)	1	2	3	3	4	2,6	0,32
Pendientes muy inclinadas (15°-35°)	0,5	1	3	2	4	2,1	0,25
Pendientes verticales (>55°-80.58°)	0,33	0,33	1	4	4	1,93	0,23
Pendientes fuertemente inclinadas (5°-15°)	0,33	0,5	0,25	1	4	1,22	0,15
Pendientes ligeramente inclinadas (0°-5°)	0,25	0,25	0,25	0,25	1	0,4	0,05
						8,25	1

Nota: Alverca J. (2023)

❖ Geomorfología

Para la valoración de esta variable, se ponderó considerando las variables de geología y pendiente, por la incidencia de la litología con la inclinación del terreno, a paso a la formación de geoformas que pueden ser propensas o no, a los deslizamientos. Es así, que, en función de estas variables, se obtuvo la siguiente valoración:



Tabla 21 Valoración de la geomorfología

GEOMORFOLOGÍA	Depósitos de deslizamientos	Vertiente rectilínea con fuerte disección	Vertiente heterogénea con fuerte disección	Vertiente heterogénea	Vertiente rectilínea	Vertiente abrupta	Barranco	Interfluvio de cimas estrechas	Coluvión antiguo	Coluvión aluvial antiguo		
Depósito de deslizamientos	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4	2,9	0,16
Vertiente rectilínea con fuerte disección	0,5	1	2	3	3	3	3	4	4	4	2,75	0,15
Vertiente heterogénea con fuerte disección	0,5	0,5	1	3	3	3	3	4	4	4	2,6	0,14
Vertiente heterogénea	0,33	0,33	0,33	1	3	3	3	4	4	4	2,29	0,13
Vertiente rectilínea	0,33	0,33	0,33	0,33	1	3	4	4	4	4	2,13	0,12
Vertiente abrupta	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1	3	4	4	4	1,77	0,09
Barranco	0,33	0,33	0,33	0,33	0,25	0,33	1	4	4	4	1,49	0,08
Interfluvio de cimas estrechas	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1	4	4	1,07	0,06
Coluvión antiguo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1	4	0,7	0,04
Coluvión aluvial antiguo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1	0,33	0,02
											18,04	1

Nota: Alverca J. (2023)

❖ Uso Actual de suelo

El uso de suelo es crucial para que una ladera o área determinada se deslice, pues es esta variable la que determina la presencia o ausencia de materia orgánica en el sector de estudio. Pues la presencia de raíces que sostengan el material será crucial para que el material no se deslice. Con ello, se puede relacionar esta variable con la geología, pues una litología sedimentaria es propensa a la susceptibilidad.

En el área de estudio se puede evidenciar, que la ocupa en gran extensión pastizales y pastos cultivados, los cuales se asientan desde el norte hacia el sur del sector de trabajo, sobre materiales sedimentarios, resaltando los depósitos coluviales asociados a arcillas y limos. Esto da como resultado, que el uso de suelo predominante el cual debido a su vegetación cuyas raíces son poco profundas y sus hojas protegen poco del interperismo, se le sumen rocas que contribuyen a la susceptibilidad, dando como resultado la siguiente valoración:

Tabla 22 Valoración del uso actual de suelo

USO ACTUAL DE SUELO	Pastizal	Vegetación arbustiva	Cultivo anual	Plantaciones forestales	Área sin cobertura vegetal	Vegetación herbácea	Área poblada		
	Pastizal	1	2	2	3	3	3	4	2,57
Vegetación arbustiva	0,5	1	2	3	3	3	4	2,36	0,22
Cultivo anual	0,5	0,5	1	2	2	2	4	1,71	0,16
Plantaciones forestales	0,33	0,33	0,5	1	3	3	4	1,74	0,16
Área sin cobertura vegetal	0,33	0,33	0,5	0,33	1	2	4	1,21	0,11
Vegetación herbácea	0,33	0,33	0,5	0,33	0,5	1	4	1	0,09
Área poblada	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1	0,36	0,03
								10,9	1

Nota: Alverca J. (2023)

❖ Geología

La geología como variable primordial dentro de susceptibilidad, se considera importante por la litología del área de estudio, y a su vez se ve relacionada con la pendiente, pues una inclinación pronunciada, puede ocasionar que un material se deslice.

Los depósitos coluviales, son los principales actores dentro de la ponderación, ya que, la arcilla, arenisca, etc. tienen una gran distribución en el área de estudio, con un estimado de 1200 ha. Por ello, la ponderación de esta variable, así como también la relación de las litologías y pendientes, se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 23 Valoración de la geología

GEOLOGÍA	Depósitos coluviales arcillosos	Depósitos coluviales limos	Depósitos coluviales-tobas riolíticas	Intrusivo	Depósito coluvio aluvial		
	Depósitos coluviales arcillosos	1	2	3	3	4	2,6
Depósitos coluviales limos	0,50	1	3	3	4	2,3	0,27
Depósitos coluviales-tobas riolíticas	0,33	0,33	1	4	4	1,93	0,23
Intrusivo	0,33	0,33	0,25	1	4	1,18	0,14
Depósito coluvio aluvial	0,25	0,25	0,25	0,25	1	0,4	0,05
						8,41	1

Nota: Alverca J. (2023)



6.2.1. Aplicación de la Matriz de Jerarquización Analítica de Saaty (AHP)

Utilizando los mapas respectivos, se realizó un cruce de variables por pares y con ello, se analizó rigurosamente sus características e influencia para emitir un criterio, obteniendo el orden de importancia de los factores ante un posible evento. En el caso exclusivo del presente estudio, se decide que, las variables se jerarquizan según su importancia, en el siguiente orden:

- ❖ **Geomorfología**
- ❖ **Geología**
- ❖ **Pendiente**
- ❖ **Uso actual de suelo**

A partir de este orden, se realizó el cruce de variables por pares, con su respectivo criterio técnico, para definir el valor de preferencia de cada uno de los factores en los deslizamientos. Esto se ve reflejado con las consideraciones tomadas para la asignación del respectivo valor de preferencia (1 a 4) en cada uno de estos cruces, en función de las características de las variables tal y como se describe a continuación:

- **Relación Geomorfología- Geología:** En la zona de estudio, se presentan geoformas cuya génesis es producto de los procesos tectónicos erosivos de los materiales, que han dado paso en gran parte a vertientes, las cuales son superficies topográficas inclinadas, que representan hasta el 84 % del área total, viéndose inmersas las principales comunidades de Selva Alegre. Además, parte inherente a estas geoformas es el escurrimiento de agua, la cual es un factor a tomar de gran importancia, pues los materiales que se hallan distribuidos en gran parte de las vertientes, están representados por depósitos coluviales, propios de la Formación Chinchillo; que han sido complemento en la elaboración cartografía geomorfología. Por lo tanto, se le ha asignado un valor de igual preferencia al criterio geomorfología sobre el factor de geología.
- **Relación Geomorfología-Pendiente:** Teniendo en cuenta que se hallan predominando en el área de estudio, vertiente en un 84 %, y parte de esta área, pendientes muy empinadas e inclinadas, que representan el 85 % del área total; toman gran relevancia por sus rangos de inclinación; es así, que se considera de gran importancia esta variable. Pero igual que en el caso anterior, las geoformas se hallan representadas por una respectiva valoración de pendientes, propias de la evaluación que se realizó para la determinación de la morfometría del área de estudio; por ello, se consideran como complemento en su elaboración. Por tanto, se le ha asignado el valor respectivo como



moderada preferencia, teniendo en cuenta que la geomorfología predomina sobre la variable de pendiente.

- **Relación Geomorfología-Uso actual de suelo:** Las geoformas en la zona de estudio forman parte de las actividades agropecuarias, principalmente: vegetación arbustiva y herbácea, y áreas sin cobertura vegetal; ocupando un área de alrededor de 1120 hectáreas. Lo cual, ha dado paso a zonas de relieve abrupto con pendientes de 70-100 %, lo que favorece a la degradación de los materiales y laderas, al sur del área de estudio. Por ello, se ha identificado que la geomorfología, posee un nivel de fuerte preferencia con respecto al uso actual de suelo, considerando que en función del relieve se podrá aprovechar el suelo.
- **Relación Geología-Pendiente:** En la zona de estudio, la geología se halla compuesta principalmente por depósitos coluviales, ocupando el 82 % del área total, lo que se contrasta con el grado de inclinación de las pendientes predominantes (muy inclinada y empinadas), que atraviesan estas litologías; llegando hasta el 85 % del área de trabajo. Es decir, gran parte de los deslizamientos, se encuentran en estas categorías de pendientes, más en los rangos inferiores, se ven reducidos; por ello, la litología muestra moderada preferencia sobre el criterio de pendientes, por su área de influencia en los materiales erosionados o depósitos de deslizamientos, que se distribuyen en toda la zona de trabajo.
- **Relación Geología-Uso de suelo:** Debido a la distribución de los depósitos coluviales, se halla una preferencia del parámetro geología sobre el uso actual de suelo, porque la vegetación arbustiva y herbácea, se ven aprovechando la litología, es decir las comunidades distribuidas en toda el área se ven favorecidas de estos depósitos coluviales que los conforman las arcillas, limos y material aluvial. Debido a estos procesos erosivos, que ha sufrido la roca, la geología tiene una moderada preferencia sobre el uso actual de suelo, pues gran parte de los cultivos, se encuentran asentados sobre estos depósitos coluviales, propensos a sufrir deslizamientos, en donde se evidencia en mayor grado influencia de las comunidades en estas áreas.
- **Relación Pendiente-Uso actual de suelo:** La variable de pendiente tiene una moderada preferencia o la misma se halla favorecida ligeramente sobre la variable uso actual de suelo. Considerando que en la zona de estudio las pendientes muy inclinadas y empinadas, se distribuyen en el 85 % del área total, y abarcando los pastizales, cultivos anuales, vegetación arbustiva y herbácea. Además, el uso de suelo, no presenta una



influencia significativa, esto motivado por la población o comunidades; pues son estas las que se hallan limitadas por las pendientes ya mencionadas, que pueden poner en riesgo la estabilidad de las zonas que se intervengan.

Mediante el cruce de variables por pares, se presenta la matriz con los pesos asignados, que se aplican a los elementos necesarios para la obtención del mapa de susceptibilidad, en el software ArcGIS 10.5

Tabla 24 Determinación de pesos relativos – Matriz de Jerarquización Analítica de Saaty

	Geomorfología	Geología	Pendiente	Uso actual de suelo	Ponderación	Pesos
Geomorfología	1	1	2	3	1,75	0,362
Geología	1	1	2	2	1,5	0,31
Pendiente	0,5	0,5	1	2	1	0,207
Uso actual de suelo	0,3	0,5	0,5	1	0,58	0,121
Total	2,83	3	5,50	8	4,83	1

Nota: Alverca J. (2023)

Para saber el nivel de fiabilidad con una medida cuantitativa, de los valores asignados en la comparación entre las variables por pares; se utiliza la relación de consistencia (RC), la misma que está diseñada de manera que los valores obtenidos en esta fórmula, que exceden el 0,10 son señal de un juicio inconsistente por lo tanto se debe reconsiderar y modificar los valores originales de la matriz. Si RC es menor o igual a 0,10 los valores y por tanto el juicio empleado, es satisfactorio.

Tabla 25 Fórmula Razón de Consistencia de Saaty

RAZÓN DE CONSISTENCIA	
$RC = \frac{IC}{ICA}$ $RC = \frac{0,02}{0,99}$ $RC = 0,02$	<p>IC: Índice de Consistencia</p> $IC = \frac{Nmax - n}{n - 1} = \frac{4,06 - 4}{4 - 1} = 0,02$ <p>ICA: Índice de Consistencia Aleatorio</p> $ICA = \frac{1,98(n - 2)}{n} = \frac{1,98(2)}{4} = 0,99$ <p>$RC \leq 0,10$: <i>Consistencia Razonable</i></p> <p>$RC > 0,10$: <i>Inconsistencia</i></p>

Nota: Alverca J. (2023)

6.3. Zonificación de las áreas susceptibles a deslizamientos en la zona de estudio

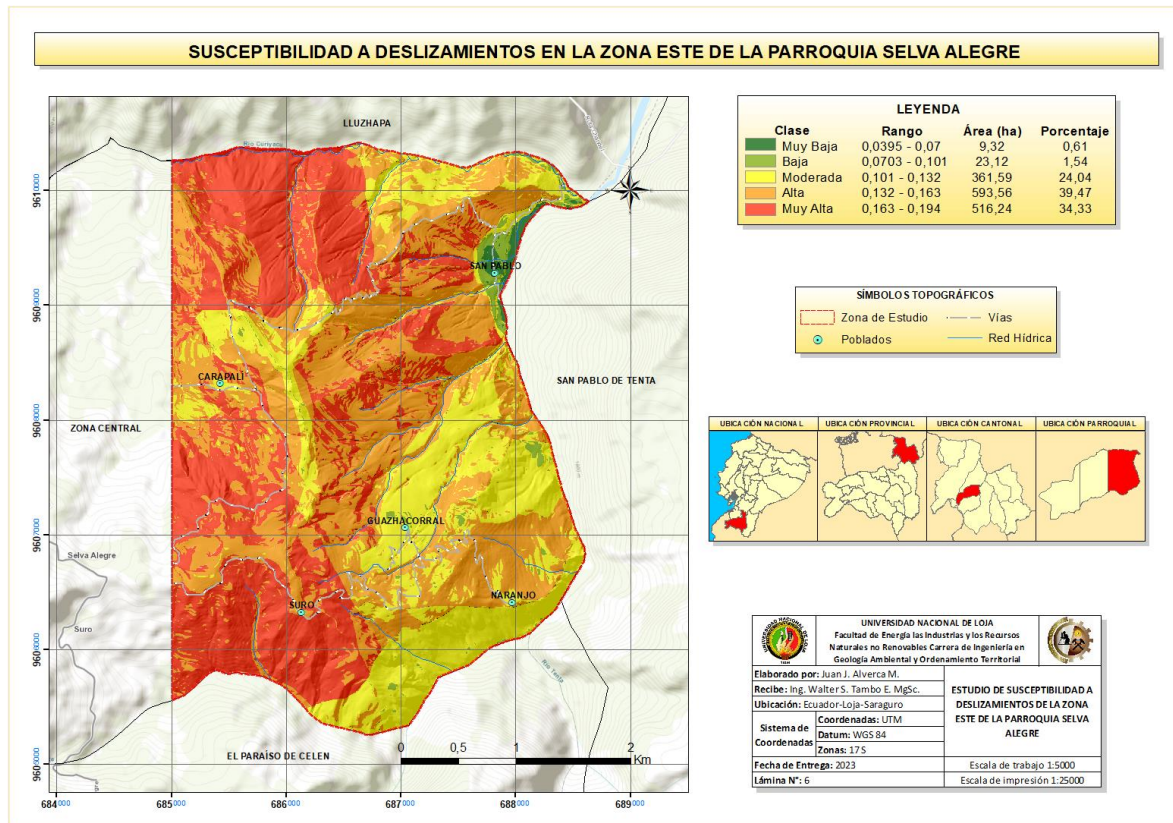


Figura 73 Mapa de susceptibilidad a deslizamientos de la zona de estudio
Nota: Alverca J. (2023)

A partir de la elaboración del mapa de susceptibilidad (Ver anexo 16), mediante los factores condicionantes de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre a escala 1:5000, los mismo que fueron jerarquizados en 5 rangos, se obtuvo una tabla referencial en la que se ha estimado el área y porcentaje que ocupan estas categorías de susceptibilidad, cuyas características se muestran y se describen a continuación:

Tabla 26 Categorías de susceptibilidad a deslizamientos del área de estudio

Clase	Rango	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Muy Baja	0,0395 - 0,07	9,32	0,61
Baja	0,0703 - 0,101	23,12	1,54
Moderada	0,101 - 0,132	361,59	24,04
Alta	0,132 - 0,163	593,56	39,47
Muy Alta	0,163 - 0,194	516,24	34,33

Nota: Alverca J. (2023)

Muy Baja: Predomina al límite parroquial en la zona noreste del área de estudio, ocupando un área muy reducida de 9,32 ha, representando el 0,61 % y asentándose en la comunidad de San Pablo. Está conformada principalmente por geofomas de origen poligénicas y laderas, como son: coluvio-aluvial antiguo y coluvión antiguo, respectivamente, con unas



pendientes fuertemente inclinadas, predominantes, que oscilan entre 5 a 15 grados. Además, existe la gran presencia de cultivo anual, como: cereales, leguminosas, raíces, entre otros, que protegen y fijan el suelo, evitando con ello la rápida erosión del material. Posee características litológicas asociadas a los depósitos coluvio-aluvial, por acción de la deposición de materiales resultantes de los aportes gravitacionales laterales del relieve que rodea la zona, sumados a materiales aluviales por corrientes hídricas; sin embargo, por las particularidades de esta área antes mencionadas, da como resultado un terreno relativamente estable, por no presentar ningún síntoma de que puedan ocurrir deslizamientos.

Baja: Conforman dentro del territorio un área reducida de 23,12 ha correspondiente a 1,54 % del total de la zona, asentándose en gran parte, al noreste del área de estudio al margen de la comunidad de San Pablo. Se halla representada, por geoformas de origen poligénicas y laderas, como: coluvio-aluvial antiguo, coluvión antiguo y en reducidas zonas, vertientes abruptas; sumado a ello, las pendientes fuertemente inclinadas y muy inclinadas, que oscilan entre 5 a 15 grados. Además, la litología está asociada, principalmente a los depósitos coluvio-aluvial, por aportes del material erosionado de laderas y corrientes fluviales. Cabe mencionar, que, en este caso, los cultivos anuales, al igual que en la categoría anterior, protegen y fijan el suelo. Con ello, el terreno se caracteriza por materiales parcialmente erosionados, donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos.

Moderada: Posee zonas con estabilidad media, predominantes al sureste de la zona de estudio, y en áreas reducidas al este y noreste del territorio; abarcando un área extensa, de 361,59 ha equivalente al 24,04 % de la extensión total del polígono de estudio. Por su composición litológica, basada en depósitos coluviales y material intrusivo, producto de la erosión, propia de la Formación Chinchillo, predominan pendientes muy inclinadas y empinadas, que oscilan entre 15 a 55 grados, llegando a encontrar pendientes verticales, cuya inclinación es mayor a 55 grados, en áreas reducidas del territorio. Además, influyen en mayor área geoformas, como: coluvión antiguo, vertiente abrupta; y en áreas reducidas: vertiente rectilínea, heterogéneas e interfluvio de cimas estrechas, principalmente. Gran parte de esta área, es influenciada por un suelo que se halla ocupado por: cultivo anual, área sin cobertura vegetal, vegetación herbácea y arbustiva; destacando así, las zonas con erosión intensa, donde no han ocurrido deslizamientos, pero no existe completa seguridad de que no ocurran, llegando a verse influidas las comunidades de Naranjo, Guazhacorrall, Carapalí y parte de sus respectivas vías.



Alta: Esta categoría, comprende en el área, con sitios de inestabilidad, pues se hallan influyendo deslizamientos al sur de la zona de estudio, además, abarca una gran extensión, con 593,56 ha lo que representa el 39,47 % del total del territorio estudio. Su grado de inestabilidad, se debe a que cuenta con superficies comprendidas, en su gran mayoría, por las principales vertientes reconocidas, y aisladas zonas de barrancos e interfluvio de cimas estrechas, con predominancia de pendientes muy inclinadas y empinadas, que oscilan entre 15 a 55 grados, a lo cual, se suma una litología comprendida por depósitos coluviales y material intrusivo expuesto, debido a la erosión, cuyo influjo se acentuado por uso de suelo, de cultivo anual, vegetación herbácea y arbustiva, pastizales y áreas sin cobertura vegetal; con ello se puede puntualizar que, existe una meteorización alta a moderada y características desfavorables donde han ocurrido deslizamientos, existiendo la posibilidad de que ocurran en más zonas, como son las principales vías y tramos de las comunidades de Suro y Carapalí.

Muy alta: Finalmente, estas zonas comprenden un área de 516,24 ha lo que representa el 34,33 % del territorio, con influencia de deslizamientos, esto se debe a que gran parte de su superficie, se halla compuesta por una litología en la que destacan depósitos coluviales arcillosos y limosos, con vertientes y barrancos principalmente. Cabe destacar, que a pesar de que una sección de la misma, cuenta con plantaciones forestales, las cuales se consideran competentes en contraste con pastizales, vegetaciones y áreas sin cobertura vegetal, la misma no se halla estable; más aún, al encontrar en gran mayoría pendientes muy inclinadas y empinadas, logran que el terreno sea desfavorable especialmente al noreste y sureste de la zona de estudio, estando bajo influencia directa la comunidad de Suro, los alrededores de la comunidad de Carapalí y en especial las vías que las recorren.



➤ Cálculo de eficiencia del método

La eficiencia del método empleado, se determinó mediante la correlación del inventario de deslizamientos con el mapa de susceptibilidad de la zona de estudio (Ver anexo 17). La relación y el cálculo realizado, se representa en la siguiente tabla.

Tabla 27 Relación entre los deslizamientos y la susceptibilidad de la zona de estudio

Clase	N° Deslizamiento	Porcentaje	Nivel de eficiencia
Muy baja	0	0 %	$Alta + Muy alta = 21$
Baja	0	0 %	
Moderada	1	4.5 %	$NE = \frac{21 * 100 \%}{22}$
Alta	6	95.5 %	
Muy Alta	15		$NE = 95.5 \% \approx 96 \%$
Total	22	100 %	

Nota: Alverca J. (2023)

En la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre se encuentran un total de 22 deslizamientos, de los cuales, los que se hallan dentro de zonas de alta y muy alta susceptibilidad, se consideran para el cálculo del porcentaje de eficiencia; obteniendo así: 6 deslizamientos en zonas de alta susceptibilidad y 15 en zonas de muy alta susceptibilidad, lo que representa una eficiencia del método de 96 %.



7. Discusión

Como punto inicial, desde un panorama general, el equipo consultor del PDOT de la Cantón Saraguro (2020-2030), recopiló desde el año 2000 al 2019, 65 deslizamientos (8 en la Parroquia Selva Alegre). Con ello, se tiene una referencia, del grado de afectación que se ha visto envuelto el cantón, y una reducida representación los fenómenos de deslizamiento que acontecen en la Parroquia Selva Alegre. Por ello, el presente trabajo ha sido planteado, para la generación de información cartográfica, y mediante esta, ampliar el panorama del grado de influencia a deslizamientos, mediante las variables condicionantes de la Parroquia y puntualmente en los poblados al este de la misma, como: Guazhacorrall, Suro, Naranjo, Carapalí y San Pablo.

Parte fundamental del trabajo, fue la topografía, la cual, mediante el levantamiento realizado en este proyecto, se obtuvo más información, en comparación al PDOT de la Parroquia Selva Alegre (2019-2023), pues difiere en gran magnitud con los elementos topográficos, esto debido a la escala, llevando el nivel de detalle de 1:60000 a 1:5000 donde se determina comunidades, infraestructura, red hídrica, vías principales y caminos actualizados.

Las pendientes de la zona de estudio obtenidas mediante la metodología de Demmek (1972), contrasta con la información expuesta en el PDOT, debido a que el mismo no señala una metodología aplicada, pero muestra afinidad con el resultado obtenido en esta variable.

El uso de suelo fue corroborado en campo y en gabinete con la ayuda de la ortofoto de la zona, a través del método de clasificación supervisada, siendo un método confiable en la interpretación y delimitación de áreas representativas, ya que las zonas obtenidas son producto de un levantamiento in situ, y posterior corrección en ArcGis 10.5 empleando el protocolo metodológico “*Mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental 2013-2014, escala 1:100.000, del MAE-MAGAP (2015)*” mismo que sintetiza a las actividades agrícolas y pecuarias; considerando que en la zona existe diversos cultivos como lo son: cultivos anuales, hortalizas, plantas medicinales, que a su vez se pueden constatar en el PDOT de la Parroquia Selva Alegre (2019 – 2023).

La geomorfología del área de estudio, según su génesis está clasificada en 3 grupos según su origen: fluvial, poligénicas y laderas, lo que representa mayor cantidad de elementos a analizar; esto debido al nivel de detalle en el trabajo realizado, con ello, mayor precisión en el relieve. Esta información obtenida se contrasta con la del PDOT (2019-2023), el cual, debido a su escala de trabajo, no determina geoformas específicas como son las vertientes, además, el



presente proyecto incorpora los deslizamientos como una geoforma inherente para la obtención de zona susceptibles a dichos fenómenos.

La geología levantada de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre está conformada por depósitos coluviales limosos y arcillosos y también roca ígnea. Al encontrarse depósitos coluviales de diferente composición, propios de la Formación Chinchillo, el terreno es aún más inestable, lo que conlleva a deslizamientos, especialmente perjudicando las vías que conectan a la parroquia, esto sumado a la apertura de nuevas vías y un escaso control de los taludes, aumenta la susceptibilidad a deslizarse, esto se contrasta con la información que contiene el PDOT más reciente de la parroquia, pues según se describe en las características geológicas, la Formación Chinchillo, posee zonas con mayor estabilidad, esto debido a la escasa información por la escala de trabajo del mismo.

Tanto en lo geomorfológico y geológico se ve un déficit de información en el PDOT de la Parroquia Selva Alegre (2019-2023), donde describe que la Formación Chinchillo muestra una zona con mayor estabilidad, por lo que este estudio contrasta dichos resultados; y de la misma forma en lo geomorfológico el PDOT antes señalado no determina deslizamientos a detalle, lo cual son visibles una vez estudiados, analizados y cartografiados en el presente estudio.

Para determinar la susceptibilidad a deslizarse en la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, se implementó la metodología de análisis jerárquico (AHP) establecido por Saaty (1980), jerarquizando según el nivel de importancia cada una de las variables consideradas, dentro del territorio, siendo estas: geomorfología, geología, pendientes y uso de suelo, debido a la influencia de éstas en la generación de deslizamientos dentro de la parroquia y al nivel de detalle en el que se enfocó el proyecto.

Para la categorización del mapa de susceptibilidad final obtenido por la metodología de Saaty (1980), se hizo uso del criterio Sakar y Kanungo (2004), con el cual se logró cinco grados de susceptibilidad; Muy Baja y Baja se asientan en el poblado de San Pablo al Noreste de la zona de estudio; la clase Moderada, se halla en gran parte de las comunidades, como: Naranjo, Guazhacorral y Carapalí. La clase Alta y Muy Alta se asientan en las comunidades de Suro y parte de Naranjo, y su geología la conforman depósitos coluviales; arcillosos y limos, sumado a ello, es en esta clase donde se encuentran el mayor número de deslizamientos. La eficiencia del método es del 96 % en la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, contrastando dichos resultados con la información del PDOT, el mismo que muestra dos clasificaciones, Alta y Mediana susceptibilidad, mostrando un nivel de detalle reducido.



8. Conclusiones

- La información base ha sido generada a partir de los equipos, materiales, complementados con los estudios en campo y el PDOT de la Parroquia Selva Alegre (2019-2023), dando como resultado las variables a emplear para la elaboración del mapa de susceptibilidad a deslizamientos, como son: pendientes, uso de suelo, geomorfología y geología.
- Las pendientes del territorio, se clasificaron en 5 categoría, ligeramente inclinadas con 23,79 ha; fuertemente inclinadas con 178,42 ha; muy inclinadas con 808,65 ha, predominando en más de la mitad de la zona de estudio; empinada con 474,59 ha, la cual es la segunda categoría con más extensión dentro del área de trabajo; por último, la vertical, con 19,20 ha, representando un área muy reducida.
- El uso actual de suelo en la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, está conformado por 8 categorías: pastizal que se halla conformando gran parte del territorio, como el 36,17 % del área total; seguido por el cultivo anual con 24,02 %, vegetación arbustiva con el 14,91 %, vegetación herbácea con 13,89 %, área sin cobertura vegetal con 5,9 %, plantaciones forestales con 4,20 % y finalmente el área poblada con una distribución reducida, del 0,90 % del total de territorio.
- La geomorfología, se encuentra determinada según su génesis por 3 grupos: fluvial, con 9 tipo de geformas, que representan el 91,33 % del área total; de tipo laderas, conformada por barranco, llegan a constituir el 8,22 % dentro del territorio; y de tipo poligénicas, representadas por el coluvio-aluvial antiguo, que llega a una distribución de 0,45 % del área total.
- La geología local de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, está constituida por la Fm. Chinchillo que consta de depósitos coluvio-aluvial (31,21 ha), depósitos coluviales asociados a arcillas (248,99 ha), limos (355,33 ha); Formación Saraguro que conforma las tobas riolíticas (595,62) con lo que se determinó que estos depósitos son producto de la meteorización y erosión de las rocas que componen esta formación. Además, aflora la roca subyacente a estos depósitos, conformada por un material intrusivo (274,52 ha).
- Mediante la metodología de análisis jerárquico (AHP) establecido por Saaty, se determinó los pesos a emplear de cada variable: geomorfología (0,362), geología (0,31), pendientes (0,207), uso actual de suelo (0,121); en función del nivel de tendencia que tienen frente a los deslizamientos. Obteniendo, además la fiabilidad de los criterios dados, conforme a la relación de consistencia, que dio como resultado ser satisfactoria.



- La determinación de la susceptibilidad a deslizamientos del área de estudio, permitió apreciar que 0,61 % del área se clasifica como muy baja, la cual se asienta al noreste del área de estudio, asentándose en la comunidad de San pablo. El 1,54 % se caracteriza por susceptibilidad baja y se halla al noreste del territorio. El 24,04 % como susceptibilidad moderada, se encuentra al sureste del área estudiada, influyendo en parte de las comunidades de Naranjo, Guazhacorral y Carapalí. El 39,47 % se define por la susceptibilidad alta y se distribuye al sur de la zona de estudio, principalmente en las vías y tramos de las comunidades de Suro y Carapalí. Finalmente, el 34,33 % se caracteriza por la susceptibilidad muy alta, que se encuentra en gran parte de la superficie, desde el norte hasta el sur del territorio, estando bajo influencia directa la comunidad de Suro y los alrededores de la comunidad de Carapalí.
- El porcentaje de efectividad del método empleado, se determinó mediante la correlación del inventario de deslizamientos con el mapa de susceptibilidad de la zona de estudio, obteniendo un valor de 6 deslizamientos en zonas de Alta Susceptibilidad y 15 deslizamientos en zonas de Muy Alta Susceptibilidad, de un total de 22 deslizamientos levantados, lo que representa una eficiencia del 96 %.



9. Recomendaciones

- ❖ Se recomienda que se realicen estudios más profundos, como, por ejemplo: geotecnia y geofísica, para la apertura de vías, expansión poblacional, uso y ocupación del territorio; mediante la gestión de las autoridades de la Parroquia Selva Alegre, y así, establecer medidas de prevención y mitigación.
- ❖ Realizar una evaluación de las propiedades físico mecánicas de la roca, para el diseño de estructuras geotécnicas, como muros de contención, para el control de laderas en la zona de estudio.
- ❖ Elaborar un estudio más detallado y puntual, dentro de las zonas de alta y muy alta susceptibilidad, para que establezcan medidas de prevención en los taludes de vías e infraestructura en el territorio de estudio.
- ❖ Se recomienda que, mediante el mapa final de susceptibilidad, se realice una capacitación o se informe a los pobladores de los sectores propensos a deslizamientos en los que se puedan hallar inmersos. Y con ello, consideren las actividades que puedan realizar sin inconvenientes; así mismo, las labores productivas que puedan incurrir en la generación de deslizamientos.



10. Bibliografía

- Alberti, J., Canales, R., & Elizabeth, B. (2006). Técnicas de mitigación para el control de deslizamientos en taludes y su aplicación a un caso específico. 489. [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4514/1/Técnicas de mitigación para el control de deslizamientos en taludes y su aplicación a un caso específico.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4514/1/Técnicas%20de%20mitigación%20para%20el%20control%20de%20deslizamientos%20en%20taludes%20y%20su%20aplicación%20a%20un%20caso%20específico.pdf)
- Anyelo, R. (2011). Protección y estabilización de taludes para evitar deslizamientos.
- Arellano, J. (2010). "Pliegues y Fallas". Universidad Nacional Autónoma de México. Nuevo león Mexico Obtenido de <http://usuarios.geofisica.unam.mx/gvazquez/yacimientosELIA/zonadesplegar/Clases/Clase%2010%20Pliegues.pdf>
- Bell, F. G. (1993). Engineering Geology. Blackwell Scientific Publications: Cambridge, Massachusetts.
- Burgos Alemán, C. S. (2015). Aplicaciones Geotécnicas para la Determinación del Peligro por Deslizamiento.
- CARRARA, A.; CARDINALI, M.; GUZZETTI, F. & REICHENBACH, P. (1995). GIS- based techniques for mapping landslide hazard. In: CARRARA, A. & GUZZETTI, F. (Eds.). Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards. Kluwer Academic Publications, Dordrecht, p. 135– 176.
- Carrión Aguilar, C. H. (2019). Análisis y diseño de la estabilidad de talud en el sector Sausacocha – Pallar km. 8+000 al 9+000 provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad, 2017. Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo Facultad De Ingeniería Escuela De Ingeniería Civil Ambiental.
- CATEDU. (2018). Centro Aragonés de Tecnologías para la Educación. Obtenido de http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/750/982/html/21_pliegues.html
- Clirsén. (2012). "Análisis de Amenazas por tipo de Movimiento en Masa". Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda-Ecuador. Obtenido de: https://190.15.128.197/bitstream/123456789/2009/1/in%20TESIS_ANALISIS%20DE%20V_2017.pdf
- Cruden, D.M. & Varnes, D.J., (1996). "Landslides Types and Processes. In: A.K. TURNER and R.L. SCHUSTER eds., Landslides: Investigation and mitigation Transport Research Board." Landslides Types and Processes, pp. 36- 75. Isbn: 432 372 283



- Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de Estados Americanos (1993). Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado. Washington, D.C.
- Dikau, R., Brundsen, D., Schrott, L. e Ibsen, M. L., Eds. (1996). Landslide recognition. Identification, movement and causes. John Wiley & Sons.
- Dotor Ruiz, Esther (2004). Análisis de Susceptibilidad y Peligrosidad de Deslizamientos de Laderas. Programa UNIGIS de Postgrado y Máster Internacional a distancia en SIG, gestionado por la Universidad de Girona.
- Duque Escobar, G. (2016). “Manual de Geología para Ingenieros”. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de: <http://www.coraldeaglobal.org/wp-content/uploads/2016/12/manualgeo.pdf>
- Educarex. (2004). Obtenido de:
<http://contenidos.educarex.es/mci/2004/35/Diccionario/pliegues.html>
- ESRI. "ArcGis". California.
- Felicísimo, A. (2009). La utilización de los modelos digitales del terreno en el estudio del medio físico.
- González de Vallejo et al. (2002). Ingeniería Geológica. 1er edición. Prentice Hall
- Goosen, D. (1968). Interpretación de fotos aéreas y su importancia en levantamiento de suelos. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Griem. (2020). “Apuntes Geología”. Lima-Perú Obtenido de <https://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap11.htm>
- IGNE, I. G. (2013). Conceptos cartográficos.
- IIGE (2019). Estándares de Nomenclatura Estratigráfica, Simbolización y Abreviaturas para la Cartografía Geológica
- Kouli, M., Constantinos, L., Soupios, P., & Vallianatos, F. (2009). Landslide hazard zonation in high risk areas of Rethymno Prefecture, Crete Island, Greece. Nat Hazards, 52:599 – 621.
- López, F. J. A. (2015). Fundamentos de Evaluación de la Calidad de la Información Geográfica. Universidad de Jaén.
- MAE-MAGAP, (2015): Protocolo metodológico para la elaboración del Mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental 2013-2014, escala 1:100.000



- Memoria Técnica del cantón Saraguro en el proyecto (2015). “LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ESCALA 1:25.000, LOTES 1 y 2”
- Mesa Ramos, M. G. (2012). Estudio de factores de susceptibilidad (topográfico, geológico, hidrológico, geomorfológico, desarrollo social y económico) de la quebrada situada al flanco este del cerro Susanga, ante la posible reactivación del macro deslizamiento.
- Molina I, Nitescu. B. Universidad de los Andes. (2016). Obtenido de <https://geociencias.uniandes.edu.co/es/investigacion/geologia-estructural>
- Mostajo Carbonel, J. (2013). Estudio de probabilidad de falla e implementación de alternativas de solución al deslizamiento de taludes andinos. Universidad Ricardo Palma.
- Oropeza O. (2010). ATLAS REGIONAL DE IMPACTOS DERIVADOS DE LAS ACTIVIDADES PERTOLERAS EN COATZACOALCOS, VERA VRUZ. México. Obtenido de: <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/download/130/124/455-1?inline=1>
- Paccini Sánchez, J. C. (2018). Análisis de alternativas técnico - económicas para estabilizar el talud ubicado en el km 3+310 al km 3+490 de la vía Chontayoc – Tinyash, distrito de independencia –Huaraz –Ancash.
- PAOT (2003). Uso de Suelo. México. Obtenido de: <https://paot.org.mx/centro/paot/informe2003/index.html>
- PDOT Cantón Saraguro (2020-2030)
- PDOT Parroquia Selva Alegre (2019-2023)
- Pérez Navarro, A. (2011). Introducción a los Sistemas de Información Geográfica y Geotelemática.
- Prado González, A. A., Aguilar Guevara, J. R., & Cruz Talavera, R. J. (2020). Análisis de estabilidad de talud de la carretera nic. 7 en el km 176, municipio de Santo Tomas, del departamento de Chontales. Journal of Chemical Information and Modeling.
- Rincón, M., Vargas, W., & González, C. (2017). “Topografía: conceptos y aplicaciones.” Bogotá- Colombia. Obtenido de: <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2018/02/Topograf%C3%ADa-Conceptos-y-aplicaciones-ebook.pdf>
- RSN. (2019). ”Fallas” Universidad de Costa Rica. Obtenido de: <https://rsn.ucr.ac.cr/documentos/educativos/geologia/244-que-es-una-falla>
- Saaty, T. L. (1980). “The analytic hierarchy process”. New York: McGraw-hill



- Samaniego, R. (2018). Caracterización de la tipología y cinemática del deslizamiento de la urbanización Trigales Altos, Cuenca, a partir de fotografías aéreas, estación total, escáner láser terrestre y ensayos geotécnicos del suelo.
- Santana A. & Mosquera I. (2005). "Planimetría". Universidad del Quindo. Colombia Obtenido de: <https://personal.us.es/leonbo/teoria/Tema10.pdf>
- Serra W. et al. (2002). Fotointerpretación, fotogrametría y teledetección. Recuperado de: <Http://www.efn.uncor.edu>
- SGC (2015) Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa.
- SIGTIERRAS (2014). Manual de Identificación de Geoformas
- Soeters, R.; Van Westen, C. (1996). "Slope instability recognition, analysis, and zonation". Inglaterra Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/209803184_Slope_instability_Recognition_analysis_and_zonation Isbn: 853 482 942
- Suarez Díaz, J. (1998). Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Bucaramanga: Publicaciones UIS.
- Suarez Díaz, J. (2009). Zonificación de Susceptibilidad, Amenaza y Riesgo. En deslizamientos volumen I. Análisis geotécnico. Santander: Universidad Industrial de Santander.
- Tarbuck, E., & Lutgens, F. (2005). Ciencias de la Tierra. Una Introducción a la Geología Física. Madrid: PEARSON PRENTICE HALL.
- Torres García, J. A. (2017). Estabilización de taludes para el mantenimiento de la carretera "Huancayo-El Tambo-San Agustín de Cajas-Hualhuas-Saño-Quilcas-San Jerónimo de Tunan-Ingenio, provincia de Huancayo-Junin-2016. Universidad Peruana Los Andes.
- Varela. (2014). "Manual de Geología". La Plata- Buenos Aires Obtenido de http://www.insugeo.org.ar/libros/misc_21/pdf/varela_misclanea_21_manual_de_geologia.pdf
- Vargas, R. (2002). "Evaluación de Susceptibilidad a Deslizamientos". Cuba- Habana Obtenido de: http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2013_Almaguer_GEO10-O3.pdf
- Varnes, D. J. (1978). "Landslides: Analysis and control". Washington, D.C. Obtenido de: <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/sr/sr176/176-001.pdf>
- Vivanco Quizhpe, C. M. (2011). Análisis comparativo de técnicas estadísticas y de aprendizaje para evaluar la susceptibilidad del terreno a los deslizamientos superficiales.



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja



Westen, C. (1993). “Application of geographic information system to landslide hazard zonation”.



11. Anexos

Anexo 1. Ficha de deslizamientos

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE DESLIZAMIENTOS				
Proyecto	SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS A ESCALA 1:5000, DE LA ZONA ESTE DE LA PARROQUIA SELVA ALEGRE, CANTÓN SARAGURO, PROVINCIA DE LOJA.			
DATOS GENERALES				
Nº Deslizamiento	CÓDIGO HOJA	Fecha	DATUM	
Ubicación				
Coordenadas UTM	X		Tipo de deslizamiento	
	Y			
	Z			
CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO				
Longitud (Distancia promedio desde el escarpe hasta la base):				
Ancho (promedio de la zona):				
Profundidad de la superficie de falla:				
Mecanismo	Evento sencillo y rápido		Evento sencillo y lento	
	Evento múltiple y rápido		Evento múltiple y lento	
Actividad:	Inactivo ()	Latente ()	Activo ()	Actividad Localizada ()
Estado del escarpe:	No visible ()	Escarpe evidente ()	Escarpe indefinido ()	
Forma del escarpe:	No aplicable ()	Semicircular ()	Alongado ()	Alargado ()
Área del escarpe:	No aplicable ()	Pequeña ()	Mediana ()	Grande ()
Vegetación del escarpe:	No vegetada ()	Vegetación escasa ()		Arbustos () Pastos ()
Estado de la masa desplazada	Masa intacta ()	Masa desintegrada ()	Masa en forma de flujo ()	No presente ()
Humedad de la masa desplazada	No presentan zonas húmedas ()	Zonas húmedas ()		
Vegetación de la masa desplazada	No aplicable ()	No vegetada ()	Vegetación escasa ()	Arbustos () Árboles ()
Causa probable:	Erosión concentrada ()	Deforestación ()	Apertura de vía ()	Presencia de agua ()
	Cargas de construcción () Discontinuidades ()			
Factor disparador:	Desconocido ()	Lluvias ()	Construcciones ()	Apertura de vía ()
Daño:	No visible ()	Carreteras ()	Residencias ()	Áreas de cultivos ()
Estabilización	No visible ()	Muros ()	Canales ()	Drenes () Otros ()
Tipo de material	Limos y arcillas			
FOTOGRAFIA				

Anexo 2. Ficha de campo para descripción de afloramientos

		FICHA DE DESCRIPCIÓN DE CAMPO			
Proyecto	SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS, DE LA PARROQUIA SELVA ALEGRE PARTE ESTE, ESCALA 1:5000, PARROQUIA SARAGURO, CANTÓN SARAGURO, PROVINCIA DE LOJA.				
Nº afloramiento	CÓDIGO HOJA	DATUM	WGS 84		
Ubicación	AFLORAMIENTO				
Coordenadas UTM	X= Y= Z=	FOTO / DIBUJO			
Medidas estructurales	Rumbo= Buzamiento=				
Tipo de Afloramiento	Natural= Antrópico=				
Grado de Meteorización	Bajo= Medio= Alto=				
Dimensiones	Ancho= Altura=				
Descripción Litológica=					
Observaciones=					



Anexo 3. Ficha para descripción geomorfológica

DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA									
CÓDIGO	FECHA	2. GEOMORFOLOGÍA							
POSICIÓN OBSERVADOR		Unidad Ambiental				Unidad geomorfológica			
1. UBICACIÓN									
DIVISIÓN POLÍTICA		LOCALIZACIÓN							
PROVINCIA	WGS 84 ZONA 17S	Morfología			Morfometría				
CANTÓN	X	Forma de Cima	Forma de Vertiente	Forma de Valle	Pendiente (%)			Desnivel Relativo (m)	
PARROQUIA	Y	Aguda ()	Cóncavo ()	En U ()	Plano 0 a 2 ()	Fuerte 40 a 70 ()	0 a 5 m ()	50 a 100 ()	
SECTOR	Z	Redondeada ()	Convexa ()	En V ()	Muy suave 2 a 5 ()	Muy fuerte 70 a 100 ()	5 a 15 ()	100 a 200 ()	
2. COBERTURA VEGETAL									
Árboles ()	Cultivo semipermanente ()	Descripción Presencia de yerba seca	Piana ()	Irregular ()	Plano ()	Suave 5 a 12 ()	Escarpado 100 a 150 ()	15 a 25 ()	200 a 300 ()
Arbustivo ()	Cultivo permanente ()			Mixta ()		Media 12 a 25 ()	Muy escarpado 150 a 200 ()	25 a 50 ()	>300 ()
Herbáceo ()	Eriales ()					Media a fuerte 25 a 40 ()	Abrupta >200 ()		
Cultivo anual ()						Longitud de la vertiente			
					Muy Corta <15 ()	Corta 15 a 50 ()	Mod. Larga 50 a 250 a ()		
					Larga 250 a 500 ()	Muy larga >500 ()			
OTROS ASPECTOS (Situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.)					FOTOGRAFÍA				

Anexo 4. Metodología Clirsen, (2012)

UNIDAD GENÉTICA	COD
Laderas	L
Fluvial	F
Poligenético	Pl
Otras	Ot

Nota: Adaptado de CLIRSEN (2012)

UNIDAD MORFOLÓGICA	COD
Suficiente de erosión	Lh5
Superficie plana ondulada	Lr5
Vertiente abrupta	La1
Vertiente cóncava	Lr1
Vertiente convexa	Lr2

Nota: Adaptado de CLIRSEN (2012)

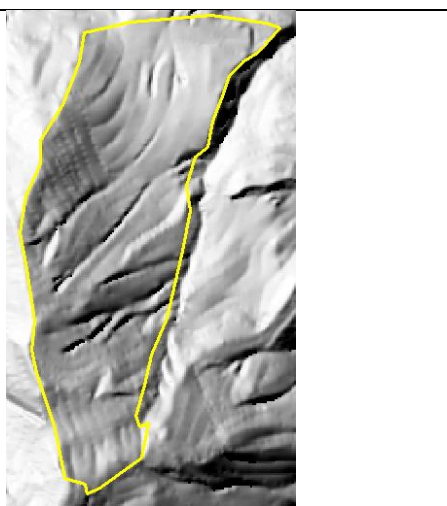
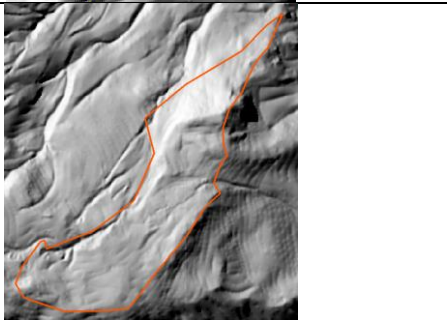
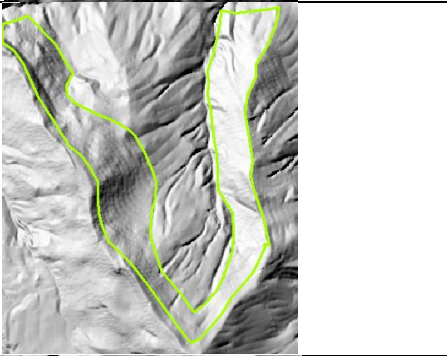
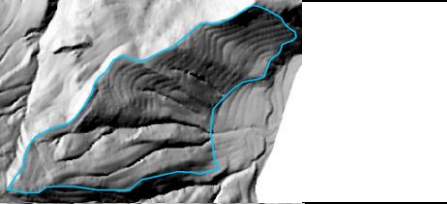
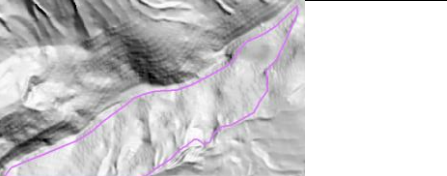
TIPO	DESCRIPCIÓN	COD
Muy Baja	0° a 5°	1
Baja	5° a 15°	2
Media	15° a 35°	3
Alta	35° a 55°	4
Muy Alta	55° a 90°	5

Nota: Adaptado de Demmek (1972)

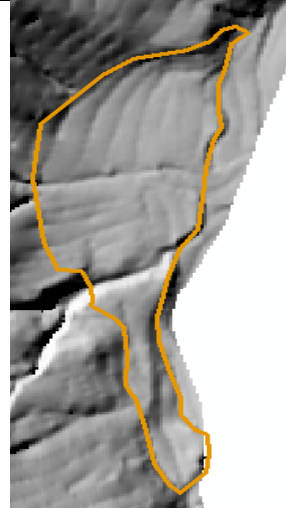
TIPO	COD
0 – 5	1
>5 – 15	2
>15 – 25	3
>25 – 50	4
>50 – 100	5

Nota: Adaptado de CLIRSEN (2012)

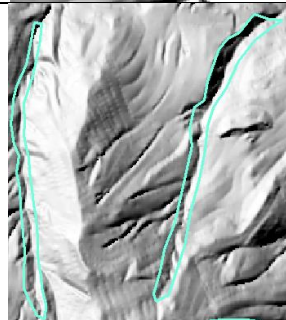
Anexo 5. Fotointerpretación de geoformas

Vertiente rectilínea con fuerte disección	
Vertiente heterogénea	
Vertiente abrupta	
Vertiente heterogénea con fuerte disección	
Vertiente rectilínea	

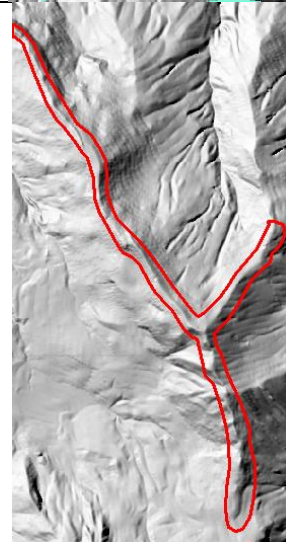
Coluvión antiguo



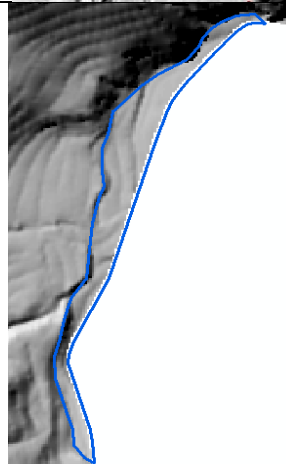
Barranco



Interfluvio de cimas estrechas



Coluvio-aluvial antiguo





Anexo 6 Clasificación de pendiente según DEMMEK, (1972)

Categoría	Rango (°)
Ligeramente inclinada	0-5
Fuertemente inclinada	>5-15
Muy inclinada	>15-35
Empinada	>35-55
Vertical	>55-90

Fuente: Demmek (1972)

Anexo 7 Leyenda temática Nivel I y II, MAE-MAGAP-CLIRSEN - Cobertura y uso de la tierra, (2015)

NIVEL I	NIVEL II
Bosque	Bosque Nativo
	Plantación Forestal
Tierra Agropecuaria	Cultivo Anual
	Cultivo Semipermanente
	Cultivo Permanente
	Pastizal
	Mosaico Agropecuario
Vegetación Arbustiva y Herbácea	Vegetación Arbustiva
	Vegetación Herbácea
	Páramo
Cuerpo de Agua	Natural
	Artificial
Zonas Antrópica	Área Poblada
	Infraestructura
Otras tierras	Glaciar
	Área sin cobertura vegetal
Sin información	Sin información

Anexo 8 Leyenda temática Nivel III y IV (Tierras Agropecuarias), MAGAP-CLIRSEN, (2015)

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV	
TIERRA AGROPECUARIA	Cultivo Anual	Cereales	Arroz	
			Maíz Duro	
			Maíz Suave	
		Leguminosas		
		Raíces Y Tubérculos	Papa	
		Hortalizas		
		Industriales, en el mapa esto representa específicamente zonas consolidadas de tabaco		
		Medicinales, en el mapa esto representa específicamente zonas consolidadas de chía		
		Cultivo Semi-Permanente	Frutales	Banano
			Industriales, en el mapa esto representa específicamente zonas consolidadas de caña de azúcar industrial o artesanal	Caña De Azúcar Industrial
	Tallos Comestibles, en el mapa esto representa específicamente zonas consolidadas de palmito			
	Fibra, en el mapa esto representa específicamente zonas consolidadas de abacá			
	Cultivo Permanente		Frutales	Cacao
		Oleaginosas	Café	
		Fibra, en el mapa esto representa específicamente zonas consolidadas de paja toquilla	Palma Africana	
		Condimento, en el mapa esto representa específicamente zonas consolidadas de pimienta		
		Otras Tierras Agrícolas	Tierras en Transición	
	Pastizal			
	Mosaico Agropecuario (Asociaciones)	Misceláneo de Cereales		
		Misceláneo de Ciclo Corto		
Misceláneo de Hortalizas				
Misceláneo de Flores				
Misceláneo de Frutales				
Misceláneo de Plantas Aromáticas				
Misceláneo Indiferenciado				



Anexo 9. Valoración de las variables en la matriz de comparación por pares

Pendientes	Pendientes empinadas (35°-55°)	Pendientes muy inclinadas (15°-35°)	Pendientes verticales (>55°-80.58°)	Pendientes fuertemente inclinadas (5°-15°)	Pendientes ligeramente inclinadas (0°-5°)	Promedio	Peso
	Pendientes empinadas (35°-55°)	1	2	3	3		
Pendientes muy inclinadas (15°-35°)	0,5	1	3	2	4	2,1	0,25
Pendientes verticales (>55°-80.58°)	0,33	0,33	1	4	4	1,93	0,23
Pendientes fuertemente inclinadas (5°-15°)	0,33	0,5	0,25	1	4	1,22	0,15
Pendientes ligeramente inclinadas (0°-5°)	0,25	0,25	0,25	0,25	1	0,4	0,05
						8,25	1

Geomorfología	Depósitos de deslizamientos	Vertiente rectilínea con fuerte disección	Vertiente heterogénea con fuerte disección	Vertiente Heterogénea	Vertiente rectilínea	Vertiente abrupta	Barranco	Interfluvio de cimas estrechas	Coluvión antiguo	Coluvión aluvial antiguo	Promedio	Peso
	Depósito de deslizamientos	1	2	2	3	3	3	3	4	4		
Vertiente rectilínea con fuerte disección	0,5	1	2	3	3	3	3	4	4	4	2,75	0,15
Vertiente heterogénea con fuerte disección	0,5	0,5	1	3	3	3	3	4	4	4	2,6	0,14
Vertiente Heterogénea	0,33	0,33	0,33	1	3	3	3	4	4	4	2,29	0,13
Vertiente rectilínea	0,33	0,33	0,33	0,33	1	3	4	4	4	4	2,13	0,12
Vertiente abrupta	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1	3	4	4	4	1,77	0,09
Barranco	0,33	0,33	0,33	0,33	0,25	0,33	1	4	4	4	1,49	0,08
Interfluvio de cimas estrechas	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1	4	4	1,07	0,06
Coluvión antiguo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1	4	0,7	0,04
Coluvión aluvial antiguo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1	0,33	0,02
											18,04	1



Uso de Suelo	Pastizal	Vegetación Arbustiva	Cultivo Anual	Plantaciones forestales	Área sin cobertura vegetal	Vegetación Herbácea	Área Poblada	Promedio	Peso
	Pastizal	1	2	2	3	3	3	4	2,57
Vegetación Arbustiva	0,5	1	2	3	3	3	4	2,36	0,22
Cultivo Anual	0,5	0,5	1	2	2	2	4	1,71	0,16
Plantaciones forestales	0,33	0,33	0,5	1	3	3	4	1,74	0,16
Área sin cobertura vegetal	0,33	0,33	0,5	0,33	1	2	4	1,21	0,11
Vegetación Herbácea	0,33	0,33	0,5	0,33	0,5	1	4	1	0,09
Área Poblada	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1	0,36	0,03
								10,9	1

Geología	Depósitos coluviales arcillosos	Depósitos coluviales limos	Depósitos coluviales-tobas riolíticas	Intrusivo	Depósito coluvio-aluvial	Promedio	Peso
	Depósitos coluviales arcillosos	1	2	3	3	4	2,6
Depósitos coluviales limos	0,50	1	3	3	4	2,3	0,27
Depósitos coluviales-tobas riolíticas	0,33	0,33	1	4	4	1,93	0,23
Intrusivo	0,33	0,33	0,25	1	4	1,18	0,14
Depósito coluvio-aluvial	0,25	0,25	0,25	0,25	1	0,4	0,05
						8,41	1



Anexo 10. Mapa Topográfico de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre

Anexo 11. Mapa Pendientes de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre

Anexo 12. Mapa Geomorfológico de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre

Anexo 13. Mapa Uso Actual de Suelo de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre

Anexo 14. Mapa Geológico de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre

Anexo 15. Corte Geológico

Anexo 16. Mapa Susceptibilidad a Deslizamientos de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre

Anexo 17 Relación de Deslizamientos y Susceptibilidad en la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre

Ubicados en el CD-R No.1




Anexo 18. Descripción de deslizamientos

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE DESLIZAMIENTOS					
Proyecto	SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS A ESCALA 1:5000, DE LA ZONA ESTE DE LA PARROQUIA SELVA ALEGRE, CANTÓN SARAGURO, PROVINCIA DE LOJA.				
DATOS GENERALES					
N° Deslizamiento	1	CÓDIGO HOJA	D-001	DATUM	WGS 84
Ubicación	Vía a Naranjo	Fecha	16/08/2022		
Coordenadas UTM	X	687837.38 m		Tipo de deslizamiento	Rotacional
	Y	9607446.11 m			
	Z	2028 m s.n.m.			
CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO					
Longitud (Distancia promedio desde el escarpe hasta la base):			45 m		
Ancho (promedio de la zona):			41 m		
Profundidad de la superficie de falla:					
Mecanismo	Evento sencillo y rápido		Evento sencillo y lento		
	Evento múltiple y rápido		Evento múltiple y lento		
Actividad:	Inactivo ()	Latente (x)	Activo ()	Actividad Localizada ()	
Estado del escarpe:	No visible ()		Escarpe evidente ()	Escarpe indefinido ()	
Forma del escarpe	No aplicable (x)	Semicircular (x)	Alongado ()	Alargado ()	
Área del escarpe:	No aplicable (x)	Pequeña ()	Mediana ()	Grande ()	
Vegetación del escarpe:	No vegetada (x)	Vegetación escasa ()		Arbustos ()	Pastos ()
Estado de la masa desplazada	Masa intacta ()	Masa desintegrada ()		Masa en forma de flujo (x)	No presente ()
Humedad de la masa desplazada	No presentan zonas húmedas ()		Zonas húmedas (x)		
Vegetación de la masa desplazada	No aplicable ()	No vegetada ()	Vegetación escasa ()	Arbustos (x)	Árboles ()
Causa probable:	Erosión concentrada ()	Deforestación ()	Apertura de vía (x)	Presencia de agua ()	
	Cargas de construcción ()	Discontinuidades ()			
Factor disparador:	Desconocido ()	Lluvias ()	Construcciones ()	Apertura de vía (x)	
Daño:	No visible ()	Carreteras (x)	Residencias ()	Áreas de cultivos ()	
Estabilización	No visible (x)	Muros ()	Canales ()	Drenes ()	Otros ()
Tipo de material	Materiales limosos				
FOTOGRAFIA					



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja



FICHA DE DESCRIPCIÓN DE DESLIZAMIENTOS					
Proyecto	SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS A ESCALA 1:5000, DE LA ZONA ESTE DE LA PARROQUIA SELVA ALEGRE, CANTÓN SARAGURO, PROVINCIA DE LOJA.				
DATOS GENERALES					
N° Deslizamiento	2	CÓDIGO HOJA	D-002	DATUM	WGS 84
Ubicación	Sector Suro	Fecha		16/08/2022	
Coordenadas UTM	X	686571.61 m		Tipo de deslizamiento	Rotacional
	Y	9606496.05 m			
	Z	2056 m s.n.m.			
CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO					
Longitud (Distancia promedio desde el escarpe hasta la base):			35 m		
Ancho (promedio de la zona):			39 m		
Profundidad de la superficie de falla:			3 m		
Mecanismo	Evento sencillo y rápido		Evento sencillo y lento		
	Evento múltiple y rápido		Evento múltiple y lento		
Actividad:	Inactivo ()	Latente ()	Activo (x)	Actividad Localizada ()	
Estado del escarpe:	No visible ()	Escarpe evidente (x)		Escarpe indefinido ()	
Forma del escarpe	No aplicable ()	Semicircular (x)	Alongado ()	Alargado ()	
Área del escarpe:	No aplicable ()	Pequeña ()	Mediana (x)	Grande ()	
Vegetación del escarpe:	No vegetada (x)	Vegetación escasa ()		Arbustos () Pastos ()	
Estado de la masa desplazada	Masa intacta ()	Masa desintegrada (x)		Masa en forma de flujo () No presente ()	
Humedad de la masa desplazada	No presentan zonas húmedas ()		Zonas húmedas (x)		
Vegetación de la masa desplazada	No aplicable ()	No vegetada ()	Vegetación escasa (x)	Arbustos () Árboles ()	
Causa probable:	Erosión concentrada ()	Deforestación ()	Apertura de vía (x)	Presencia de agua ()	
	Cargas de construcción ()	Discontinuidades ()			
Factor disparador:	Desconocido ()	Lluvias ()	Construcciones ()	Apertura de vía (x)	
Daño:	No visible ()	Carreteras (x)	Residencias ()	Áreas de cultivos ()	
Estabilización	No visible (x)	Muros ()	Canales ()	Drenes () Otros ()	
Tipo de material	Materiales de limos arcillosos con gravas no graduadas				
FOTOGRAFIA					
					



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja



FICHA DE DESCRIPCIÓN DE DESLIZAMIENTOS					
Proyecto	SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS A ESCALA 1:5000, DE LA ZONA ESTE DE LA PARROQUIA SELVA ALEGRE, CANTÓN SARAGURO, PROVINCIA DE LOJA.				
DATOS GENERALES					
N° Deslizamiento	3	CÓDIGO HOJA	D-003	DATUM	WGS 84
Ubicación	Vía a San Pablo	Fecha	16/08/2022		
Coordenadas UTM	X	685017.84 m		Tipo de deslizamiento	Traslacional
	Y	9606301,8029 m			
	Z	2571 m s.n.m.			
CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO					
Longitud (Distancia promedio desde el escarpe hasta la base):			65 m		
Ancho (promedio de la zona):			55 m		
Profundidad de la superficie de falla:			1 m		
Mecanismo	Evento sencillo y rápido		Evento sencillo y lento		x
	Evento múltiple y rápido		Evento múltiple y lento		
Actividad:	Inactivo ()	Latente (x)	Activo ()	Actividad Localizada ()	
Estado del escarpe:	No visible ()	Escarpe evidente (x)	Escarpe indefinido ()		
Forma del escarpe	No aplicable ()	Semicircular ()	Alongado (x)	Alargado ()	
Área del escarpe:	No aplicable ()	Pequeña (x)	Mediana ()	Grande ()	
Vegetación del escarpe:	No vegetada (x)	Vegetación escasa ()	Arbustos ()	Pastos ()	
Estado de la masa desplazada	Masa intacta ()	Masa desintegrada (x)	Masa en forma de flujo ()	No presente ()	
Humedad de la masa desplazada	No presentan zonas húmedas (x)		Zonas húmedas ()		
Vegetación de la masa desplazada	No aplicable ()	No vegetada ()	Vegetación escasa ()	Arbustos (x)	Árboles ()
Causa probable:	Erosión concentrada ()	Deforestación ()	Apertura de vía ()	Presencia de agua ()	
	Cargas de construcción ()	Discontinuidades ()			
Factor disparador:	Desconocido ()	Lluvias ()	Construcciones ()	Apertura de vía (x)	
Daño:	No visible ()	Carreteras (x)	Residencias ()	Áreas de cultivos ()	
Estabilización	No visible (x)	Muros ()	Canales ()	Drenes ()	Otros ()
Tipo de material	Limosa arcillosa				
FOTOGRAFIA					



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja



FICHA DE DESCRIPCIÓN DE DESLIZAMIENTOS					
Proyecto	SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS A ESCALA 1:5000, DE LA ZONA ESTE DE LA PARROQUIA SELVA ALEGRE, CANTÓN SARAGURO, PROVINCIA DE LOJA.				
DATOS GENERALES					
N° Deslizamiento	4	CÓDIGO HOJA	D-004	DATUM	WGS 84
Ubicación	Sector Guazhacorrall		Fecha	16/08/2022	
Coordenadas UTM	X	687063.471 m		Tipo de deslizamiento	Traslacional
	Y	9607501.00 m			
	Z	2165 m s.n.m.			
CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO					
Longitud (Distancia promedio desde el escarpe hasta la base):			6 m		
Ancho (promedio de la zona):			8 m		
Profundidad de la superficie de falla:					
Mecanismo	Evento sencillo y rápido		Evento sencillo y lento		x
	Evento múltiple y rápido		Evento múltiple y lento		
Actividad:	Inactivo ()	Latente (x)	Activo ()	Actividad Localizada ()	
Estado del escarpe:	No visible (x)	Escarpe evidente ()	Escarpe indefinido ()		
Forma del escarpe	No aplicable (x)	Semicircular ()	Alongado ()	Alargado ()	
Área del escarpe:	No aplicable (x)	Pequeña ()	Mediana ()	Grande ()	
Vegetación del escarpe:	No vegetada (x)	Vegetación escasa ()		Arbustos ()	Pastos ()
Estado de la masa desplazada	Masa intacta ()	Masa desintegrada ()		Masa en forma de flujo (x)	No presente ()
Humedad de la masa desplazada	No presentan zonas húmedas (x)		Zonas húmedas ()		
Vegetación de la masa desplazada	No aplicable ()	No vegetada (x)	Vegetación escasa ()	Arbustos ()	Árboles ()
Causa probable:	Erosión concentrada ()		Deforestación ()	Apertura de vía (x)	Presencia de agua ()
	Cargas de construcción ()		Discontinuidades ()		
Factor disparador:	Desconocido ()		Lluvias ()	Construcciones ()	Apertura de vía (x)
Daño:	No visible ()		Carreteras (x)	Residencias ()	Áreas de cultivos ()
Estabilización	No visible (x)		Muros ()	Canales ()	Drenes ()
Tipo de material	Andesitas meteorizadas				
FOTOGRAFIA					



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja



FICHA DE DESCRIPCIÓN DE DESLIZAMIENTOS					
Proyecto	SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS A ESCALA 1:5000, DE LA ZONA ESTE DE LA PARROQUIA SELVA ALEGRE, CANTÓN SARAGURO, PROVINCIA DE LOJA.				
DATOS GENERALES					
N° Deslizamiento	5	CÓDIGO HOJA	D-005	DATUM	WGS 84
Ubicación	Vía a Carapalí		Fecha	16/08/2022	
Coordenadas UTM	X	685871,46 m		Tipo de deslizamiento	Traslacional
	Y	9607349,82 m			
	Z	2535 m s.n.m.			
CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO					
Longitud (Distancia promedio desde el escarpe hasta la base):				17 m	
Ancho (promedio de la zona):				27 m	
Profundidad de la superficie de falla:				2 m	
Mecanismo	Evento sencillo y rápido			Evento sencillo y lento	x
	Evento múltiple y rápido			Evento múltiple y lento	
Actividad:	Inactivo ()	Latente (x)	Activo ()	Actividad Localizada ()	
Estado del escarpe:	No visible ()	Escarpe evidente (x)	Escarpe indefinido ()		
Forma del escarpe	No aplicable ()	Semicircular (x)	Alongado ()	Alargado ()	
Área del escarpe:	No aplicable ()	Pequeña (x)	Mediana ()	Grande ()	
Vegetación del escarpe:	No vegetada ()	Vegetación escasa (x)		Arbustos ()	Pastos ()
Estado de la masa desplazada	Masa intacta ()	Masa desintegrada (x)		Masa en forma de flujo ()	No presente ()
Humedad de la masa desplazada	No presentan zonas húmedas ()		Zonas húmedas (x)		
Vegetación de la masa desplazada	No aplicable ()	No vegetada ()	Vegetación escasa (x)	Arbustos ()	Árboles ()
Causa probable:	Erosión concentrada ()	Deforestación ()	Apertura de vía (x)	Presencia de agua ()	
	Cargas de construcción ()	Discontinuidades ()			
Factor disparador:	Desconocido ()	Lluvias ()	Construcciones ()	Apertura de vía (x)	
Daño:	No visible ()	Carreteras x	Residencias ()	Áreas de cultivos ()	
Estabilización	No visible (x)	Muros ()	Canales ()	Drenes ()	Otros ()
Tipo de material	Materiales de lutitas meteorizadas				
FOTOGRAFIA					



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja



FICHA DE DESCRIPCIÓN DE DESLIZAMIENTOS					
Proyecto	SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS A ESCALA 1:5000, DE LA ZONA ESTE DE LA PARROQUIA SELVA ALEGRE, CANTÓN SARAGURO, PROVINCIA DE LOJA.				
DATOS GENERALES					
N° Deslizamiento	6	CÓDIGO HOJA	D-006	DATUM	WGS 84
Ubicación	Sector la Esperanza		Fecha	16/08/2022	
Coordenadas UTM	X	685114,82 m		Tipo de deslizamiento	Traslacional
	Y	9609058,66 m			
	Z	2242 m s.n.m.			
CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO					
Longitud (Distancia promedio desde el escarpe hasta la base):			120 m		
Ancho (promedio de la zona):			140 m		
Profundidad de la superficie de falla:			9 m		
Mecanismo	Evento sencillo y rápido		Evento sencillo y lento		
	Evento múltiple y rápido		Evento múltiple y lento		x
Actividad:	Inactivo ()	Latente ()	Activo (x)	Actividad Localizada ()	
Estado del escarpe:	No visible ()	Escarpe evidente ()	Escarpe indefinido (x)		
Forma del escarpe	No aplicable ()	Semicircular ()	Alongado ()	Alargado (x)	
Área del escarpe:	No aplicable ()	Pequeña ()	Mediana ()	Grande (x)	
Vegetación del escarpe:	No vegetada ()	Vegetación escasa (x)		Arbustos ()	Pastos ()
Estado de la masa desplazada	Masa intacta ()	Masa desintegrada ()		Masa en forma de flujo (x)	No presente ()
Humedad de la masa desplazada	No presentan zonas húmedas (x)		Zonas húmedas ()		
Vegetación de la masa desplazada	No aplicable ()	No vegetada ()	Vegetación escasa (x)	Arbustos ()	Árboles ()
Causa probable:	Erosión concentrada ()	Deforestación ()	Apertura de vía ()	Presencia de agua (x)	
	Cargas de construcción ()	Discontinuidades ()			
Factor disparador:	Desconocido ()	Lluvias (x)	Construcciones ()	Apertura de vía ()	
Daño:	No visible (x)	Carreteras ()	Residencias ()	Áreas de cultivos ()	
Estabilización	No visible (x)	Muros ()	Canales ()	Drenes ()	Otros ()
Tipo de material	utitas alteradas de coloración blanquecina				
FOTOGRAFIA					



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja



FICHA DE DESCRIPCIÓN DE DESLIZAMIENTOS					
Proyecto	SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS A ESCALA 1:5000, DE LA ZONA ESTE DE LA PARROQUIA SELVA ALEGRE, CANTÓN SARAGURO, PROVINCIA DE LOJA.				
DATOS GENERALES					
N° Deslizamiento	7	CÓDIGO HOJA	D-007	DATUM	WGS 84
Ubicación	Sector Suro		Fecha	17/08/2022	
Coordenadas UTM	X	685621,26 m		Tipo de deslizamiento	Rotacional
	Y	9606283,02 m			
	Z	2516 m s.n.m.			
CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO					
Longitud (Distancia promedio desde el escarpe hasta la base):			35 m		
Ancho (promedio de la zona):			25 m		
Profundidad de la superficie de falla:			8 m		
Mecanismo	Evento sencillo y rápido				
	Evento múltiple y rápido				
Actividad:	Inactivo ()	Latente (x)	Activo ()	Actividad Localizada ()	
Estado del escarpe:	No visible ()	Escarpe evidente (x)	Escarpe indefinido ()		
Forma del escarpe	No aplicable ()	Semicircular (x)	Alongado ()	Alargado ()	
Área del escarpe:	No aplicable ()	Pequeña ()	Mediana (x)	Grande ()	
Vegetación del escarpe:	No vegetada ()	Vegetación escasa (x)	Arbustos ()	Pastos ()	
Estado de la masa desplazada	Masa intacta (x)	Masa desintegrada ()	Masa en forma de flujo ()	No presente ()	
Humedad de la masa desplazada	No presentan zonas húmedas (x)		Zonas húmedas ()		
Vegetación de la masa desplazada	No aplicable ()	No vegetada ()	Vegetación escasa ()	Arbustos (x) Árboles (x)	
Causa probable:	Erosión concentrada ()	Deforestación ()	Apertura de vía (x)	Presencia de agua ()	
	Cargas de construcción ()	Discontinuidades ()			
Factor disparador:	Desconocido ()	Lluvias (x)	Construcciones ()	Apertura de vía (x)	
Daño:	No visible ()	Carreteras (x)	Residencias ()	Áreas de cultivos ()	
Estabilización	No visible (x)	Muros ()	Canales ()	Drenes () Otros ()	
Tipo de material	Arcillas y limos				
FOTOGRAFIA					



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja




FICHA DE DESCRIPCIÓN DE DESLIZAMIENTOS						
Proyecto	SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS A ESCALA 1:5000, DE LA ZONA ESTE DE LA PARROQUIA SELVA ALEGRE, CANTÓN SARAGURO, PROVINCIA DE LOJA.					
DATOS GENERALES						
N° Deslizamiento	8	CÓDIGO HOJA	D-008	DATUM	WGS 84	
Ubicación	Sector Suro		Fecha	17/08/2022		
Coordenadas UTM	X	685718,75 m		Tipo de deslizamiento	Rotacional	
	Y	9606345.2 m				
	Z	2511 m s.n.m.				
CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO						
Longitud (Distancia promedio desde el escarpe hasta la base):			65 m			
Ancho (promedio de la zona):			70 m			
Profundidad de la superficie de falla:			15 m			
Mecanismo	Evento sencillo y rápido		Evento sencillo y lento			
	Evento múltiple y rápido		Evento múltiple y lento		x	
Actividad:	Inactivo ()	Latente (x)	Activo ()	Actividad Localizada ()		
Estado del escarpe:	No visible ()	Escarpe evidente (x)	Escarpe indefinido ()			
Forma del escarpe	No aplicable ()	Semicircular (x)	Alongado ()	Alargado ()		
Área del escarpe:	No aplicable ()	Pequeña ()	Mediana (x)	Grande ()		
Vegetación del escarpe:	No vegetada (x)	Vegetación escasa ()		Arbustos ()	Pastos ()	
Estado de la masa desplazada	Masa intacta (x)	Masa desintegrada ()		Masa en forma de flujo ()	No presente ()	
Humedad de la masa desplazada	No presentan zonas húmedas (x)		Zonas húmedas ()			
Vegetación de la masa desplazada	No aplicable ()	No vegetada ()	Vegetación escasa ()	Arbustos ()	Árboles ()	
Causa probable:	Erosión concentrada ()	Deforestación ()	Apertura de vía ()	Presencia de agua (x)		
	Cargas de construcción ()	Discontinuidades (x)				
Factor disparador:	Desconocido ()	Lluvias (x)	Construcciones ()	Apertura de vía ()		
Daño:	No visible ()	Carreteras ()	Residencias ()	Áreas de cultivos (x)		
Estabilización	No visible (x)	Muros ()	Canales ()	Drenes ()	Otros ()	
Tipo de material	Arcilla y limos					
FOTOGRAFIA						



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja



FICHA DE DESCRIPCIÓN DE DESLIZAMIENTOS					
Proyecto	SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS A ESCALA 1:5000, DE LA ZONA ESTE DE LA PARROQUIA SELVA ALEGRE, CANTÓN SARAGURO, PROVINCIA DE LOJA.				
DATOS GENERALES					
N° Deslizamiento	9	CÓDIGO HOJA	D-009	DATUM	WGS 84
Ubicación	Sector Suro		Fecha	17/08/2022	
Coordenadas UTM	X	685769,7 m		Tipo de deslizamiento	Traslacional
	Y	9606425.39 m			
	Z	2513 m s.n.m.			
CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO					
Longitud (Distancia promedio desde el escarpe hasta la base):			35 m		
Ancho (promedio de la zona):			35 m		
Profundidad de la superficie de falla:			5 m		
Mecanismo	Evento sencillo y rápido		Evento sencillo y lento		x
	Evento múltiple y rápido		Evento múltiple y lento		
Actividad:	Inactivo ()	Latente (x)	Activo ()	Actividad Localizada ()	
Estado del escarpe:	No visible ()	Escarpe evidente (x)	Escarpe indefinido ()		
Forma del escarpe	No aplicable ()	Semicircular ()	Alongado (x)	Alargado ()	
Área del escarpe:	No aplicable ()	Pequeña (x)	Mediana ()	Grande ()	
Vegetación del escarpe:	No vegetada ()	Vegetación escasa ()		Arbustos (x)	Pastos ()
Estado de la masa desplazada	Masa intacta ()	Masa desintegrada (x)		Masa en forma de flujo ()	No presente ()
Humedad de la masa desplazada	No presentan zonas húmedas (x)		Zonas húmedas ()		
Vegetación de la masa desplazada	No aplicable ()	No vegetada ()	Vegetación escasa ()	Arbustos ()	Árboles (x)
Causa probable:	Erosión concentrada ()	Deforestación (x)	Apertura de vía ()	Presencia de agua ()	
	Cargas de construcción ()	Discontinuidades ()			
Factor disparador:	Desconocido ()	Lluvias (x)	Construcciones ()	Apertura de vía ()	
Daño:	No visible ()	Carreteras ()	Residencias ()	Áreas de cultivos (x)	
Estabilización	No visible (x)	Muros ()	Canales ()	Drenes ()	Otros ()
Tipo de material	Limoso arcilloso con gravas				
FOTOGRAFIA					
					




Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja




FICHA DE DESCRIPCIÓN DE DESLIZAMIENTOS						
Proyecto	SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS A ESCALA 1:5000, DE LA ZONA ESTE DE LA PARROQUIA SELVA ALEGRE, CANTÓN SARAGURO, PROVINCIA DE LOJA.					
DATOS GENERALES						
N° Deslizamiento	11	CÓDIGO HOJA	D-011	DATUM	WGS 84	
Ubicación	Sector Suro		Fecha	17/08/2022		
Coordenadas UTM	X	685910.54 m		Tipo de deslizamiento	Traslacional	
	Y	9606632.22 m				
	Z	2622 m s.n.m.				
CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO						
Longitud (Distancia promedio desde el escarpe hasta la base):				50 m		
Ancho (promedio de la zona):				10 m		
Profundidad de la superficie de falla:				2 m		
Mecanismo	Evento sencillo y rápido			Evento sencillo y lento		
	Evento múltiple y rápido		x	Evento múltiple y lento		
Actividad:	Inactivo ()	Latente (x)	Activo ()	Actividad Localizada ()		
Estado del escarpe:	No visible ()	Escarpe evidente (x)	Escarpe indefinido ()			
Forma del escarpe	No aplicable ()	Semicircular (x)	Alongado ()	Alargado ()		
Área del escarpe:	No aplicable ()	Pequeña (x)	Mediana ()	Grande ()		
Vegetación del escarpe:	No vegetada ()	Vegetación escasa ()		Arbustos (x)	Pastos (x)	
Estado de la masa desplazada	Masa intacta ()	Masa desintegrada (x)		Masa en forma de flujo ()	No presente ()	
Humedad de la masa desplazada	No presentan zonas húmedas (x)		Zonas húmedas ()			
Vegetación de la masa desplazada	No aplicable ()	No vegetada ()	Vegetación escasa ()	Arbustos (x)	Árboles ()	
Causa probable:	Erosión concentrada (x)		Deforestación ()	Apertura de vía ()	Presencia de agua (x)	
	Cargas de construcción ()		Discontinuidades ()			
Factor disparador:	Desconocido ()		Lluvias (x)	Construcciones ()	Apertura de vía ()	
Daño:	No visible ()		Carreteras ()	Residencias ()	Áreas de cultivos (x)	
Estabilización	No visible (x)	Muros ()	Canales ()	Drenes ()	Otros ()	
Tipo de material	Lutitas y arcillas					
FOTOGRAFIA						




Anexo 19 Descripción de afloramientos

Caracterización del Afloramiento N°52					Descripción
					Superficie. vegetación de tipo herbácea y arbustiva
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.2 m.
					Capa 2: macizo rocoso de riolitas medianamente meteorizado con presencia de materia orgánica.
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3: Basamento
Coordenadas	X (m) 685914.42	Y (m) 9608803.89	Z (m s.n.m.) 3287	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Arbustiva		
Grado de Meteorización	Medianamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 40 m	Altura: ± 5 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°38					Descripción
					Superficie. vegetación de tipo herbácea y arbustiva
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.1 m.
					Capa 2: macizo rocoso de riolitas muy baja meteorización con presencia de materia orgánica
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3:
Coordenadas	X (m) 685889.31	Y (m) 9607983.31	Z (m s.n.m.) 3287	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea y arbustiva		
Grado de Meteorización	Medianamente meteorizado	Tipo de afloramiento	antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 20 m	Altura Total: \pm			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°56					Descripción
					Superficie. Vegetación tipo herbácea
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.1 m.
					Capa 2: macizo rocoso de riolitas
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3:
Coordenadas	X (m) 686887.88	Y (m) 9607983.31	Z (m s.n.m.) 3287	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea		
Grado de Meteorización	Medianamente meteorizado	Tipo de afloramiento	antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 15 m	Altura: ± 4 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°57					Descripción
					Superficie. vegetación de tipo herbácea y arbustiva
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.2 m.
					Capa 2: roca detrítica de diferente tamaño con matriz limoso y arcilloso.
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3:
Coordenadas	X (m) 686937.23	Y (m) 9608041.81	Z (m s.n.m.) 2122	Datum= WGS 84	
Clima		Vegetación			
Grado de Meteorización	Medianamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho:	Altura Total:			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°44					Descripción
					Superficie. vegetación de tipo herbácea y arbustiva
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración negra de potencia ± 0.2 m.
					Capa 2: suelo limo arcilloso de coloración blanquecina.
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3:
Coordenadas	X (m) 685151.59	Y (m) 9606223.81	Z (m s.n.m.) 2583	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Arbórea y arbustiva		
Grado de Meteorización	Medianamente meteorizado	Tipo de afloramiento	antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 25 m	Altura: ± 12 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°98					Descripción
					Superficie: vegetación de tipo herbácea y arbórea.
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.3 m.
					Capa 2: suelo areno arcilloso con presencia de limos y con oxidación.
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3:
Coordenadas	X (m) 685564.20	Y (m) 9606246.32	Z (m s.n.m.) 2527	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea y Arbórea		
Grado de Meteorización	Altamente meteorizado	Tipo de afloramiento	antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 20 m	Altura: ± 7 m.			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°47					Descripción
					Superficie: vegetación de tipo herbácea y arbórea
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.2 m.
					Capa 2: suelo con presencia de materia orgánica, limos y arcillas.
Ubicación referencial	Talud de vía				
Coordenadas	X (m) 686484.72	Y (m) 9606519.08	Z (m s.n.m.) 2168	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea y Arbórea		Capa 3:
Grado de Meteorización	Altamente meteorizada	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 35 m	Altura: ± 3.5 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°37					Descripción
					Superficie. vegetación de tipo herbácea y arbustiva
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.2 m.
					Capa 2: suelo areno arcilloso con presencia de rocas de gran tamaño.
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3:
Coordenadas	X (m) 687651.38	Y (m) 9606920.90	Z (m s.n.m.) 2169	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea		
Grado de Meteorización	Medianamente meteorizado	Tipo de afloramiento	antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 35 m	Altura: ± 12 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°61					Descripción
					Superficie: Herbácea y Arbustiva
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.2 m.
					Capa 2: de suelo limoso arenoso con cantos rodados de diámetro ± 1 m
Ubicación referencial	Talud de vía				
Coordenadas	X (m) 687654.52	Y (m) 9606762.98	Z (m s.n.m.) 2157	Datum= WGS 84	
Clima	Altamente meteorizado	Vegetación	Herbácea y Arbustiva		Capa 3:
Grado de Meteorización	Medianamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 25 m	Altura Total: ± 35 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°41					Descripción
					Superficie. vegetación de tipo arbustiva
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.1 m.
					Capa 2: macizo rocoso altamente meteorizado de rocas riolitas
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3:
Coordenadas	X (m) 687843.15	Y (m) 9606794.92	Z (m s.n.m.) 2078	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Arbustiva		
Grado de Meteorización	Medianamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 25 m	Altura: ± 6 m.			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°62					Descripción
					Superficie: vegetación arbustiva y herbácea
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris oscura de potencia ± 0.1 m.
					Capa 2: Depósitos aluviales con matriz areno arcilloso.
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3:
Coordenadas	X (m) 687930.38	Y (m) 9607102.00	Z (m s.n.m.) 2062	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Arbustiva		
Grado de Meteorización	Medianamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 35 m	Altura: ± 8 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				



Caracterización del Afloramiento N°64					Descripción
					Superficie: vegetación de tipo arbustiva y herbácea
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.15 m.
					Capa 2: Depósitos piro clásticos con matriz arcillosa
Ubicación referencial	Terraplén para construcción				Capa 3:
Coordenadas	X (m) 687041.15	Y (m) 9607099.29	Z (m s.n.m.) 3287	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Arbustiva y herbácea		
Grado de Meteorización	Medianamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 18	Altura Total: ± 3 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°46					Descripción
					Superficie: vegetación Arbustiva y herbácea
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.1 m.
					Capa 2: Rocas ígneas riolitas con matriz areno arcilloso de diámetro variable
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3:
Coordenadas	X (m) 687152.44	Y (m) 9606803.54	Z (m s.n.m.) 2470	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Arbustiva y herbácea		
Grado de Meteorización	Medianamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 35 m	Altura: ± 8 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°65					Descripción
					Superficie. vegetación de tipo herbácea y arbustiva
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.2 m.
					Capa 2: Suelo limo arcilloso altamente oxidado.
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3:
Coordenadas	X (m) 686448.45	Y (m) 9605837.79	Z (m s.n.m.) 2447	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea		
Grado de Meteorización	Medianamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 45 m	Altura Total: ± 3 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°91					Descripción
					Superficie. vegetación de tipo herbácea y arbustiva
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.2 m.
					Capa 2: suelo areno arcilloso de coloración amarilla y blanca
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3:
Coordenadas	X (m) 686362.26	Y (m) 9605766.93	Z (m s.n.m.) 2413	Datum=WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea		
Grado de Meteorización	Altamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 25 m	Altura: ± 7 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				



Caracterización del Afloramiento N° 66					Descripción
					Superficie. vegetación de tipo herbácea y arbustiva
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración café oscuro de potencia ± 0.2 m.
					Capa 2: depósitos piro clásticos con matriz areno arcillosa.
Ubicación referencial	Talud de vía				
Coordenadas	X (m) 686443.88	Y (m) 9606353.27	Z (m s.n.m.) 2536	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Arbórea y herbácea		Capa 3:
Grado de Meteorización	Altamente meteorizada	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 35 m	Altura Total: ± 12 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°68					Descripción
					Superficie: vegetación herbácea y arbórea
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.2 m.
					Capa 2: suelo areno arcilloso
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3: Basamento
Coordenadas	X (m) 686124.38	Y (m) 9606641.90	Z (m s.n.m.) 2625	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea y arbórea		
Grado de Meteorización	Medianamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 40 m	Altura: ± 5 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N° 63					Descripción
					Superficie:
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.2 m.
					Capa 2: suelos limosos y arcilloso de coloración amarillenta
Ubicación referencial	Terraplén para construcción				Capa 3.
Coordenadas	X (m) 685338,28	Y (m) 9609076,3	Z (m s.n.m.) 2335	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea y arbórea		
Grado de Meteorización	Altamente meteorizada	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 15 m	Altura Total: ± 3 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°70					Descripción
					Superficie: vegetación arbustiva y arbórea
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.1 m.
					Capa 2: suelo limoso oxidado
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3: Basamento
Coordenadas	X (m) 685448.63	Y (m) 9606642.61	Z (m s.n.m.) 2686	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Arbustiva y herbácea		
Grado de Meteorización	Altamente meteorizada	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 50 m	Altura: ± 10 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°73					Descripción
					Superficie: vegetación herbácea y arbórea
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.2 m.
					Capa 2: suelo limoso de color marrón
Ubicación referencial	Talud de vía				
Coordenadas	X (m) 686400.66	Y (m) 9608941.89	Z (m s.n.m.) 2328	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea y Arbórea		Capa 3: Basamento
Grado de Meteorización	Altamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 60 m	Altura: ± 7 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				



Caracterización del Afloramiento N°74					Descripción
					Superficie: vegetación herbácea
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.2 m.
					Capa 2: suelo limoso de coloración marrón en la parte izquierda y en contacto con rocas ígneas riolitas a la parte derecha.
Ubicación referencial	Talud de vía				
Coordenadas	X (m) 686466.02	Y (m) 9609046.32	Z (m s.n.m.) 2211	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea		Capa 3: Basamento
Grado de Meteorización	Altamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 100 m	Altura: ± 10 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°75					Descripción
					<p>Superficie. vegetación de tipo herbácea y arbustiva</p>
					<p>Capa 1: Suelo orgánico de coloración café con una potencia ± 0.2 m.</p>
					<p>Capa 2: en la zona izquierda del afloramiento suelo limoso, en la parte central y derecha depósitos piro clásticos</p>
Ubicación referencial	Talud de vía				<p>Capa 3: Basamento</p>
Coordenadas	X=686752.30	Y=9609038.97	Z=2167	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea		
Grado de Meteorización	Altamente meteorizada	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 70 m	Altura: ± 12 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				



Caracterización del Afloramiento N°76					Descripción
					Superficie. vegetación de tipo herbácea y arbustiva
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.2 m.
					Capa 2: macizo rocoso medianamente meteorizado, presencia de detritos,
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3: Basamento
Coordenadas	X= 686860.75	Y= 9609295.34	Z= 1799	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea		
Grado de Meteorización	Medianamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 60 m	Altura: ± 7 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°79					Descripción
					Superficie: herbácea y arbustiva
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración café de potencia ± 0.2 m.
					Capa 2: deposito aluvial
Ubicación referencial	Cerca del puente				Capa 3:
Coordenadas	X =687852.62	Y =9609099.66	Z =1536	Datum = WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea y Arbustiva		
Grado de Meteorización	Medianamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 25	Altura Total: ± 8			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Caracterización del Afloramiento N°36					Descripción
					Superficie: vegetación herbácea
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.25 m.
					Capa 2: depósitos piro clásticos altamente meteorizados.
Ubicación referencial	Talud de vía				Capa 3:
Coordenadas	X= 686003,54	Y= 9607600,4	Z=2494	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea		
Grado de Meteorización	Altamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 60 m	Altura: ± 5 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				



Caracterización del Afloramiento N°45					Descripción
					Superficie. vegetación de tipo herbácea y arbustiva
					Capa 1: Suelo orgánico de coloración gris de potencia ± 0.1 m.
					Capa 2: macizo roco de gneis altamente meteorizado.
Ubicación referencial	Mina de lastre				Capa 3:
Coordenadas	X= 685448,13	Y= 9609185,94	Z=2408	Datum= WGS 84	
Clima	Tropical	Vegetación	Herbácea		
Grado de Meteorización	Altamente meteorizado	Tipo de afloramiento	Antrópico		
Dimensiones	Ancho: ± 50 m	Altura Total: ± 8 m			
Datos estructurales	Rumbo:		Buzamiento:		
Formación geológica	Formación Chinchillo				




Anexo 20 Descripción geomorfológica

DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA										
CÓDIGO	4	FECHA	1/8/2022	2. GEOMORFOLOGÍA						
POSICIÓN OBSERVADOR		Lateral		Unidad Ambiental			Unidad geomorfológica			
1. UBICACIÓN				Fluvial			Barranco			
DIVISIÓN POLÍTICA		LOCALIZACIÓN		Morfología			Morfometría			
PROVINCIA	Loja	WGS 84 ZONA 17S		Forma de Cima	Forma de Vertiente	Forma de Valle	Pendiente (%)		Desnivel Relativo (m)	
CANTÓN	Saraguro	X	687294,318							
PARROQUIA	Selva Alegre	Y	9608369,9	Aguda (X)	Cóncavo ()	En U ()	Plano 0 a 2 ()	Fuerte 40 a 70 (X)	0 a 5 m ()	50 a 100 ()
SECTOR	Este	Z	1915 m s.n.m.	Redondeada ()	Convexa ()	En V (X)	Muy suave 2 a 5 ()	Muy fuerte 70 a 100 ()	5 a 15 ()	100 a 200 ()
2. COBERTURA VEGETAL				Plana ()	Rectilínea (X)	Plano ()	Suave 5 a 12 ()	Escarpado 100 a 150 ()	15 a 25 ()	200 a 300 ()
Árboles ()	Cultivo semipermanente ()	Descripción Presencia de yerba seca					Media 12 a 25 ()	Muy escarpado 150 a 200 ()	25 a 50 ()	>300 (X)
Arbustivo ()	()						Media a fuerte 25 a 40 ()	Abrupta >200 ()		
Herbáceo (X)	Cultivo permanente ()						Longitud de la vertiente			
Cultivo anual ()	Eriales ()						Muy Corta <15 ()	Corta 15 a 50 ()	Mod. Larga 50 a 250 a ()	Larga 250 a 500 ()
OTROS ASPECTOS (Situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.)						FOTOGRAFÍA				
Existencia de quebrada en el pie del barranco, presencia de caminos de herradura										



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja



DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA										
CÓDIGO	7	FECHA	1/8/2022	2. GEOMORFOLOGÍA						
POSICIÓN OBSERVADOR	Lateral	Unidad Ambiental			Unidad geomorfológica					
1. UBICACIÓN				Laderas			Vertiente rectilínea			
DIVISIÓN POLÍTICA		LOCALIZACIÓN		Morfología			Morfometría			
PROVINCIA	Loja	WGS 84 ZONA 17S								
CANTÓN	Saraguro	X	685228,71 m	Forma de Cima	Forma de Vertiente	Forma de Valle	Pendiente (%)		Desnivel Relativo (m)	
PARROQUIA	Selva Alegre	Y	9609223,54m	Aguda ()	Cóncavo ()	En U ()	Plano 0 a 2 ()	Fuerte 40 a 70 (X)	0 a 5 m ()	50 a 100 ()
SECTOR	Este	Z	2283 m s.n.m.	Redondeada ()	Convexa ()	En V (X)	Muy suave 2 a 5 ()	Muy fuerte 70 a 100 ()	5 a 15 ()	100 a 200 ()
2. COBERTURA VEGETAL				Plana (X)	Rectilínea (X)	Plano ()	Suave 5 a 12 ()	Escarpado 100 a 150 ()	15 a 25 ()	200 a 300 ()
Árboles (X)	Cultivo semipermanente ()	Descripción Presencia reducida de árboles			Irregular ()		Media 12 a 25 ()	Muy escarpado 150 a 200 ()	25 a 50 ()	>300 (X)
Arbustivo (X)							Media a fuerte 25 a 40 ()	Abrupta >200 ()		
Herbáceo (X)	Cultivo permanente ()						Longitud de la vertiente			
Cultivo anual ()	Eriales ()						Muy Corta <15 ()	Corta 15 a 50 ()	Mod. Larga 50 a 250 a ()	
							Larga 250 a 500 (X)	Muy larga >500 ()		
OTROS ASPECTOS (Situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.)						FOTOGRAFÍA				
Existencia de río en el pie de la vertiente, presencia de caminos de herradura.										



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja



DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA										
CÓDIGO	10	FECHA	1/8/2022	2. GEOMORFOLOGÍA						
POSICIÓN OBSERVADOR	Lateral			Unidad Ambiental			Unidad geomorfológica			
1. UBICACIÓN				Laderas			Vertiente rectilínea con fuerte disección			
DIVISIÓN POLÍTICA		LOCALIZACIÓN		Morfología			Morfometría			
PROVINCIA	Loja	WGS 84 ZONA 17S		Forma de Cima	Forma de Vertiente	Forma de Valle	Pendiente (%)		Desnivel Relativo (m)	
CANTÓN	Saraguro	X	686227,13m	Aguda (X)	Cóncavo ()	En U ()	Plano 0 a 2 ()	Fuerte 40 a 70 (X)	0 a 5 m ()	50 a 100 (X)
PARROQUIA	Selva Alegre	Y	9607850,34m	Redondeada ()	Convexa ()	En V (X)	Muy suave 2 a 5 ()	Muy fuerte 70 a 100 ()	5 a 15 ()	100 a 200 ()
SECTOR	Este	Z	2520 m s.n.m.	Plana ()	Rectilínea (X)	Plano ()	Suave 5 a 12 ()	Escarpado 100 a 150 ()	15 a 25 ()	200 a 300 ()
2. COBERTURA VEGETAL				Plana ()	Irregular ()	Plano ()	Media 12 a 25 ()	Muy escarpado 150 a 200 ()	25 a 50 ()	>300 ()
Árboles ()	Cultivo semipermanente ()	Descripción Presencia reducida de árboles y hierba seca	Media a fuerte 25 a 40 ()				Abrupta >200 ()			
Arbustivo ()										
Herbáceo (X)	Cultivo permanente ()									
Cultivo anual ()	Eriales ()									
				Longitud de la vertiente						
				Muy Corta <15 () Corta 15 a 50 () Mod. Larga 50 a 250 a ()						
				Larga 250 a 500 () Muy larga >500 (X)						
OTROS ASPECTOS (Situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.)						FOTOGRAFÍA				
Existencia de quebrada en el pie de la vertiente, presencia vial.										



DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA											
CÓDIGO	13	FECHA	1/8/2022	2. GEOMORFOLOGÍA							
POSICIÓN OBSERVADOR	Lateral			Unidad Ambiental			Unidad geomorfológica				
1. UBICACIÓN				Vertientes			Vertiente abrupta				
DIVISIÓN POLÍTICA		LOCALIZACIÓN		Morfología			Morfometría				
PROVINCIA	Loja	WGS 84 ZONA 17S					Pendiente (%)		Desnivel Relativo (m)		
CANTÓN	Saraguro	X	686593,06m	Forma de Cima	Forma de Vertiente	Forma de Valle					
PARROQUIA	Selva Alegre	Y	9606199,47m	Aguda (X)	Cóncavo ()	En U ()	Plano 0 a 2 ()	Fuerte 40 a 70 ()	0 a 5 m ()	50 a 100 ()	
SECTOR	Este	Z	2460 m s.n.m.	Redondeada ()	Convexa ()	En V (X)	Muy suave 2 a 5 ()	Muy fuerte 70 a 100 (X)	5 a 15 ()	100 a 200 (X)	
2. COBERTURA VEGETAL				Plana ()	Rectilínea (X)	Plano ()	Suave 5 a 12 ()	Escarpado 100 a 150 ()	15 a 25 ()	200 a 300 ()	
Árboles (X)	Cultivo semipermanente ()	Descripción Presenta vegetación			Irregular ()		Media 12 a 25 ()	Muy escarpado 150 a 200 ()	25 a 50 ()	>300 ()	
Arbustivo ()							Media a fuerte 25 a 40 ()	Abrupta >200 ()			
Herbáceo (X)	Cultivo permanente ()					Longitud de la vertiente					
Cultivo anual ()	Eriales ()					Muy Corta <15 () Corta 15 a 50 () Mod. Larga 50 a 250 a ()					
								Larga 250 a 500 (X) Muy larga >500 ()			
OTROS ASPECTOS (Situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.)						FOTOGRAFÍA					
Presencia de caminos de herradura.											



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja




DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA										
CÓDIGO	26	FECHA	1/8/2022	2. GEOMORFOLOGÍA						
POSICIÓN OBSERVADOR	Frontal			Unidad Ambiental			Unidad geomorfológica			
1. UBICACIÓN				Poligénica			Interfluvio de cimas estrechas			
DIVISIÓN POLÍTICA		LOCALIZACIÓN		Morfología			Morfometría			
PROVINCIA	Loja	WGS 84 ZONA 17S								
CANTÓN	Saraguro	X	686083,62m	Forma de Cima	Forma de Vertiente	Forma de Valle	Pendiente (%)		Desnivel Relativo (m)	
PARROQUIA	Selva Alegre	Y	9608080,54m	Aguda (X)	Cóncavo ()	En U ()	Plano 0 a 2 ()	Fuerte 40 a 70 (X)	0 a 5 m ()	50 a 100 ()
SECTOR	Este	Z	2553 m s.n.m.	Redondeada ()	Convexa ()	En V (X)	Muy suave 2 a 5 ()	Muy fuerte 70 a 100 ()	5 a 15 ()	100 a 200 ()
2. COBERTURA VEGETAL				Plana ()	Rectilínea ()	Plano ()	Suave 5 a 12 ()	Escarpado 100 a 150 ()	15 a 25 ()	200 a 300 ()
Árboles (X)	Cultivo semipermanente ()	Descripción Presenta vegetación			Irregular (X)		Media 12 a 25 ()	Muy escarpado 150 a 200 ()	25 a 50 ()	>300 (X)
Arbustivo ()							Media a fuerte 25 a 40 ()	Abrupta >200 ()		
Herbáceo (X)	Cultivo permanente ()						Longitud de la vertiente			
Cultivo anual ()	Eriales ()						Muy Corta <15 ()	Corta 15 a 50 ()	Mod. Larga 50 a 250 a ()	
							Larga 250 a 500 (X)	Muy larga >500 ()		
OTROS ASPECTOS (Situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.)						FOTOGRAFÍA				
Existencia de un río en el pie de la vertiente, poca presencia vial.										



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja



DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA										
CÓDIGO	17	FECHA	1/8/2022	2. GEOMORFOLOGÍA						
POSICIÓN OBSERVADOR		Lateral		Unidad Ambiental			Unidad geomorfológica			
1. UBICACIÓN				Ladera			Vertiente heterogénea			
DIVISIÓN POLÍTICA		LOCALIZACIÓN		Morfología			Morfometría			
PROVINCIA	Loja	WGS 84 ZONA 17S								
CANTÓN	Saraguro	X	686845,04m	Forma de Cima	Forma de Vertiente	Forma de Valle	Pendiente (%)		Desnivel Relativo (m)	
PARROQUIA	Selva Alegre	Y	9609489,31m	Aguda (X)	Cóncavo ()	En U ()	Plano 0 a 2 ()	Fuerte 40 a 70 (X)	0 a 5 m ()	50 a 100 (X)
SECTOR	Este	Z	2005 m s.n.m.	Redondeada ()	Convexa ()	En V (X)	Muy suave 2 a 5 ()	Muy fuerte 70 a 100 ()	5 a 15 ()	100 a 200 ()
2. COBERTURA VEGETAL				Plana ()	Rectilínea ()	Plano ()	Suave 5 a 12 ()	Escarpado 100 a 150 ()	15 a 25 ()	200 a 300 ()
Árboles ()	Cultivo semipermanente ()	Descripción Presenta vegetación			Irregular (X)		Media 12 a 25 ()	Muy escarpado 150 a 200 ()	25 a 50 ()	>300 ()
Arbustivo ()							Media a fuerte 25 a 40 ()	Abrupta >200 ()		
Herbáceo (X)	Cultivo permanente ()						Longitud de la vertiente			
Cultivo anual ()	Eriales ()						Muy Corta <15 ()	Corta 15 a 50 ()	Mod. Larga 50 a 250 a ()	
							Larga 250 a 500 (X)	Muy larga >500 ()		
OTROS ASPECTOS (Situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.)						FOTOGRAFÍA				
Presencia de caminos de herradura										



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja



DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA										
CÓDIGO	20	FECHA	1/8/2022	2. GEOMORFOLOGÍA						
POSICIÓN OBSERVADOR	Lateral			Unidad Ambiental			Unidad geomorfológica			
1. UBICACIÓN				Ladera			Vertiente heterogénea con fuerte disección			
DIVISIÓN POLÍTICA		LOCALIZACIÓN		Morfología			Morfometría			
PROVINCIA	Loja	WGS 84 ZONA 17S		Forma de Cima	Forma de Vertiente	Forma de Valle	Pendiente (%)		Desnivel Relativo (m)	
CANTÓN	Saraguro	X	687170,58m							
PARROQUIA	Selva Alegre	Y	9609384,79m	Aguda (X)	Cóncavo ()	En U ()	Plano 0 a 2 ()	Fuerte 40 a 70 (X)	0 a 5 m ()	50 a 100 ()
SECTOR	Este	Z	2075 m s.n.m.	Redondeada ()	Convexa ()	En V (X)	Muy suave 2 a 5 ()	Muy fuerte 70 a 100 ()	5 a 15 ()	100 a 200 (X)
2. COBERTURA VEGETAL				Plana ()	Rectilínea ()	Plano ()	Suave 5 a 12 ()	Escarpado 100 a 150 ()	15 a 25 ()	200 a 300 ()
Árboles ()	Cultivo semipermanente ()	Descripción No se evidencia árboles en la geoforma					Media 12 a 25 ()	Muy escarpado 150 a 200 ()	25 a 50 ()	>300 ()
Arbustivo (X)							Media a fuerte 25 a 40 ()	Abrupta >200 ()		
Herbáceo (X)							Longitud de la vertiente			
Cultivo anual ()							Muy Corta <15 ()		Corta 15 a 50 ()	Mod. Larga 50 a 250 a ()
				Larga 250 a 500 (X)		Muy larga >500 ()				
OTROS ASPECTOS (Situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.)						FOTOGRAFÍA				
Presencia de río en el pie de la vertiente y presencia de caminos de herradura.										



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja



DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA										
CÓDIGO	21	FECHA	1/8/2022	2. GEOMORFOLOGÍA						
POSICIÓN OBSERVADOR	Lateral			Unidad Ambiental			Unidad geomorfológica			
1. UBICACIÓN				Ladera			Coluvión antiguo			
DIVISIÓN POLÍTICA		LOCALIZACIÓN		Morfología			Morfometría			
PROVINCIA	Loja	WGS 84 ZONA 17S		Forma de Cima	Forma de Vertiente	Forma de Valle	Pendiente (%)		Desnivel Relativo (m)	
CANTÓN	Saraguro	X	687901,21m							
PARROQUIA	Selva Alegre	Y	9607656,78m	Aguda ()	Cóncavo ()	En U (X)	Plano 0 a 2 ()	Fuerte 40 a 70 ()	0 a 5 m ()	50 a 100 ()
SECTOR	Este	Z	1900m s.n.m.	Redondeada ()	Convexa (X)	En V ()	Muy suave 2 a 5 ()	Muy fuerte 70 a 100 ()	5 a 15 ()	100 a 200 ()
2. COBERTURA VEGETAL				Plana (X)	Rectilínea ()	Plano ()	Suave 5 a 12 ()	Escarpado 100 a 150 ()	15 a 25 ()	200 a 300 (X)
Árboles (X)	Cultivo semipermanente ()	Descripción			Irregular ()		Media 12 a 25 ()	Muy escarpado 150 a 200 ()	25 a 50 ()	>300 ()
Arbustivo (X)							Mixta ()	Media a fuerte 25 a 40 (X)	Abrupta >200 ()	
Herbáceo (X)	Cultivo permanente ()						Longitud de la vertiente			
Cultivo anual ()	Eriales ()						Muy Corta <15 ()	Corta 15 a 50 ()	Mod. Larga 50 a 250 a ()	
								Larga 250 a 500 (X)	Muy larga >500 ()	
OTROS ASPECTOS (Situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.)						FOTOGRAFÍA				
Presencia de una llanura plana, déficit vial										



Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja



DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA											
CÓDIGO	23	FECHA	1/8/2022	2. GEOMORFOLOGÍA							
POSICIÓN OBSERVADOR	Lateral			Unidad Ambiental			Unidad geomorfológica				
1. UBICACIÓN				Poligénica			Coluvio-aluvial antiguo				
DIVISIÓN POLÍTICA		LOCALIZACIÓN		Morfología			Morfometría				
PROVINCIA	Loja	WGS 84 ZONA 17S		Forma de Cima	Forma de Vertiente	Forma de Valle	Pendiente (%)		Desnivel Relativo (m)		
CANTÓN	Saraguro	X	688346,27m								
PARROQUIA	Selva Alegre	Y	9607086,13m	Aguda ()	Cóncavo ()	En U ()	Plano 0 a 2 ()	Fuerte 40 a 70 (X)	0 a 5 m ()	50 a 100 ()	
SECTOR	Este	Z	1850 m s.n.m.	Redondeada ()	Convexa (X)	En V (X)	Muy suave 2 a 5 ()	Muy fuerte 70 a 100 ()	5 a 15 ()	100 a 200 ()	
2. COBERTURA VEGETAL				Plana (X)	Rectilínea ()	Plano ()	Suave 5 a 12 ()	Escarpado 100 a 150 ()	15 a 25 ()	200 a 300 (X)	
Árboles ()	Cultivo semipermanente ()	Descripción Presencia herbácea			Irregular ()		Media 12 a 25 ()	Muy escarpado 150 a 200 ()	25 a 50 ()	>300 ()	
Arbustivo ()							Media a fuerte 25 a 40 ()	Abrupta >200 ()			
Herbáceo (X)							Cultivo permanente ()	Longitud de la vertiente			
Cultivo anual ()							Eriales ()	Muy Corta <15 ()	Corta 15 a 50 ()	Mod. Larga 50 a 250 a ()	
							Larga 250 a 500 (X)	Muy larga >500 ()			
OTROS ASPECTOS (Situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.)						FOTOGRAFÍA					
Presencia de una llanura plana, además de una quebrada y caminos de herradura											



Anexo 21 Certificación de traducción del resumen

Loja, 4 de abril de 2023

Yo, Kerly María Quezada Gualan, con número de cédula de identidad 1900872118 LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACION MENCION IDIOMA INGLES.

CERTIFICO:

Que, he realizado la traducción al idioma inglés del resumen del Trabajo de Titulación denominado: **Susceptibilidad a deslizamientos a escala 1:5000, de la Zona Este de la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja**”, elaborado por el Sr. Juan José Alverca Moreno, con CI: 1900818806 egresado de la carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial de la Universidad Nacional de Loja.

Certifico en honor a la verdad, facultando al portador del presente documento, hacer el uso legal pertinente.

Atentamente:

.....
Lic. Kerly María Quezada Gualan

0997392663

REGISTRO SENESCYT: 1008-2020-2159143