



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**

**Levantamiento geológico – estructural, escala 1:1 000 de la vía Loja –  
Saraguro, abscisas km 60+100 hasta km 64+900, Cantón Saraguro,  
Provincia de Loja**

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

**AUTORA:**

Josselyn Gabriela Pardo Cruz

**DIRECTOR:**

Ing. Walter Simón Tambo Encalada, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2023

## **Certificación**

Loja, 04 de agosto de 2023

Ing. Walter Simón Tambo Encalada Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Levantamiento geológico – estructural, escala 1:1 000 de la vía Loja – Saraguro, abscisas km 60+100 hasta km 64+900, Cantón Saraguro, Provincia de Loja**, previo a la obtención del título de **Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, de autoría de la estudiante **Josselyn Gabriela Pardo Cruz**, con **cédula de identidad N° 1105683617**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Walter Simón Tambo Encalada Mg. Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **Autoría**

Yo, **Josselyn Gabriela Pardo Cruz**, declaro ser la autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido 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:** 1105683617

**Fecha:** 10 /10/2023

**Correo electrónico:** [josselyn.pardo@unl.edu.ec](mailto:josselyn.pardo@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0960256294

**Carta de autorización de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o  
publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.**

Yo, **Josselyn Gabriela Pardo Cruz**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Levantamiento geológico – estructural, escala 1:1 000 de la vía Loja – Saraguro, abscisas km 60+100 hasta km 64+900, Cantón Saraguro, Provincia de Loja**, como requisito para optar el título de **Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**; autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar los contenidos 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 del plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

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

**Firma:**

**Autora:** Josselyn Gabriela Pardo Cruz

**Cédula:** 1105683617

**Dirección:** Ciudadela Daniel Álvarez

**Correo electrónico:** josselyn.pardo@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0960256294

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Titulación:** Ing. Walter Simón Tambo Encalada, Mg. Sc.

## **Dedicatoria**

A mis padres y hermanos, por ser mi fortaleza y apoyo,

A mi mamá Mariela, por apoyarme constantemente,

Esto es para ustedes.

***Josselyn Gabriela Pardo Cruz***

## **Agradecimiento**

Poner a Dios en el centro de mi vida, no ha traído más que bendiciones y enseñanzas, es por ello que quiero expresar mi entero agradecimiento, por ser mi guía en cada paso que doy y daré en mi vida.

Agradezco a mis padres Iván y Mariela, porque gracias a su amor constante, su paciencia, su entendimiento a muchas adversidades por las que pasé, y sobre todo por acompañarme en cada paso que he dado, por su presencia en mi vida.

A mis hermanos Bright y Mateo porque además de ser mi equipo, son un apoyo y mi cable a la Tierra, así como a mis pequeños sobrinos Camila y Joaquín por su amor incondicional.

A mi abuela Teresa por su inmenso cariño y consideración.

A mi director del Trabajo de Titulación Ing. Walter Tambo por ser mi guía en la ardua labor de elaborar mi investigación, a mis profesores durante toda mi etapa de carrera universitaria, que siempre estuvieron para llenarme de enseñanzas y contribuir con mi aprendizaje constante, y finalmente a la Universidad Nacional de Loja por darme la oportunidad de formarme académicamente y alcanzar mi título de tercer nivel.

*Con cariño,*

***Josselyn Gabriela Pardo Cruz***

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización.</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>vii</b>
Índice de tablas .....	x
Índice de figuras.....	xi
Índice de anexos:.....	xiv
<b>1. Título</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Resumen</b> .....	<b>2</b>
2.1 Abstract.....	3
<b>3. Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Marco Teórico</b> .....	<b>6</b>
4.1 Geología .....	6
4.2 Roca.....	6
4.3 Clasificación de las Rocas .....	7
4.3.1 Rocas Sedimentarias .....	7
4.3.2 Rocas Ígneas .....	7
4.3.3 Rocas Metamórficas.....	7
4.4 Depósitos Sedimentarios .....	7
4.4.1 Depósitos Coluviales .....	8
4.4.2 Depósitos Aluviales .....	8
4.4.3 Depósitos Lacustres .....	8
4.4.4 Depósitos Litorales .....	8
4.4.5 Depósitos Glaciares .....	8
4.4.6 Depósitos de climas áridos y desértico .....	9
4.4.7 Depósitos Evaporíticos .....	9
4.4.8 Depósitos de climas tropicales.....	9
4.4.9 Depósitos de origen volcánico .....	9
4.5 Geología Estructural.....	9
4.5.1 Esfuerzos.....	10
4.5.2 Estructuras Primarias .....	10
4.5.3 Estructuras Secundarias .....	10
4.6 Levantamiento Geológico Estructural .....	14
4.7 Mapeo Geológico .....	14
4.7.1 Métodos de Mapeo Geológico .....	14

4.8	Unidades de Mapeo .....	15
4.9	Unidades Litológicas .....	15
4.10	Contactos Litológicos .....	15
4.10.1	Tipos de Contactos Litológicos. ....	16
4.11	Estratigrafía .....	16
4.12	Columnas Estratigráficas .....	17
4.13	Mapa Geológico .....	17
4.14	Perfiles Geológicos .....	17
4.15	Fotointerpretación.....	18
4.16	Topografía .....	20
4.17	Levantamiento Topográfico.....	20
4.17.1	Levantamiento Topográfico con Estación Total .....	20
4.18	Mapa Topográfico .....	21
4.19	Cartografía .....	21
4.19.1	Elementos Cartográficos .....	22
4.19.2	Curvas de Nivel .....	23
4.19.3	Proyecciones Cartográficas.....	23
4.19.4	Tipos de Mapas.....	24
4.19.5	Cartografía de Estructuras Geológicas.....	24
4.20	Sistema de Información Geográfica.....	25
4.20.1	Modelo de Datos.....	25
<b>5.</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>27</b>
5.1	Área de Estudio .....	27
5.1.1	Ubicación.....	27
5.1.2	Acceso.....	27
5.2	Materiales .....	29
5.3	Procedimiento.....	31
5.4	Aspectos Fisiográficos.....	32
5.4.1	Geología Regional .....	32
5.4.2	Clima.....	35
5.4.3	Uso de Suelo .....	38
5.5	Metodología para el Primer Objetivo .....	40
5.5.1	Pendientes .....	41
5.5.2	Geomorfología .....	42
5.6	Metodología para el Segundo Objetivo .....	42
5.7	Metodología para el tercer objetivo .....	48
<b>6.</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>50</b>
6.1	Área de Estudio .....	50
6.2	Resultado del primer objetivo: Levantamiento Topográfico .....	50
6.2.1	Pendientes .....	53



6.2.2	Geomorfología .....	53
6.3	Resultado del segundo objetivo: Marco Geológico – Estructural .....	59
6.3.1	Geología Local.....	59
6.3.2	Descripción de Excavaciones.....	66
6.4	Resultado del tercer objetivo: Cartografía geológica – estructural.....	72
<b>7.</b>	<b>Discusión .....</b>	<b>76</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>78</b>
<b>9.</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>79</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>80</b>
<b>11.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>83</b>

## Índice de tablas:

<b>Tabla 1.</b> <i>Escala de determinación de heterogeneidad en las rocas.</i> .....	6
<b>Tabla 2.</b> <i>Clasificación de fallas</i> .....	11
<b>Tabla 3.</b> <i>Clasificación de pliegues</i> .....	13
<b>Tabla 4.</b> <i>Clasificación de diaclasas</i> .....	14
<b>Tabla 5:</b> <i>Características técnicas de presentación de un mapa geológico a escala 1:1000</i> ..	22
<b>Tabla 6.</b> <i>Coordenadas de inicio - final del tramo de estudio</i> .....	27
<b>Tabla 7.</b> <i>Materiales y equipos utilizados para el desarrollo de la investigación.</i> .....	29
<b>Tabla 8.</b> <i>Porcentajes de usos de suelo en el sector de estudio.</i> .....	38
<b>Tabla 9.</b> <i>Anchos de fajas topográficas</i> .....	40
<b>Tabla 10.</b> <i>Rango de pendientes según (Demek, 1972)</i> .....	42
<b>Tabla 11.</b> <i>Categorías de relieve.</i> .....	42
<b>Tabla 12.</b> <i>Aspectos a considerar para la identificación de fallas</i> .....	48
<b>Tabla 13.</b> <i>Cotas del sector de estudio.</i> .....	50
<b>Tabla 14.</b> <i>Rangos de pendientes</i> .....	53
<b>Tabla 15.</b> <i>Definición de la categoría de Mesorelieve.</i> .....	54
<b>Tabla 16.</b> <i>Geoformas del sector de estudio</i> .....	54
<b>Tabla 17.</b> <i>Registro de levantamiento geológico.</i> .....	66
<b>Tabla 18.</b> <i>Ubicación de calicatas, del sector de estudio.</i> .....	66
<b>Tabla 19.</b> <i>Litologías del sector de estudio.</i> .....	72
<b>Tabla 20.</b> <i>Puntos de Calicatas y las litologías del sector.</i> .....	73
<b>Tabla 21.</b> <i>Puntos de Deslizamientos y las litologías del sector.</i> .....	73
<b>Tabla 22.</b> <i>Perfiles geológicos del sector de estudio</i> .....	74

## Índice de figuras:

<b>Figura 1.</b> Elementos estructurales de una falla.....	11
<b>Figura 2.</b> Simbología de fallas inversas. ....	12
<b>Figura 3.</b> Simbología de fallas normales.....	12
<b>Figura 4.</b> Elementos y juntas de un pliegue.....	13
<b>Figura 5.</b> Representación de unidades litológicas y tipos de contactos.....	16
<b>Figura 6.</b> Elemento de presentación de una columna estratigráfica .....	17
<b>Figura 7.</b> Elementos de presentación de un perfil geológico .....	17
<b>Figura 8.</b> Estereograma de rocas sedimentarias con formación de planchas. ....	18
<b>Figura 9.</b> Evidencias de falla.....	19
<b>Figura 10.</b> Modelo de levantamiento topográfico. ....	20
<b>Figura 11.</b> Representación gráfica de una superficie del terreno. ....	21
<b>Figura 12.</b> Formato de presentación de un mapa geológico a escala 1:1000. ....	21
<b>Figura 13.</b> Curvas de nivel o isohipsas .....	23
<b>Figura 14.</b> Brújula tipo Brunton y sus partes. ....	24
<b>Figura 15.</b> Limbo graduado en cuadrantes y acimutal. ....	25
<b>Figura 16.</b> Conversión entre distintos formatos de información.....	26
<b>Figura 17.</b> Acceso vía terrestre de Quito-Loja.....	28
<b>Figura 18.</b> Acceso vía terrestre al sector de estudio desde la ciudad de Loja. ....	28
<b>Figura 19.</b> Ubicación del Sector de Estudio.....	30
<b>Figura 20.</b> Geología Regional del sector de estudio. ....	33
<b>Figura 21.</b> Isotermas del sector de estudio.....	36
<b>Figura 22.</b> Isoyetas del sector de estudio .....	37
<b>Figura 23.</b> Uso de suelo del sector de estudio.....	39
<b>Figura 24.</b> Toma de datos en campo, levantamiento topográfico. ....	40
<b>Figura 25.</b> Model Builder para pendientes, del sector de estudio. ....	41
<b>Figura 26.</b> Procedimiento de la fotointerpretación litológica. ....	43
<b>Figura 27.</b> Excavación de calicatas, en el sector de estudio.....	44
<b>Figura 28.</b> Descripción de deslizamientos. ....	44
<b>Figura 29.</b> Etiqueta de muestras.....	45
<b>Figura 30.</b> Análisis macroscópico de muestras.....	46
<b>Figura 31.</b> Clasificación de rocas sedimentarias detríticas.....	46

<b>Figura 32.</b> <i>Clasificación de los grupos de rocas ígneas según su composición mineral y su textura.....</i>	47
<b>Figura 33.</b> <i>Jerarquía cronoestratigráfica / geocronológica del Cenozoico. ....</i>	49
<b>Figura 34.</b> <i>Topografía del sector de estudio. ....</i>	51
<b>Figura 35.</b> <i>Perfil Topográfico A - A´ .....</i>	52
<b>Figura 36.</b> <i>Perfil Topográfico B - B´ .....</i>	52
<b>Figura 37.</b> <i>Perfil Topográfico B - B´ .....</i>	53
<b>Figura 38.</b> <i>Colina Alta, del sector de estudio. ....</i>	55
<b>Figura 39.</b> <i>Colinas medias, del sector de estudio.....</i>	55
<b>Figura 40.</b> <i>Relieve montañoso, del sector de estudio .....</i>	56
<b>Figura 41.</b> <i>Colinas bajas, del sector de estudio. ....</i>	56
<b>Figura 42.</b> <i>Depósito de Deslizamiento 01. Comunidad Ilincho. ....</i>	57
<b>Figura 43.</b> <i>Depósito de Deslizamiento 02. Comunidad Ilincho. ....</i>	58
<b>Figura 44.</b> <i>Depósito de Deslizamiento 03. Comunidad Ilincho. ....</i>	58
<b>Figura 45.</b> <i>Depósito de Deslizamiento 04. Comunidad Ilincho. ....</i>	59
<b>Figura 46.</b> <i>Sobreposición de capas, para delimitar la Zona 1 litológica del sector de estudio. ....</i>	59
<b>Figura 47.</b> <i>Afloramiento LGE-034. Sector de estudio.....</i>	61
<b>Figura 48.</b> <i>Afloramiento LGE-005. Sector de estudio.....</i>	62
<b>Figura 49.</b> <i>Afloramiento LGE-002. Sector de estudio.....</i>	63
<b>Figura 50.</b> <i>Afloramiento LGE-077. Sector de estudio.....</i>	63
<b>Figura 51.</b> <i>Afloramiento LGE-011. Sector de estudio.....</i>	64
<b>Figura 52.</b> <i>Afloramiento LGE-057. Sector de estudio.....</i>	65
<b>Figura 53.</b> <i>Depósito Aluvial, en el sector de estudio.....</i>	65
<b>Figura 54.</b> <i>Calicata-001. Sector de estudio.....</i>	67
<b>Figura 55.</b> <i>Columna estratigráfica de calicata-001. Sector de estudio .....</i>	67
<b>Figura 56.</b> <i>Calicata-002. Sector de estudio.....</i>	68
<b>Figura 57.</b> <i>Columna estratigráfica de calicata-002. Sector de estudio .....</i>	68
<b>Figura 58.</b> <i>Calicata-003. Sector de estudio.....</i>	69
<b>Figura 59.</b> <i>Columna estratigráfica de calicata-003. Sector de estudio .....</i>	69
<b>Figura 60.</b> <i>Calicata-004. Sector de estudio.....</i>	70
<b>Figura 61.</b> <i>Columna estratigráfica de calicata-004. Sector de estudio .....</i>	70
<b>Figura 62.</b> <i>Correlación de las columnas estratigráficas del sector de estudio.....</i>	71
<b>Figura 63.</b> <i>Perfil Geológico A-A´ .....</i>	74

**Figura 64.** *Perfil Geológico B-B´* ..... 75

**Figura 65.** *Perfil Geológico C-C´* ..... 75

## Índice de anexos:

Anexo 1. Topografía sector de estudio.....	83
Anexo 2. Pendientes del sector de estudio .....	83
Anexo 3. Geomorfología del sector de estudio .....	83
Anexo 4. Litologías sector de estudio .....	83
<i>Anexo 4.1.</i> Registro de afloramientos sector de estudio.....	84
<i>Anexo 4.2.</i> Fichas de afloramientos sector de estudio.....	86
<i>Anexo 4.3.</i> Registro de calicatas sector de estudio .....	88
<i>Anexo 4.4.</i> Registro de deslizamientos sector de estudio .....	89
<i>Anexo 4.5.</i> Registro de rocas sector de estudio .....	93
Anexo 5. Geología Estructural del sector de estudio .....	83
<i>Anexo 6.</i> Fotointerpretación de acuerdo a la Textura, del sector de estudio. ....	94
<i>Anexo 7.</i> Fotointerpretación de acuerdo a la Cobertura Vegetal, del sector de estudio. ....	95
<i>Anexo 8.</i> Fotointerpretación de acuerdo al Tono, del sector de estudio.....	96
<i>Anexo 9.</i> Análisis de fotointerpretación del sector de estudio.....	97
<i>Anexo 10.</i> Certificado de traducción de resumen.....	98

## **1. Título**

**Levantamiento geológico – estructural, escala 1:1 000 de la vía Loja – Saraguro, abscisas  
km 60+100 hasta km 64+900, Cantón Saraguro, Provincia de Loja.**

## 2. Resumen

La vía Panamericana E-35, Troncal de la Sierra, Loja – Saraguro, conecta las provincias de Loja y Azuay, la cual al ser una vía de primer orden es utilizada por transportistas y transeúntes de forma constante, sin embargo, los daños viales son importante, desde los inicios de su construcción, por ello se delimitó un sector específico de estudio donde se observó un mayor daño vial, entre las progresivas, km 60+100 sector La Quesera hasta km 64+900 sector Las Lagunas, con 4.5 km de longitud y 200 m de faja, abarcando un área de 1.76 km<sup>2</sup>. Al tener como objetivo principal de investigación conocer las condiciones geológicas estructurales del sector, se tuvo como base el levantamiento topográfico con el método de taquimetría utilizando la estación total, luego mediante la técnica de fotointerpretación se interpretó la geología y las estructuras geológicas, posteriormente esta información fue corroborada en campo, y finalmente representada en un mapa geológico estructural utilizando herramientas GIS, que refleje las condiciones geológicas y estructurales del sector de estudio. De esta forma el sector delimitado presenta un relieve con pendientes medias y colinas de medias a altas, litológicamente predominan materiales volcánicos de tipo toba ignimbrítica y toba lítica correspondientes a las unidades Rio Sinincapa y Quebrada Tasqui, teniendo un basamento metamórfico compuesto de filita perteneciente a la Unidad Chigüinda.

**Palabras Clave:** *litología, fracturamiento, fotointerpretación, morfología,*



## 2.1 Abstract

The Panamericana highway E-35, Troncal de la Sierra, Loja – Saraguro, connects Loja and Azuay provinces, which being a first-order road is used by transporters and pedestrians constantly, however, the road damage is important from the beginning of its construction, for this reason a specific study sector was delimited where greater road damage was observed, among the progressive ones, km 60+100 La Quesera sector to km 64+900 Las Lagunas sector, with 4.5 km of length and 200 m of strip, covering an area of 1.76 km<sup>2</sup>. Having as its main research objective to know the structural geological conditions of the sector, the topographic survey was based on the tachymetry method using the total station, then through the photointerpretation technique the geology and geological structures were interpreted, later this information was corroborated in the field, finally represented in a structural geological map using GIS tools, which reflects the geological and structural conditions of the study sector. In this way, the delimited sector presents a relief with medium slopes and medium to high hills, lithologically, volcanic materials of the ignimbritic tuff and lithic tuff type predominate corresponding to the Rio Sinincapa and Quebrada Tasqui units, having a metamorphic basement composed of phyllite belonging to the Chigüinda Unit.

**Keywords:** *lithology, fracturing, photointerpretation, morphology,*

### **3. Introducción**

La geología es la ciencia que se enfoca al estudio de la Tierra, de una forma general, pero también se enfoca a múltiples ramas como paleontología, estratigrafía, sedimentología, geología estructural, del petróleo, etc., es por ello que a partir de cada uno de ellas se pueden obtener características geológicas del terreno, factor principal a considerar en obras civiles, etc., sin embargo, esta investigación se orienta a la parte geológica estructural de un sector delimitado.

Por ello, se precisó el estudio en un sector donde se podía observar daños viales, deslizamientos, filtraciones de agua, etc., que afectan la transitabilidad de la vía Panamericana, delimitando así el tramo de vía Loja – Saraguro, entre las abscisas, km 60+100 sector La Quesera hasta km 64+900, Sector Las Lagunas, con una faja de 200m por lado, Cantón Saraguro, Provincia de Loja.

Un levantamiento geológico estructural detallado permite conocer las características litológicas, geomorfológicas y estructurales de un sector, que, relacionados con los aspectos biofísico, pueden estar asociados con fracturamiento de los terrenos utilizados para la ganadería y agricultura.

Para el desarrollo de esta investigación, inicialmente se consideró una problemática que se centra en los tramos antes definidos de la vía Panamericana, y para ello se planteó objetivos enfocados a cada una de las herramientas que ayudaron a dar respuesta al porqué de estas condiciones geológicas.

Si bien es cierto, este estudio es detallado y se centra a un tramo específico de la vía Panamericana, y es por ello que para poder ser utilizado como estudio previo a una actualización del PDOT de Saraguro, obras viales de construcciones o reconstrucción de vía, éste sería útil, sin embargo, para poder tener una noción del estado geológico de la zona, es necesario contar con estudio detallados, abarcando mayor área de esta vía y del sector, además de estudios Geotécnicos, Sísmicos, estudios de Susceptibilidad, etc., ya que con estos estudios complementarios se podrá tener una realidad más clara sobre las condiciones de esta vía y el sector.

Por un lado, se obtuvo la forma del relieve, con lo cual se identificó que morfológicamente las colinas medias predominan, y, por otra parte, el sector litológicamente responde al basamento metamórfico el cual yace sobre los materiales sedimentarios.

Los objetivos planteados son los siguientes:

Desarrollar un levantamiento geológico – estructural a escala 1:1 000 de la vía Loja – Saraguro, entre las abscisas, km 60+100 sector La Qesera hasta km 64+900, Sector Las Lagunas, con una franja de 200m por lado, Cantón Saraguro, Provincia de Loja.

- Generar el mapa topográfico del área de estudio.
- Levantar la geología y sus componentes geológico – estructurales presentes en el área de estudio.
- Cartografiar el mapa geológico – estructural a escala 1:1 000 del sector de estudio.

## 4. Marco Teórico

### 4.1 Geología

La geología tiene el objetivo de estudiar y comprender la constitución y funcionamiento del planeta, que se trata de un sistema natural complejo que evoluciona bajo la acción combinada de muchos fenómenos. (Spikermann, 2010, p.16)

Según Blyth y de Freitas (2000) la geología es la ciencia encargada de estudiar la Tierra, las rocas y los procesos de su formación en un tiempo geológico, se encarga del estudio a detalle de las litologías desde el fondo del océano hasta las cimas de las montañas, considerando la mineralización, estratos, estructuras geológicas, contactos litológicos, está relacionada con la paleontología, geoquímica, geofísica; ciencias que ayudan a estudios más específicos.

### 4.2 Roca

Se refiere a una sustancia sólida constituida por un agregado de partículas o varias especies de minerales. (Fernández Maroto, 2020, p. 15)

Para poder definir o clasificar una roca, es necesario conocer inicialmente cual es su origen, para lo cual es importante el estudio de la Petrología, así es que teniendo un conocimiento previo de su origen se podrá tener a detalle cual es la clasificación de esta y posteriormente se estudia la Petrología que abarca la propia observación de cada una de las rocas. Para el geólogo o geóloga es fundamental que en campo, se mantenga una escala de trabajo de rocas, para poder ser analizadas, así también si se pretende que estas sean llevadas a un laboratorio de análisis, es importante trabajar con un tamaño ideal de la muestra de roca.

Según (Castro, 2015) manifiesta que, es de gran importancia que se trabaje con escalas, para conocer la homogeneidad, tamaño de grano, texturas y fábrica, en la Tabla 1, se puede observar las escalas de observación.

**Tabla 1.** Escala de determinación de heterogeneidad en las rocas.

Escala de observación	Tamaño de muestra	Tamaño de grano			
		F	M	G	MG
Lámina delgada	< 4cm				
Muestra de mano	4 - 20 cm				
Afloramiento	20 cm a 1 m				

Nota: (Castro, 2015)

## **4.3 Clasificación de las Rocas**

### **4.3.1 Rocas Sedimentarias**

Su nombre proviene del latín “sedimentum” que significa material que se asienta, los sedimentos se forman a partir del rompimiento de rocas antiguas, por restos de animales que vivían en ríos, estuarios, deltas, lagos, líneas de costa y mar, también pueden ser formados por la evaporación del agua y precipitación de minerales, luego de ello el agua percola los poros del sedimento que traen minerales y cubren los poros, actúan como un cementante, esta transformación se da por la presencia de materiales cementantes como (limo y arcillas), después inicia el proceso de compactación que es la consolidación del sedimento. El proceso de transformación de sedimentos a rocas sedimentarias se le conoce como diagénesis, que no solo incluye la cementación y compactación, sino también la solución y redepósito del material para producir rocas fuertes o débiles (Blyth y de Freitas, 2000).

### **4.3.2 Rocas Ígneas**

Su nombre proviene del latín “ígneas” que significa fuego, son rocas formadas por la solidificación del material fundido (magma) que se produce en el centro de la Tierra, que al enfriarse se convierte en roca. Es decir, las lavas y las intrusiones solidificadas constituyen las rocas ígneas.

Las rocas ígneas se clasifican en rocas ígneas extrusivas (cuando el magma sale a la superficie), mientras que se llama rocas ígneas intrusivas cuando el magma se solidifica dentro de la corteza terrestre (Blyth y de Freitas, 2000).

### **4.3.3 Rocas Metamórficas**

Las rocas metamórficas son formadas por la alteración de rocas ígneas o sedimentarias ya sea por el calor o presión, estas adquieren una nueva composición (Blyth y de Freitas, 2000).

## **4.4 Depósitos Sedimentarios**

De acuerdo con González de Vallejo et. al, (2002) manifiesta que los depósitos sedimentarios se forman por la acción de procesos geomorfológicos y climáticos, estos pueden clasificarse dependiendo de los materiales, granulometría, forma y tamaño, luego considerando todos estos factores, es posible proveer la disposición y geometría del depósito, propiedades

físicas y otros aspectos de interés geológico, y de acuerdo a ello, los depósitos sedimentarios se pueden clasificar en:

#### **4.4.1 Depósitos Coluviales**

Son materiales transportados por gravedad, su origen es local, producto de la alteración in situ de las rocas, su posterior transporte como derrubios de ladera, están asociados a masas inestables.

#### **4.4.2 Depósitos Aluviales**

Se refiere a materiales transportados y depositados por el agua, el tamaño de estas varía desde la arcilla hasta las gravas gruesas, cantos y bloques. Además, estas pueden distribuirse en forma estratiforme, con cierta clasificación, variando mucho su densidad, típicos en cauces y valles fluviales, llanuras y abanicos fluviales, terrazas y paleocauces.

#### **4.4.3 Depósitos Lacustres**

Estos son sedimentos de grano fino, predominan los limos y arcillas, su contenido en materia orgánica puede llegar a ser muy alto en zonas pantanosas, se encuentran en estructuras laminadas en niveles muy finos.

#### **4.4.4 Depósitos Litorales**

Son materiales formados en la zona intermareal por la acción mixta de ambientes continentales y marinos, predominan las arenas finas y los limos, pudiendo contener abundante materia orgánica y carbonatos.

#### **4.4.5 Depósitos Glaciares**

Se refiere a depósitos transportados y depositados por el hielo o por el agua de deshielo, éstos se forman por tillitas y morrenas, este tipo de depósitos contienen fracciones desde gravas gruesas a arcillas, están algo estratificadas y su granulometría decrece con las distancias al frente glaciar.

#### **4.4.6 Depósitos de climas áridos y desértico**

Este tipo de ambientes tienen implicaciones medioambientales como la desecación profunda, la acumulación de sales y la alta movilidad de los sedimentos con el viento, que condiciona el suelo con un muy bajo contenido de humedad y materia orgánica, pérdida de humedad por evaporación en la superficie y suelos áridos.

#### **4.4.7 Depósitos Evaporíticos**

Este tipo de depósitos están formados por la precipitación química de sales, cloruros o sulfatos, típicos de medios áridos o desérticos, lacustres, lagunares y litorales.

#### **4.4.8 Depósitos de climas tropicales**

Este tipo de depósitos se encuentran en regiones tropicales con alta humedad y altas temperaturas que determinan una intensa meteorización química, originando suelos residuales muy desarrollados.

#### **4.4.9 Depósitos de origen volcánico**

Para estos depósitos los suelos volcánicos pueden ser residuales por alteración de los materiales infrayacentes, resultado de depósitos limo-arenoso y arcillas, transportados como productos de las emisiones volcánicas dando acumulaciones de piroclásticos, de tipo lacustre o aluvial cuando son transportados.

### **4.5 Geología Estructural**

La geología estructural se encarga del estudio de los movimientos terrestres que afectan a las rocas sólidas provocando pliegues, diaclasas, fallas y clivajes, expresado también como el estudio de los mecanismos, condiciones en que se producen las deformaciones y las estructuras. Además, su estudio en campo es mucho más amplio, como se puede observar en la *Figura 1*, es complejo ya que no siempre pueden ser identificados en la superficie terrestre, sino que se debe hacer un reconocimiento a profundidad para poder identificar estas estructuras. (Varela, 2014)

#### 4.5.1 Esfuerzos

El esfuerzo hace referencia a la fuerza que se aplica al área de una roca, existen tres tipos:

**Compresión:** se refiere a cuando se comprime una roca por fuerzas dirigidas a todos lados, unas contra otras. Una roca al estar expuesta a este tipo de esfuerzo, produce la formación de pliegues o fallas, de acuerdo a su comportamiento ya sea dúctil o frágil.

**Tensión:** se refiere a cuando se tensiona por fuerzas sobre la misma línea, pero con una dirección contraria. Las rocas que son afectadas por este tipo de esfuerzos tienden a separarse.

**Cizalla:** este tipo de esfuerzo actúa en paralelo, pero sus direcciones son opuestas. Las rocas expuestas a este tipo de esfuerzo provocan una deformación y un desplazamiento poco espaciados. (Geoxnet, 2019)

#### 4.5.2 Estructuras Primarias

Las estructuras primarias se originan en la formación de las rocas en que se depositó en su emplazamiento, son frecuentes en rocas sedimentarias e ígneas, este tipo de estructuras son muy importantes para interpretar los procesos de acumulación o depósito y el medio en que fueron formados. (Arellano Gil et. al, 2002)

#### 4.5.3 Estructuras Secundarias

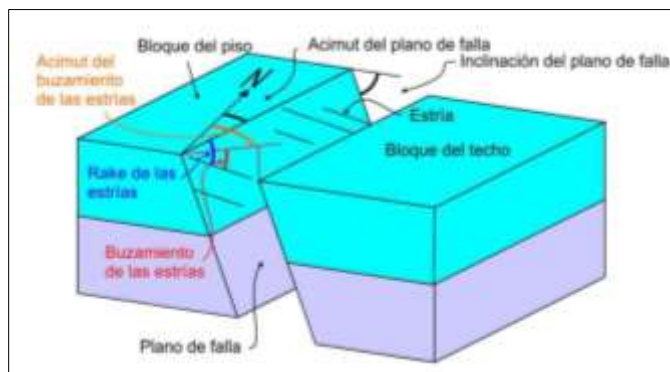
Las estructuras que se forman después de la litificación dando respuesta a los esfuerzos y a los cambios de temperatura, son llamados como deformación o metamorfismo, sus características dependen de su naturaleza de la roca que esté sujeta a procesos de deformación. (Arellano Gil et. al, 2002)

4.5.3.1 **Fallas.** Las fallas son una discontinuidad en la corteza terrestre, se produce cuando la deformación frágil de un material se rompe a favor de un plano de debilidad, tiene varios elementos que la conforman como se observa en la *Figura 1*, las fallas pueden clasificarse de acuerdo a varias variables como se lo puede observar en la *Tabla 2*.

De forma teórica y en campo es importante conocer la forma adecuada de medir la orientación de una falla, y los datos relevantes como se observa en la *Figura 2* y *Figura 3*, que se debe



tomar en consideración para una buena identificación y posterior análisis de cada estructura. (Carenas Fernández et al, 2014)



**Figura 1.** Elementos estructurales de una falla.  
Nota: (Echeveste, 2018)

**Tabla 2.** Clasificación de fallas

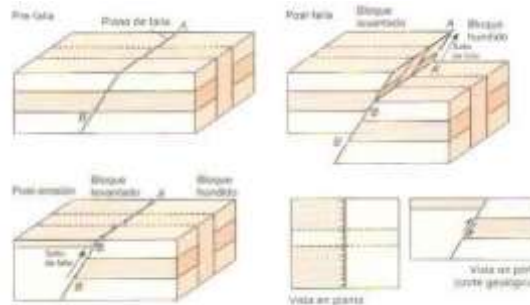
	TIPOS DE FALLAS
Según la inclinación del plano de falla	De alto ángulo ( $>45^\circ$ ) De bajo ángulo ( $<45^\circ$ ) Directa (normal o extensional)
Movimiento relativo de los bloques (no rotacionales)	Inversa De rumbo o transcurrente (dextral, derecha o sentido horario) De rumbo (sinistral, izquierda o sentido antihorario)
Fallas rotacionales	Inversa de bajo ángulo (corrimiento) De desplazamiento oblicuo en bisagra De desplazamiento oblicuo en tijeras
Relación entre el plano de falla y la estratificación	Paralela al rumbo de las capas Paralela a la inclinación de las capas Oblicua a las capas Paralela a la estratificación

Nota: (Echeveste, 2018)

**4.5.3.1.1 Falla Inversa.** Cuando el bloque se apoya sobre el plano de falla sube con respecto al otro bloque, el deslizamiento los bloques se producen en contra de la gravedad, por eso llevan el nombre de fallas inversas, este tipo de fallas suelen tener bajos buzamientos y se producen en zonas con esfuerzos comprensivos, al tener estos tipos de esfuerzos provoca elevaciones montañosas, y producen una disminución superficial, pero cuando llegan a tener fallas con muy bajos buzamientos reciben el nombre de cabalgamiento (Carenas Fernández et al, 2014).

- **Cabalgamiento:** se refiere a una falla inversa de ángulo bajo es decir menor a  $45^\circ$ , su componente de movimiento principal según su buzamiento y en la que el bloque o labio levantado se sitúa encima del bloque o labio hundido.

- **Sobre corrimiento:** normalmente tiene un ángulo menor de  $45^\circ$ , en donde el bloque de falla a lo largo del labio alto se desplaza en forma ascendente, a lo largo de la superficie de falla, respecto del labio bajo. (Arellano Gil et. al, 2002)

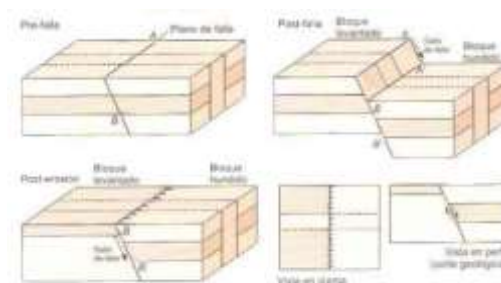


**Figura 2.** Simbología de fallas inversas.  
Nota: (Pozo et al. 2023)

**4.5.3.1.2 Falla Normal.** En el caso de las fallas normales el bloque de techo, el que se apoya en plano de falla, baja con respecto al otro bloque, el bloque de muro, es decir, el deslizamiento de los bloques se produce a favor de la gravedad terrestre. (Carenas Fernández et al, 2014)

Las fallas normales son provocadas por movimientos de extensivos, que aumentan la superficie y forman zonas deprimidas.

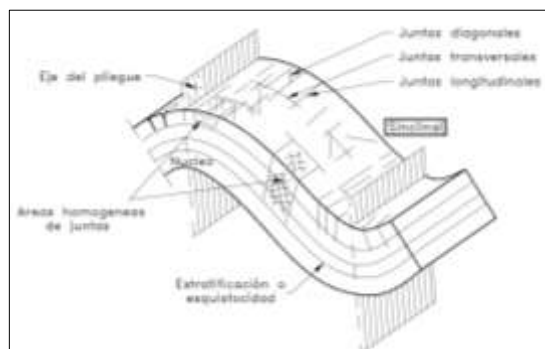
- **Horst:** conocido también como pilar tectónico muestra un movimiento hacia arriba en su interior, es decir, el sector central está constituida por rocas más antiguas.
- **Graben:** está formada por dos fallas normales paralelas con inclinación opuesta en un ambiente tectónico expansivo, es decir, el sector central se mueve relativamente abajo al respecto de los flancos. (Arellano Gil et. al, 2002)



**Figura 3.** Simbología de fallas normales.  
Nota: (Pozo et al. 2003)

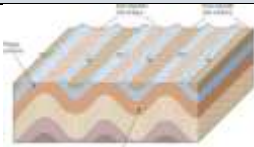
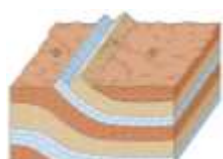
**4.5.3.2 Pliegues.** Los pliegues son típicos en rocas sedimentarias y metamórficas, los esfuerzos sobre la roca ocurren durante la formación de los pliegues, estos conducen al

desarrollo de juntas, estas juntas se ubican con respecto al eje del pliegue, que pueden ser: diagonales, transversal o longitudinal, los cuales generalmente se forman a ángulos rectos con estratificación o la esquistosidad plegada. En la *Figura 4*, se puede observar las partes de un pliegue, y la formación de juntas. (Suarez Díaz, 1998) Los pliegues se clasifican de acuerdo a varias variables como se lo puede observar en la *Tabla 3*.



**Figura 4.** Elementos y juntas de un pliegue  
 Nota: (Suarez Díaz, 1998)

**Tabla 3.** Clasificación de pliegues

		Tipos de Pliegues	
En función de hacia donde convergen o divergen		Anticlinal	
		Sinclinal	
		Monoclinal	
En función de la vergencia o inclinación		Rectos	
		Inclinados	
		Tumbados o recumbentes	

Nota: (Carenas Fernández et al, 2014)

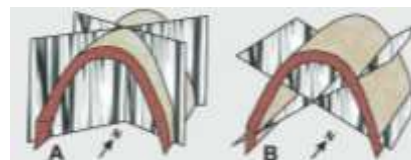
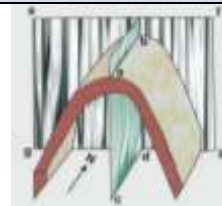
4.5.3.2 **Foliación.** Se refiere a la disposición laminada que adquieren los materiales sometidos a grandes presiones, estas presiones suelen estar asociadas al plegamiento o bien por el peso de rocas y sedimentos depositados encima. (Arellano Gil et. al, 2002)

4.5.3.3 **Diaclasas.** cuando se produce la deformación frágil de un material, pero este no produce un movimiento entre dos bloques, se lo denomina diaclasa.

Las diaclasas tienen la particularidad de presentarse de forma numerosa con un espaciado entre ellas, no muy grande se las denomina juegos de diaclasas. Cuando en un cuerpo rocoso hay dos tipos de orientaciones preferidas se constituyen un sistema de diaclasas. Se pueden clasificar de acuerdo a varias variables como se muestra en la *Tabla 4*.

**Tabla 4.** Clasificación de diaclasas

Tipos de Diaclasas	
<b>De acuerdo a su Geometría</b>	Diaclasas de rumbo
	Diaclasas de inclinación
	Diaclasas oblicuas o diagonales
<b>De acuerdo a su Genética</b>	Diaclasas de cizalla
	Diaclasas de tensión



Nota: (Varela, 2014)

## 4.6 Levantamiento Geológico Estructural

Un levantamiento geológico estructural utiliza técnicas de mapeo geológico y mapeo de estructuras ya sean estas primarias o secundarias, usa instrumentos topográficos y softwares para poder desarrollar el mapeo en condiciones reales del relieve y materiales que componen una zona en específico. (Echeveste, 2018)

## 4.7 Mapeo Geológico

El mapeo geológico se entiende como la recolección de datos en campo a detalle con la intención de presentar información con informes, mapas, análisis etc., del sector de estudio. Y este propósito se logra con el análisis a detalle de rocas, suelos, estructuras y todo detalle que puede ayudar a información relevante y real de la zona. (Echeveste, 2018, p. 170).

### 4.7.1 Métodos de Mapeo Geológico

**4.7.1.1 Mapeo de Contacto.** Es el método más utilizado, empleado en escala 1:20.000 y menores, consiste en el levantamiento a detalle de los contactos entre las distintas litologías utilizando como base la topografía, imágenes satelitales. Este método consiste en revisar en gabinete las imágenes aéreas y confirmar esta información en campo con afloramientos, sino se cuenta con fotografías aéreas se puede interpretar con un mapa topográfico y con ayuda de GPS ir ubicando las distintas litologías, la vegetación también puede ayudar al reconocimiento de material debido al tipo de vegetación se puede inferir el tipo de material, de acuerdo al drenaje también se puede inferir el tipo de litología o un contacto por falla que es bastante

común, este tipo de mapeo es de gran ayuda porque proporciona información a detalle. (Echeveste, 2018, p. 171).

**4.7.1.2 Método por Afloramiento o Mapeo de Todos los Afloramientos.** Este método es más utilizado en escala 1:10.000 y mayores, donde su propósito es estudiar cada uno de los afloramientos, su extensión, tipo de roca, y los grupos; encontrados en todo el recorrido de estudio. Este tipo de mapeo se lo utiliza en rocas metamórficas donde las rocas pueden presentar distinta variedad en pequeñas distancias. (Echeveste, 2018, p. 172).

**4.7.1.3 Método por Perfiles.** Este método es más utilizado en regiones grandes a escala 1:250.00 a 1:50.000, donde las estructuras no son muy complejas. Este método consiste en levantar la geología mientras se camina a lo largo del tramo de estudio, además da muy buenos resultados en zonas plegadas y corridas. (Echeveste, 2018, p. 173)

## **4.8 Unidades de Mapeo**

Consisten en rocas litológicamente distintas que tienen dimensiones y continuidad lateral suficientes para distinguirlas a la escala en que se está trabajando. La distribución de las unidades de mapeo se define en el mapa geológico mediante las trazas de los contactos, que podrían incluir superficies de falla, contactos estratigráficos conformes, contactos intrusivos o discordancias. Los contactos concordantes, discordantes e intrusivos son todos dibujados utilizando los mismos tipos de línea. El tipo de contacto representado en el mapa, visible o inferido, debe estar contenido en la información de la leyenda del mapa. (Echeveste, 2018)

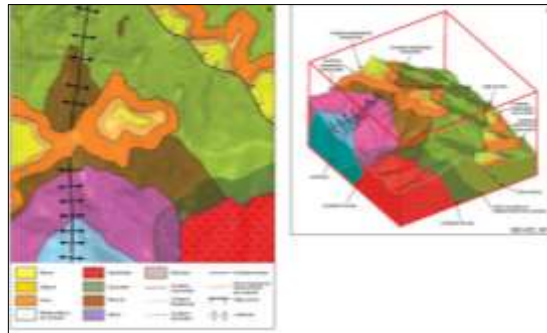
## **4.9 Unidades Litológicas**

Las formaciones geológicas es la mayor de las unidades litoestratigráficas que abarca un número de estratos, se distingue por ser una unidad mapeable a escala 1:25.000. Los estratos de una formación tienen características en común y son el resultado de las fluctuaciones de uno o varios factores dentro de un mismo ambiente. (Spikermann, 2010)

## **4.10 Contactos Litológicos**

Los contactos son las superficies que delimitan los volúmenes rocosos. En un mapa geológico se representa la línea de intersección entre la superficie que limita dos volúmenes de

roca diferentes y la superficie topográfica, como se lo observa representado en la *Figura 5*. (ICGC, 2010)



**Figura 5.** Representación de unidades litológicas y tipos de contactos  
*Nota:* (ICGC, 2010)

#### **4.10.1 Tipos de Contactos Litológicos.**

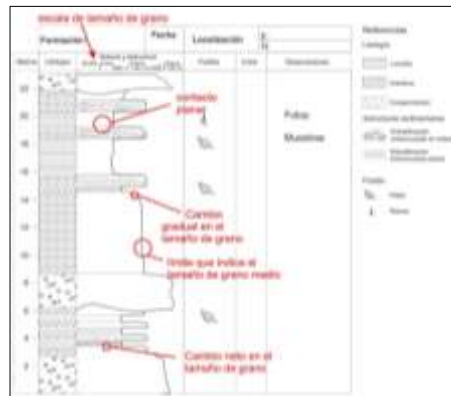
- **Contactos sedimentarios:** contactos originarios entre rocas sedimentarias, o entre estas y su sustrato.
- **Contactos ígneos:** contactos que limitan masas de rocas ígneas intrusivas de las rocas encajantes, o entre ellas mismas; en el caso de las rocas volcánicas la base de las coladas de lava también se considera así.
- **Límites de procesos metamórficos:** corresponden a los contornos de los volúmenes rocosos afectados por metamorfismo, es decir, el límite de la aureola de metamorfismo de contacto, o bien los límites entre diferentes zonas de metamorfismo regional.
- **Contactos mecánicos:** aquellos contactos entre unidades rocosas que corresponden a superficies de fractura, acompañados de un movimiento relativo de los dos bloques delimitados por éstas. Pueden ser de varios tipos, los más comunes son las fallas normales, los cabalgamientos y las fallas inversas. (ICGC, 2010)

#### **4.11 Estratigrafía**

Se refiere a los contactos entre la depositación de materiales durante su proceso de formación, esto se puede observar en rocas sedimentarias donde se encuentran mantos de arenisca sobre mantos de lutita, o en rocas volcánicas es común encontrar mantos de ceniza volcánica sobre mantos de basalto o viceversa. (Suarez Díaz, 1998)

#### 4.12 Columnas Estratigráficas

Una columna estratigráfica representa la sucesión cronológica de materiales de una zona específica. En la se *Figura 6*, observa el formato de presentación de las columnas estratigráficas (Carenas Fernández et al, 2014)



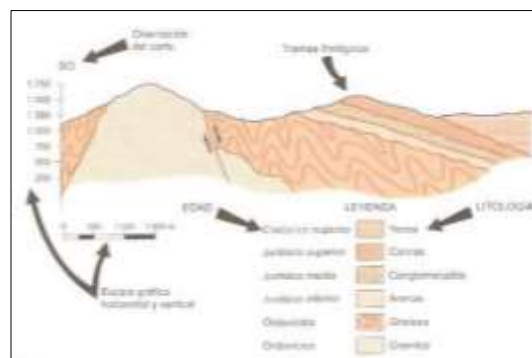
**Figura 6.** Elemento de presentación de una columna estratigráfica  
Nota: (Echeveste, 2018)

#### 4.13 Mapa Geológico

Los mapas sirven para transmitir información terrestre de los distintos cuerpos de roca, mediante puntos, líneas y polígonos. Los mapas deben estar referidos a un sistema de coordenadas que permitan realizar mediciones de distancias, ángulos o superficies. (Dávila, 2012) (Varela, 2014)

#### 4.14 Perfiles Geológicos

Los perfiles o cortes geológicos son perfiles perpendiculares de la estructura, es una interpretación gráfica en un plano vertical de la estructura geológica, en la *Figura 7*, se observa la presentación de un perfil o corte geológico. (López Moratalla, y otros)



**Figura 7.** Elementos de presentación de un perfil geológico  
Nota: (Pozo et al. 2003)

#### 4.15 Fotointerpretación

Según Naranjo (2015), la fotointerpretación se refiere al uso de fotografías aéreas para obtener información geológica cualitativa como cuantitativa.

Además, tiene como objetivo el estudio de la superficie terrestre, los diversos tipos de materiales, huellas y serie de procesos a lo largo del tiempo geológico. (p. 15-16)

Según Jauregui (2005), menciona que para la interpretación de fotografías aéreas puede realizarse mediante el uso de mecanismos tanto psicológicos como fisiológicos, puede ser por visión monocular o binocular.

Por un lado, la visión monocular está en la capacidad de reconstruir el espacio a partir de la visión obtenida a través de un ojo, mientras que la visión binocular corresponde a una visión con dos ojos con la cual se obtiene una visión binocular o estereoscópica, en ambos sentidos ambas visiones se aprecia la forma del relieve. (Jauregui, 2005)

De acuerdo a Elementos de Geología (2011), para la fotointerpretación se utilizan elementos que ayudan al reconocimiento y análisis de las fotografías aéreas que corresponden a características propias del sector, en la *Figura 8*, se muestra un ejemplo de las características consideradas para realizar la fotointerpretación, entre los cuales se nombran los siguiente:



**Figura 8.** Estereograma de rocas sedimentarias con formación de planchas.  
Nota: (Naranjo, 2015)

**Forma:** que corresponde a la forma de cada uno de los objetos en la fotografía aérea.

**Contexto Geográfico:** se refiere a la ubicación geográfica de los objetos presentes en una fotografía aérea.



**Tono:** se refiere a la cromática de grises que tienen los objetos en una fotografía aérea.

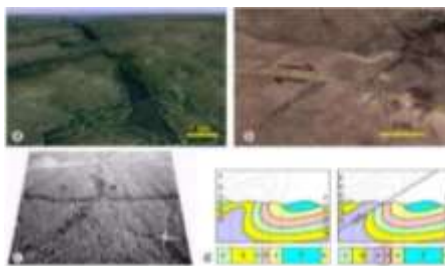
**Textura:** se refiere a la distribución de los tonos de grises en una fotografía.

**Patrones de distribución:** se refiere a la distribución espacial de un objeto o conjunto de objetos dentro de un objeto.

Así también para la fotointerpretación se sigue una secuencia de fases para este proceso:

1. **Lectura o reconocimiento:** en este paso se identifica los rasgos y objetos individuales que conforman las fotografías.
2. **Identificación de unidades homogéneas:** luego se debe identificar las zonas que presentes características similares como tonos, texturas, patrones, etc.
3. **Delimitación de las áreas mediante líneas de contacto:** luego se procede a delimitar las unidades homogéneas.
4. **Agrupamiento de áreas en unidades significativas:** luego de realizar la delimitación se procede a agrupar la delimitación de áreas similares.
5. **Descripción de las unidades:** para cada una de las áreas delimitadas se realiza una descripción de cada una de ellas.
6. **Control de campo:** luego se realiza la verificación en campo, en los puntos exactos en los que se tomaron las fotografías.
7. **Producción del mapa definitivo e informe de campo:** finalmente luego de realizar el trabajo de gabinete y el trabajo de campo se procede a realizar un mapa final y un informe complementario. (pp. 4-5)

La fotointerpretación para identificar estructuras geológicas es de gran utilidad, debido a la amplitud de las estructuras geológicas y la exageración del relieve, es por ello que se corre menos riesgo de equivocarse al usar esta técnica, en la *Figura 9*, se puede observar la fotointerpretación de una falla elementos, en la que se muestran los elementos considerados para su identificación.



**Figura 9.** Evidencias de falla.  
Nota: (Echeveste, 2018)

## 4.16 Topografía

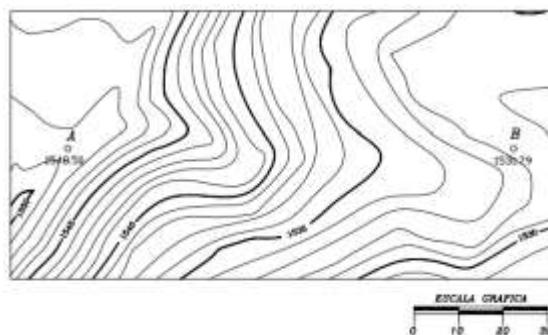
La topografía es la ciencia encargada de representar una porción plana de la superficie terrestre con todos sus detalles, el estudio topográfico se concentra en dos fases como es el levantamiento topográfico como tal que detalla la realidad que se encuentra en campo, y una segunda fase como es el replanteo que se encarga de señalar el terreno los detalles necesarios para el desarrollo de planos topográficos, es considerada como la base para muchos proyectos ingenieriles y está relacionada con muchas más ciencias como Geología, Geodesia, Cartografía, Ingeniería Civil, etc. (García et. al ,1994)

## 4.17 Levantamiento Topográfico

Este tipo de levantamientos se los realiza con el fin de determinar la configuración del terreno y su posición en la Tierra, para ello se necesita de la información necesaria para poder realizar la representación gráfica o mapas del área de estudio (Casanova Matera, 2002).

### 4.17.1 Levantamiento Topográfico con Estación Total

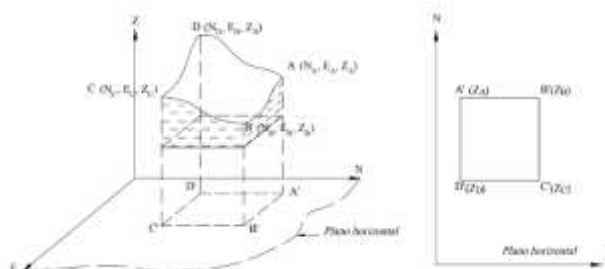
Los levantamientos topográficos con estación total tienen muchas ventajas frente a otros métodos, porque la toma de datos es automática y se la genera en formato ASCII, eliminando así los errores de lectura, anotación, transcripción y cálculo, además los cálculos de coordenadas se realizan por medio de programas de computación incorporados a dichas estaciones. En la *Figura 10*, se observa un ejemplo del levantamiento topográfico. (Casanova, 2002)



**Figura 10.** Modelo de levantamiento topográfico.  
Nota: (Casanova, 2002)

#### 4.18 Mapa Topográfico

Este tipo de mapa es una representación de la superficie del terreno mediante curvas de nivel que tiene como finalidad mostrara las variaciones del relieve de la Tierra, en la *Figura 11*, se puede observar la representación de este tipo de mapas. (Guerra, 2020)

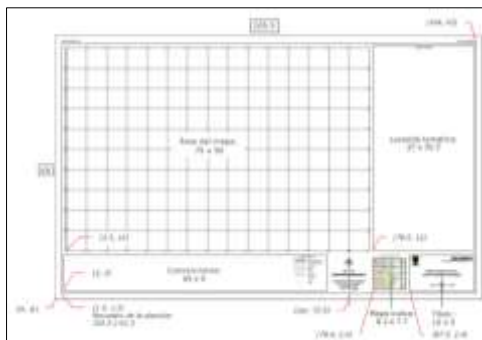


**Figura 11.** Representación gráfica de una superficie del terreno.  
Nota: (Casanova, 2002)

#### 4.19 Cartografía

La cartografía es la rama del grafismo que se ocupa de los métodos e instrumentos utilizados para exponer y expresar ideas, formas y relaciones en un espacio bi o tridimensional. La cartografía parte del principio de que los seres vivos, los fenómenos físicos y sus interrelaciones ocurren en un contexto temporal y espacial, y que por lo tanto es posible mapearlos. (Fallas, 2003)

La información levantada en campo es cubierta por vegetación, material arrastrado, etc., es por ello, que en los mapas geológicos se debe hacer una diferencia entre los datos observados y los inferidos, y sumado a la información de gabinete y otros mapas se llega a la interpretación geológica del sector, en la *Figura 12*, se observa un formato de presentación de un mapa geológico, con sus elementos más importantes a considerar, así también en la *Tabla 5*, se detallan algunas características técnicas que se debería tomar en cuenta.



**Figura 12.** Formato de presentación de un mapa geológico a escala 1:1000.  
Nota: (Subsecretaría de Información Geológica Minera, 2004)

**Tabla 5:** Características técnicas de presentación de un mapa geológico a escala 1:1000

Características de presentación de mapas a escala 1:1000		
	Datum horizontal	SIRGAS (ITRF08)
	Época de referencia	2016.4
<b>Datum Horizontal</b>	Elipsoide de referencia	GRS80
	Semieje mayor	6378137.00
	Achatamiento polar	1/298.257222101
<b>Datum Vertical</b>	Datum Vertical	WGS84 EGM-96
	Latitud de origen:	00° 00' 00" S
	Longitud de origen	81° 00' 00" W y 75° 00' 00" W
<b>Proyección Cartográfica</b>	Falso Este	500.000 m
	Falso Norte	10'000.000 m
	Factor de Escala	MC 0.9996
	Intervalo cuadricular	200 metros
<b>Equidistancia de curvas de nivel</b>	Intermedia	5 m
	Índices	25m
<b>Formato</b>	Formato	70*50 cm

*Nota:* (Subsecretaria de Informacion Geológica Minera, 2004)

#### 4.19.1 Elementos Cartográficos

**4.19.1.1 Título.** Representa la esencia del mapa o su tema principal, debe incluir el área o zona geográfica que representa y el objeto de estudio. (Fallas, 2003)

**4.19.1.2 Escala.** Se denomina escala a la relación que existe entre una distancia medida en un plano y la medida correspondiente en la realidad, los mapas están dibujados a una escala determinada que permiten efectuar medidas y conocer la distancia exacta entre dos puntos. Existen tres tipos de escala; la escala numérica que se refiere a la relación entre la distancia medida de dos puntos y la medida en terreno. La escala gráfica se entiende como una regleta dibujada en el mapa subdividida en segmentos que permite saber la distancia en el mapa en unidades terrestres. La escala textual indica literalmente la relación que existe entre la distancia del mapa y del terreno. (IGN y UPM-Latin GEO, 2017)

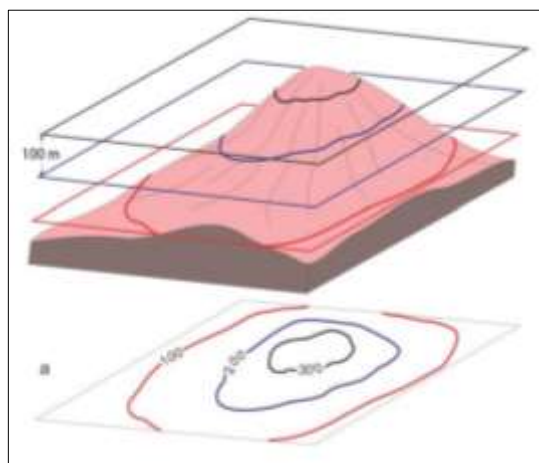
**4.19.1.3 Leyenda.** La cual define con detalle todos los signos convencionales utilizados en el mapa, facilita la comprensión del mapa. (IGN y UPM-Latin GEO, 2017)

**4.19.1.4 Simbología y Proyecciones Cartográficas.** Estos pueden ser geométricos o pictóricos es decir que aluden al concepto representado (IGN y UPM-Latin GEO, 2017).

**4.19.1.5 Coordenadas.** Se representan como coordenadas geográficas latitud y longitud, o coordenadas rectangulares expresados en norte y este. (Casanova Matera, 2002).

#### 4.19.2 Curvas de Nivel

Las curvas de nivel son líneas que unen puntos que tienen la misma altura. Las curvas de nivel son el resultado de proyectar las curvas imaginarias que se generan por la intersección de planos horizontales, equidistantes entre sí, con la superficie del terreno, esta equidistancia entre planos es variable y estará en función del relieve que se quiere representar, en la *Figura 13*, se observa cómo se encuentra un relieve en campo y como en un mapa son interpretadas las curvas de nivel. (Echeveste, 2018, p. 49)



**Figura 13.** Curvas de nivel o isohipsas  
Nota: (Echeveste, 2018, p. 49)

#### 4.19.3 Proyecciones Cartográficas

El datum representa un modelo referencial de la superficie de la tierra, pero no especifica un punto sobre la superficie de la tierra. Los receptores de G.P.S toman las coordenadas geográficas y las proyectan al sistema de coordenadas en base al datum seleccionado. En Ecuador se utiliza DATUM/UTM WGS 84 (World Geodetic System 1984) y PSAD 56 (Casanova Matera, 2002).

#### 4.19.4 Tipos de Mapas

**4.19.4.1 Mapas de Reconocimiento.** Se utilizan para representar grandes extensiones de terreno, y donde la información es recolectada en el menor tiempo posible, generalmente son a escala 1:250.000 o más pequeñas. Son realizados utilizando fotointerpretación o imágenes satelitales, sin tener mucho control en campo. (Echeveste, 2018, p. 66)

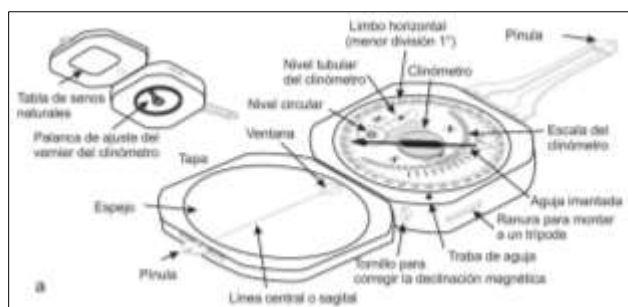
**4.19.4.2 Mapas Regionales.** Para los mapas geológicos regionales se trabaja con más detalle y con un control más a detalle en campo, generalmente a escalas 1: 200.000, para su elaboración se utiliza fotointerpretación. (Echeveste, 2018, p. 66)

**4.19.4.3 Mapas a Gran Escala de Zonas Limitadas.** Este tipo de mapas por lo general trabajan con una escala 1:20.000 y más grandes, y se elaboran a partir de prospección minera, zonas petroleras de interés o donde se desarrollan proyectos ingenieriles importantes. (Echeveste, 2018, p. 66)

**4.19.4.4 Mapas para Fines Especiales.** Son mapas con escala grandes a detalle, pueden ser mapas geomorfológicos, estructurales, de uso de suelo, o geológicos. (Echeveste, 2018, p. 66)

#### 4.19.5 Cartografía de Estructuras Geológicas

Para la medición de ángulos horizontales respecto al norte magnético y ángulos verticales, ya sea en estructuras como foliaciones, estratificaciones, diaclasas, fallas, etc., la herramienta más utilizada es la Brújula geológica, en la *Figura 14*, se observan las partes de la Brújula Brunton, mientras que en la *Figura 15*, se observa el limbo graduado en cuadrantes y acimutal (Echeveste, 2018, p. 186).

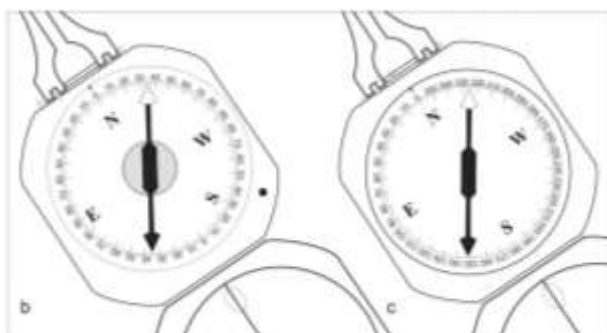


**Figura 14.** Brújula tipo Brunton y sus partes.

*Nota:* (Echeveste, 2018)

Para la medición de rumbo y buzamiento, se deben conocer algunos conceptos, en la *Figura 15*, se muestra de manera gráfica la toma de datos tanto de rumbo como de acimut como:

- **Línea de rumbo de un plano:** es la intersección del plano con un plano horizontal (es equivalente a la marca que deja el agua en la rampa de bajada de botes).
- **Rumbo de un plano:** es el ángulo horizontal formado entre el norte o sur magnético y la línea de rumbo. Varía entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$  desde el norte o sur hacia el este u oeste.
- **Acimut de un plano:** es el ángulo horizontal formado entre el norte magnético y la línea de rumbo medido en sentido de las agujas del reloj o dextrógiro (puede variar entre  $0^\circ$  y  $360^\circ$ )
- **Inclinación de un plano:** es el ángulo vertical formado entre la dirección de máxima inclinación y el plano horizontal, se mide en un plano perpendicular al rumbo.
- **Buzamiento de una línea:** es el ángulo vertical formado entre la línea y el plano horizontal medido en un plano vertical que contenga a la línea. (Echeveste, 2018, p. 186-187)



**Figura 15.** Limbo graduado en cuadrantes y acimutal.  
Nota: (Echeveste, 2018, pp. 187)

## 4.20 Sistema de Información Geográfica

Es un sistema informático que reúne, organiza, maneja, analiza, elabora y presenta datos geográficamente localizados, a partir de diferentes fuentes. Además, un SIG (Sistema de Información Geográfica) puede ser una herramienta fundamental en las Ciencias de la Tierra ya que se utilizan para administrar y visualizar todo tipo de información que tenga una representación en el espacio, de esta manera no solo se construyen mapas digitales, sino que permiten realizar análisis y modelados estadísticos y geoestadísticos de variables regionalizadas. (Echeveste, 2018, p. 313)

### 4.20.1 Modelo de Datos

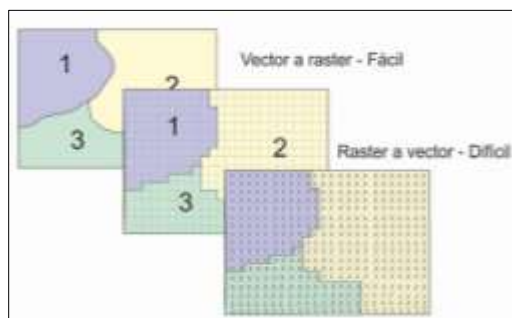
**4.20.1.1 Modelo TIN.** Un TIN se refiere a una red irregular de triángulos (Triangular Irregular Network), que sirve para representar una superficie o variables que se consideren en

el terreno, es una estructura basada de datos basada en el modelado del relieve a partir de triángulos irregulares que unen los puntos de muestreo de partida. (Higuera Aguilar et al, 2006)

**4.20.1.2 Modelo Vectorial.** Los archivos en modelo vectorial corresponden a elementos geométricos como polígonos, puntos y líneas. En estos modelos la información se puede incorporar por medio de una base de datos. (Echeveste, 2018, p. 315)

**4.20.1.3 Modelo Raster.** En los archivos ráster la información se la encuentra en pixeles, cada uno de ellos es una unidad espacial que posee un valor numérico para expresar una propiedad a partir de un color.

Los modelos Vectorial y Ráster son formatos que pueden convertirse, como se lo puede ver un ejemplo en la *Figura 16*. (Echeveste, 2018, p. 316)



**Figura 16.** Conversión entre distintos formatos de información.  
Nota: (Echeveste, 2018)



## 5. Metodología

### 5.1 Área de Estudio

El sector donde se realizó la investigación se encuentra ubicado en la vía Panamericana E-35 Loja – Saraguro, entre las progresivas, km 60+100 sector La Quesera hasta km 64+900 sector Las Lagunas, Cantón Saraguro, Provincia de Loja.

#### 5.1.1 Ubicación

El sector de estudio se encuentra ubicado en el cantón Saraguro de la provincia de Loja, a lo largo de la vía Panamericana E-35, Troncal de la Sierra, Loja – Saraguro, entre las progresivas, km 60+100 sector La Quesera hasta km 64+900 sector Las Lagunas.

La zona delimitada de estudio se caracteriza por presentar diversos deslizamientos a lo largo de la vía del tramo especificado, los cuales han afectado principalmente al deterioro de la vía, dejándola en mal estado, además de los cultivos y bosques de las comunidades cercanas, como se lo observa en la *Figura 19*.

Las coordenadas del punto de inicio y del punto final se especifican en la *Tabla 6*.

**Tabla 6.** *Coordenadas de inicio - final del tramo de estudio*

Punto	Progresiva (km)	X (m)	Y (m)	Z (m.s.n.m)
<b>INICIO</b>	60+100	693591	9596499	2931
<b>FINAL</b>	64+900	695313	9598659	2606

#### 5.1.2 Acceso

El acceso al sector de estudio se puede llegar mediante dos alternativas:

Por vía terrestre: Se parte en el cantón Quito, provincia de Pichincha, desde el Terminal Terrestre Quitumbe hasta el sector la Quesera, cantón Saraguro, provincia de Loja, con un tiempo en auto de 13 horas con 34 minutos.

Por vía aérea: Se parte desde el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre en el cantón Quito, provincia de Pichincha hasta el Aeropuerto Ciudad de Catamayo, en el cantón Catamayo,

provincia de Loja, con un tiempo de 55 minutos, desde ahí se sigue por vía terrestre hasta la ciudad de Loja con un tiempo de 45 minutos.



**Figura 17.** Acceso vía terrestre de Quito-Loja.  
Nota: Google Maps

Ya ubicados en el Terminal Terrestre “Reina del Cisne” en la ciudad de Loja pasando por las parroquias desde Santiago-San Lucas hasta la ciudad de Saraguro, esta ruta tiene 71.6 km de longitud abarcando un tiempo de 1 h 23 min de recorrido.



**Figura 18.** Acceso vía terrestre al sector de estudio desde la ciudad de Loja.  
Nota: Google Maps

## 5.2 Materiales

Para el desarrollo de la presente investigación se realizó trabajo de campo y de gabinete, como la recolección de información en campo y la confección de cada uno de los mapas complementarios y principales para la investigación, y se ayudó a la misma con los materiales y equipos que se detallan en la *Tabla 7*.

**Tabla 7.** *Materiales y equipos utilizados para el desarrollo de la investigación.*

<b>Materiales y Equipos para el primer objetivo</b>	
<b>En gabinete</b>	
Estación Total Trimble S3	Software Excel 2017
Prismas	Software Foresight 221
Jalones	Software ArcGIS 10.3
Cinta Métrica	SAS Planet
GPS	
Libreta de Campo	
Clavos	
<b>Materiales y Equipos para el segundo objetivo</b>	
<b>En campo</b>	
Brújula	Mapa Geológico escala 1: 50.000 IGM (2017) (referencial)
Piqueta	Ortofoto SAS Planet 2020, con resolución de 0.15m
GPS	Libreta de Campo
Lupa	Fichas de afloramientos, calicatas y deslizamientos
Navaja	Etiquetas
Machete	Lápices, esferos de colores.
Ácido Clorhídrico al 10%	
<b>Materiales y Equipos para el tercer objetivo</b>	
<b>En gabinete</b>	
Mapa topográfico a escala 1:1000	Apuntes de libretas de campo
	Listado de muestras tomadas

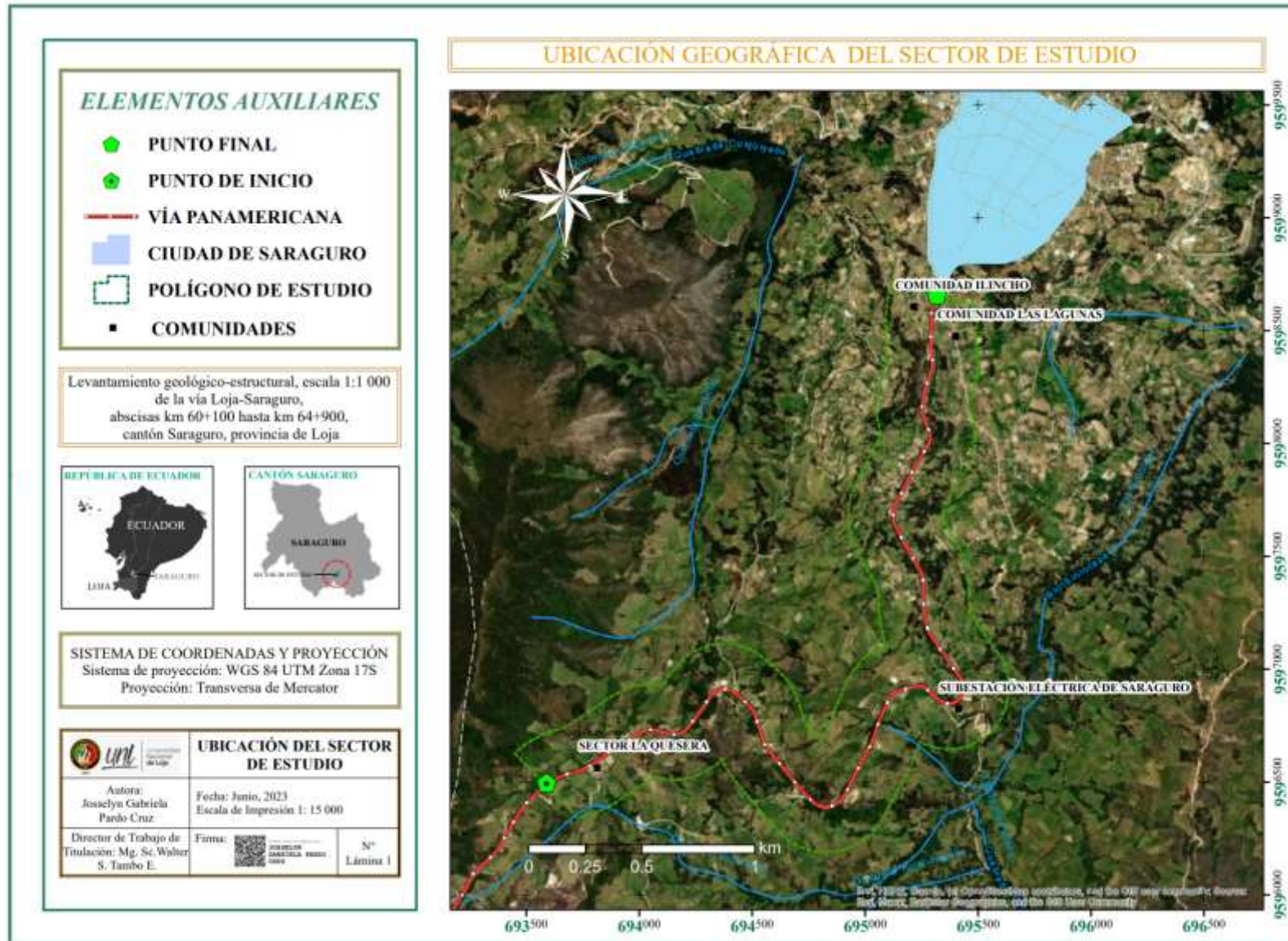


Figura 19. Ubicación del Sector de Estudio

### 5.3 Procedimiento

- **Fase Previa**

En esta fase se partió por la recolección de toda la información preexistente del sector como el Plan de Ordenamiento Territorial de Saraguro Alineación 2020-2030, Proyectos con temas relacionados como Geotécnica, Susceptibilidad y Estudios Geológicos.

Además, para la descripción de la geología y estructuras geológicas, se utilizó la hoja geológica de Saraguro a escalas 1: 50 000, como guía para el trabajo de gabinete y campo.

La geología fue identificada con la técnica de la fotointerpretación al igual que el reconocimiento de las estructuras geológicas, para lo cual se utilizó la Ortofoto del sector del año 2012, proporcionada por el departamento de Medio Ambiente y Obras Públicas del Municipio de Saraguro, y también se usó la ortofoto obtenida de SAS Planet.

- **Fase de Campo**

Previo al levantamiento topográfico se realizó un recorrido del sector para conocer la accesibilidad del sector y así poder determinar sectores representativos para ubicar los puntos de verificación, este levantamiento fue realizado con Estación Total Trimble S3. El enfoque metodológico que se le dio fue cuantitativo, porque se describió la realidad de las condiciones del terreno en base a las mediciones tomadas por el equipo.

Para el levantamiento geológico-estructural, una vez aplicada la técnica de fotointerpretación, en campo se procedió a corroborar esta información, mediante el enfoque metodológico mixto, el método utilizado fue de mapeo por afloramientos así también se realizaron calicatas geológicas, con la finalidad de tener la mayor cantidad de información geológica del sector, paralelo a ello, se levantó información sobre estructuras geológicas del sector. En ciertos sectores se consideraron afloramientos que se encontraron fuera del polígono de estudio, estos fueron considerados para una correlación litológica, y en los casos en los que no se podía tomar afloramientos fuera del polígono se realizaron calicatas para complementar la información. Aunque también se consideró que muchos de los afloramientos cubrían grandes extensiones de terreno por lo que no hubo necesidad de hacer calicatas en estos sectores.

El análisis petrográfico se lo realizó en el Laboratorio de Petrografía, de la Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, de la Universidad Nacional de Loja, para lo cual se realizó un análisis macroscópico de las muestras tomadas en campo y así determinar las principales características y definir el origen de rocas y suelos.

- **Fase de Gabinete**

Una vez realizado el levantamiento topográfico en campo, se procedió a generar el mapa topográfico del sector de estudio, utilizando herramientas GIS.

En esta última fase ya teniendo la fotointerpretación inicial y su corroboración en campo, se realizó nuevamente un análisis e interpretación de la información litológica, con el motivo, de tener mayor seguridad de la información interpretada y de la información encontrada en campo.

Para la generación del mapa geológico-estructural, el enfoque metodológico fue mixto ya que, con toda la información levantada en campo como litologías, estructuras geológicas, registro de calicatas y deslizamientos,

Una vez confeccionado el mapa geológico-estructural del sector delimitado de estudio, se procedió a dibujar los perfiles geológicos, con la finalidad de tener una mayor interpretación, para finalmente complementar y relacionar toda la información levantada y poder realizar un análisis geológico - estructural del sector de estudio.

## **5.4 Aspectos Fisiográficos**

La información utilizada para la descripción de los componentes biofísicos fue tomada de forma general del (PDOT de Saraguro, 2020-2030), que sirvió como referencia de descripción del sector de estudio.

### **5.4.1 Geología Regional**

De acuerdo al (INIGMM, 2017) Hoja Geológica de Saraguro, escala 1: 50 000, el cantón Saraguro las rocas son predominantemente de origen volcánico, sin embargo, al sur del cantón también se encuentran afloramientos metamórficos, los sedimentos están extendidos en las depresiones de Nabón y Jubones. En la *Figura 20*, se observa la geología regional del sector de estudio.

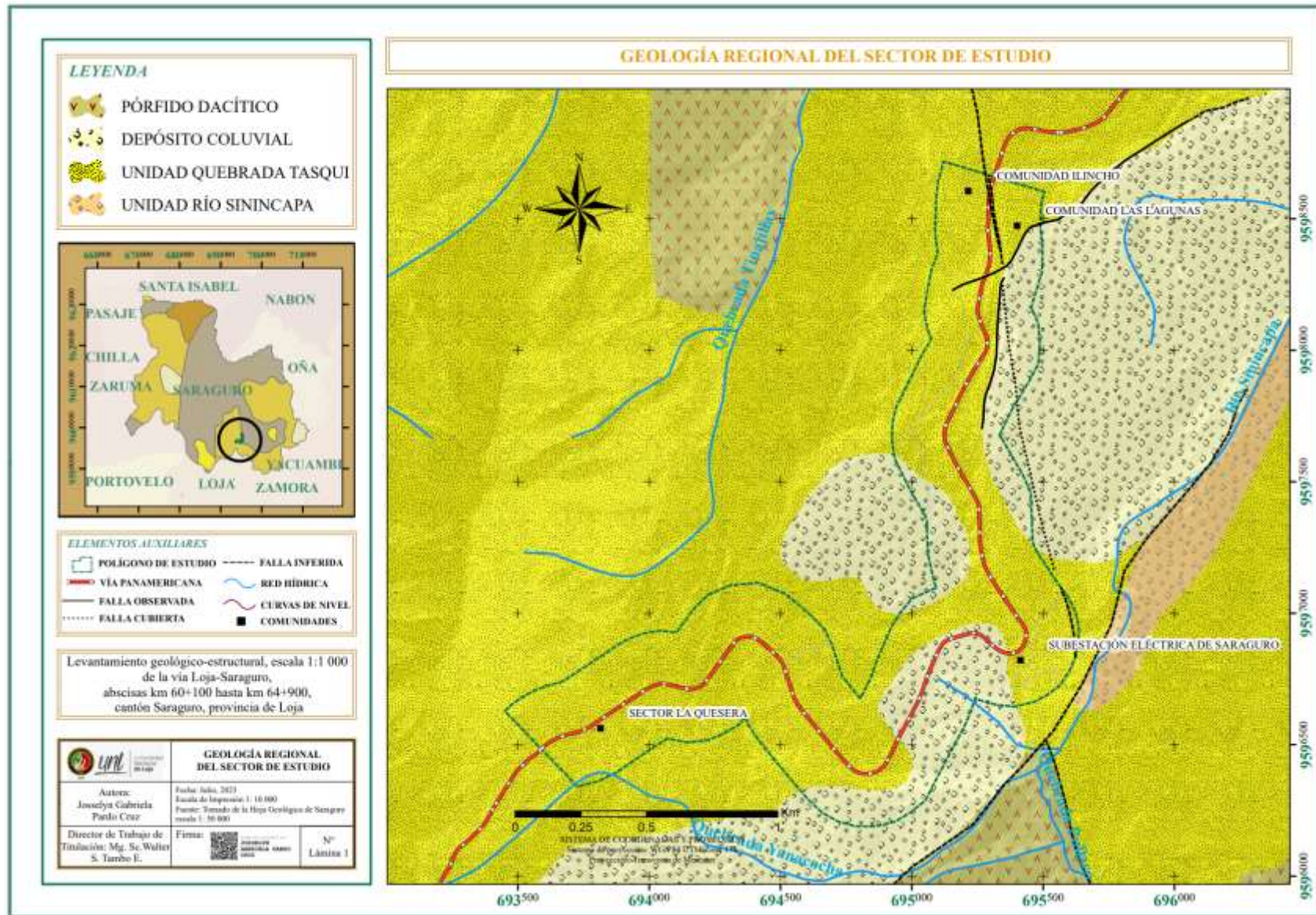


Figura 20. Geología Reginal del sector de estudio.

**Unidad Quebrada Tasqui (MQt):** Aflora en el extremo suroeste en los sectores de Tambopamba, Quebrada Tasqui, Saraloma, y Totoras. Consta de rocas volcánicas líticas, masivas algo arenosas y poco consolidadas. Los líticos son de tipo dacíticos, ignimbríticos y púmicos con tonalidades crema y amarillento. Además, presentan paredes verticales de 80m de potencia aproximadamente. La unidad se encuentra subyaciendo la Unidad Carboncillo y sobreyaciendo la Unidad Río Sinincapa. Se le atribuye una edad Miocénica con base a las relaciones estratigráficas.

**Depósitos Coluviales (Qt):** Los depósitos coluviales más representativos y de gran extensión se exponen al occidente en los sectores de Turucachi, Marcoloma, Oñacapa, Gurudel, Asención, al norte de Gera y coluviones menores en Pullaco, San Antonio de Cumbe, Quillín, entre otros. Estos depósitos son generados principalmente sobre rocas volcánicas formando relieves con pendientes suaves a moderadas y sobre los cuales se ubican la mayoría de los poblados. Están compuestos por bloques angulosos a subredondeados con gravas, arenas y limos de mal sorteo y composición riolítica y andesítica.

**Unidad Río Sinincapa (ORS):** Esta unidad es común encontrarla a lo largo de la vía Panamericana, y a los márgenes del río Sinincapa. Está delimitada por rocas ignimbríticas y tobas cristalinas ignimbríticas masivas medianamente diaclasadas de tonalidades gris oscuro, verdoso, púrpura y algo rojizo dispuestas en flujos, en la actualidad también se encuentra aglomerados con variaciones granos fino a grueso, y estratificaciones en sectores puntuales, también se encuentra brechas piroclásticas con líticos de tobas de composición intermedio a ácida, esta unidad subyace discordantemente a la unidades Urdaneta, el Tambo, Chilpe, Potrero, Quebrada Tasqui y la Formación Jubones.

**Pórfido Dacítico (PDC):** Es común encontrarlo en la zona central de Saraguro, forma lomas subredondeadas en las partes altas por efectos de erosión. Además, presentan una textura subporfirítica con fenocristales de cuarzo, plagioclasas, biotita y algo de feldespatos potásico con variaciones de mayor contenido de plagioclasas y otras ricas en cuarzo.

**Unidad Chigüinda: (? Paleozoico)** Esta serie de rocas metamórficas se presenta en la parte meridional del área. Al Sur se encuentran esquistos micáceos, en cambio en Tres Lagunas al Este de Saraguro el gneis biotítico es predominante; esto indica un incremento hacia el Este en el grado de metamorfismo. El rumbo de la foliación es generalmente NNE y las rocas están plegadas en forma isoclinal con ejes que siguen una orientación similar. Son comunes las vetas de cuarzo.



#### 5.4.2 *Clima*

En el cantón Saraguro predominan tres tipos de clima como son: clima ecuatorial de alta montaña, clima ecuatorial mesotérmico seco y clima ecuatorial mesotérmico semi - húmedo. En la zona de estudio se encuentra el clima ecuatorial mesotérmico semi - húmedo, que abarca 1.76 km<sup>2</sup>, es decir toda el área del sector de estudio, caracterizado por ser una zona interandina.

Las temperaturas oscilan entre (12 y 20°C), las temperaturas mínimas son de (0° C), mientras que las temperaturas máximas son de (30°C), en el sector de estudio los rangos de temperatura son de (12.5 - 14°C) en la mayor parte del sector cubriendo 1.20 km<sup>2</sup> en el sector que corresponde a un 58.7%, y cubriendo un 0.20 km<sup>2</sup> que corresponde a un 11.51% que corresponde a un rango entre (11.5-12.5).

Las precipitaciones fluctúan entre (500 y 2000mm/año), las estaciones lluviosas son en los meses de febrero a mayo y octubre a noviembre, mientras que las estaciones secas se encuentran en los meses de junio a septiembre. Las precipitaciones en el casco céntrico del cantón Saraguro son (750 a 1000 mm/año), y en el sector de estudio se encuentran tres rangos de precipitaciones entre (950 a 1000 mm/año) cubriendo el 57.13% del sector, seguido el rango (750 a 850 mm/año) cubriendo el 32.53% y finalmente el tercer rango de (850 a 950 mm/año) que cubre el 10.33% del sector de estudio, en la Figura se observa las isoyetas del sector de estudio.

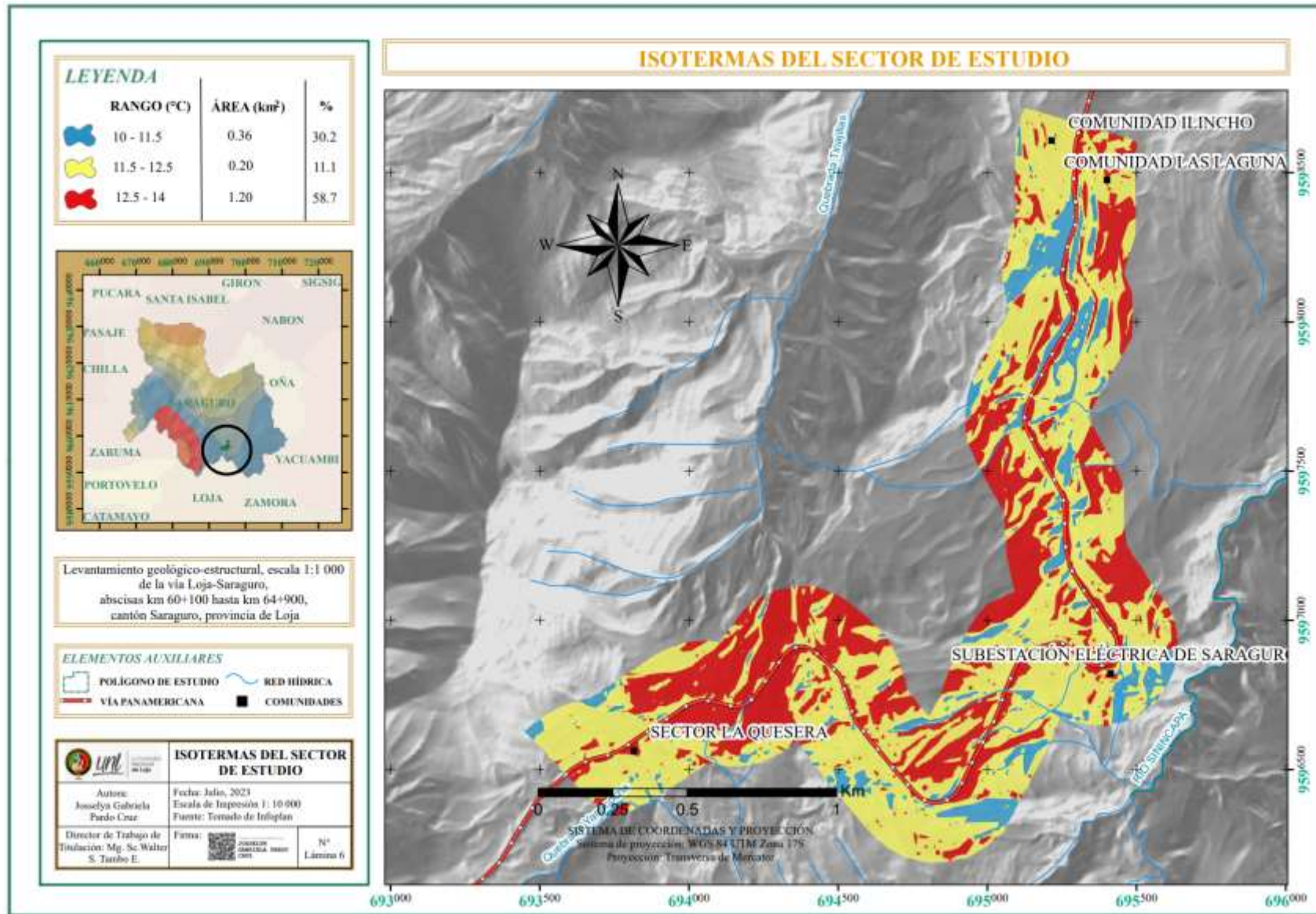


Figura 21. Isotermas del sector de estudio.

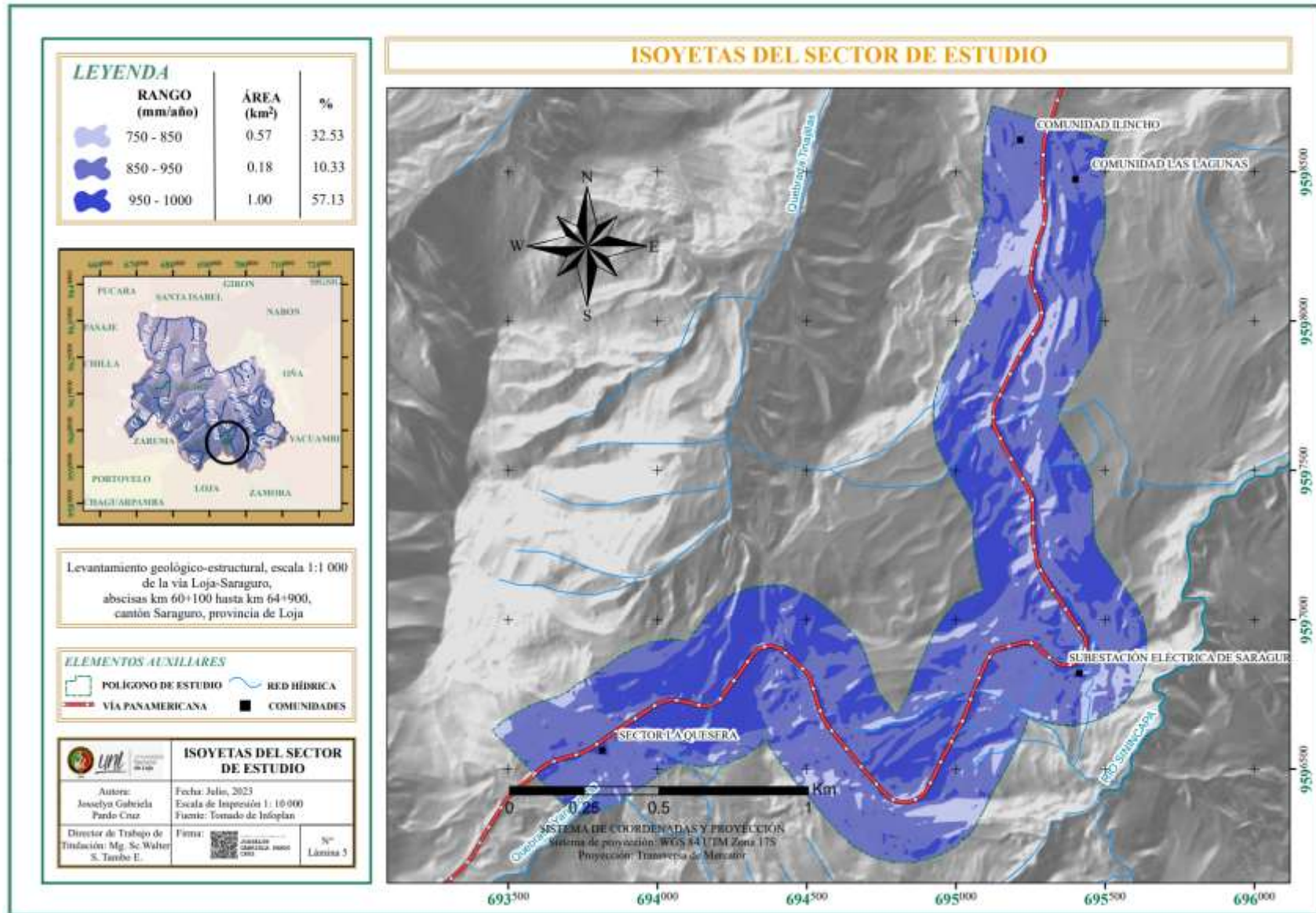







Figura 22. Isoyetas del sector de estudio

### 5.4.3 Uso de Suelo

El cantón Saraguro se caracteriza por tener diferentes usos de suelo como son áreas erosionadas, bosques intervenidos, bosque natural, cuerpo de agua natural, cultivos de ciclo corto, cultivos de maíz, páramo, pasto cultivado, pasto natural, vegetación arbustiva.

Específicamente en el sector de estudio se encuentra cubierto la mayor parte del área de bosque natural con 0.63 km<sup>2</sup> respondiendo a un 36.15% mientras que los cultivos cubren el 0.09 km<sup>2</sup> que corresponde a un 5.32%, como se lo puede observar en la *Tabla 8*, además en el *Anexo 7*, se adjuntó el mapa de uso de suelo de todo el cantón Saraguro y del sector de estudio detallado.

**Tabla 8.** Porcentajes de usos de suelo en el sector de estudio.

COLOR	DESCRIPCIÓN	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	PORCENTAJE (%)
	Bosque Natural	0.63	36.15
	Cultivos	0.09	5.32
	Pasto Natural	0.38	21.88
	Vegetación Arbustiva	0.13	7.38
	Viviendas	0.51	29.24

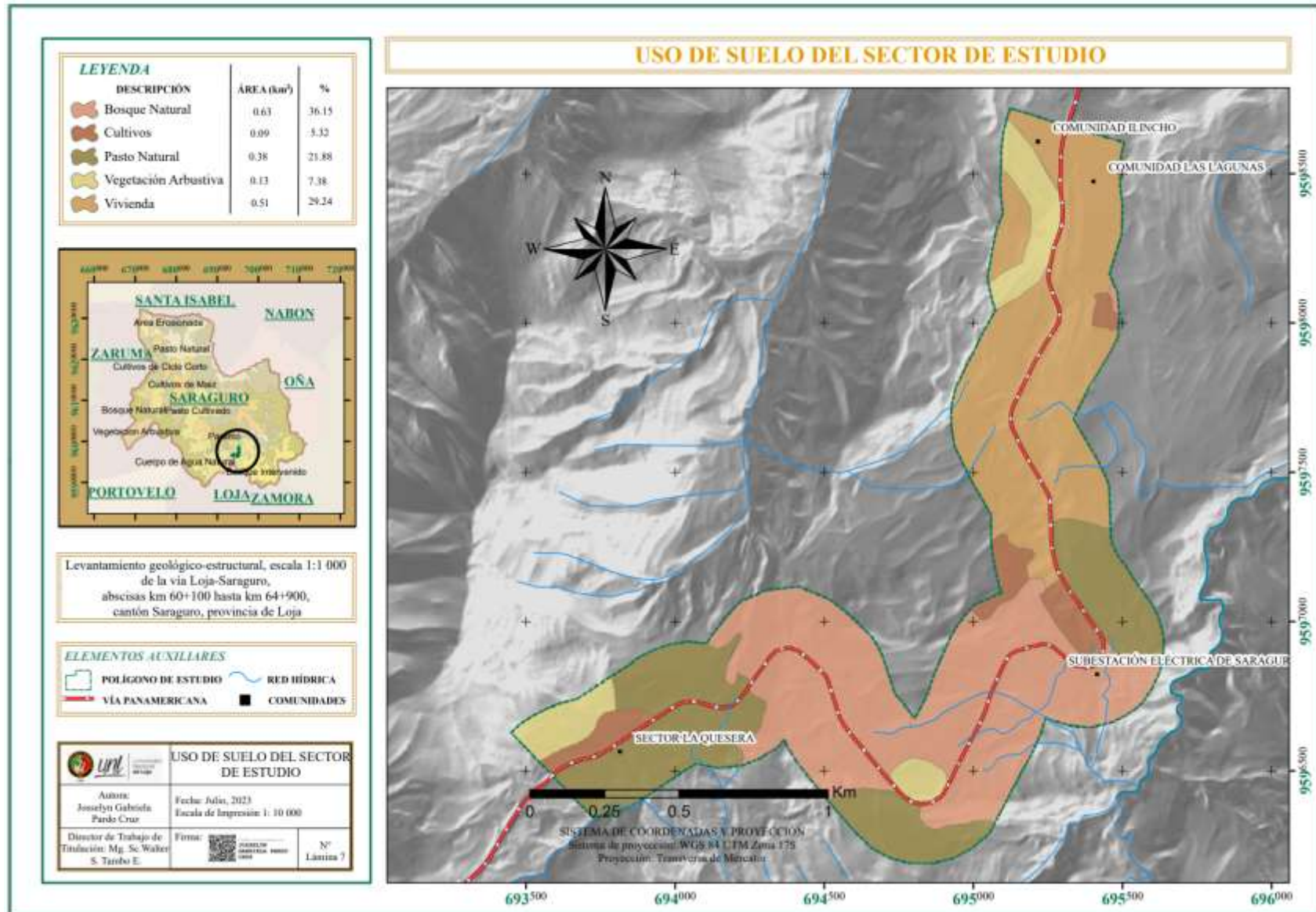


Figura 23. Uso de suelo del sector de estudio.

## 5.5 Metodología para el Primer Objetivo

*Generar el mapa topográfico del área de estudio.*

En la *Tabla 6* se detallan los materiales y equipos que se utilizaron para el cumplimiento de este objetivo.

- i. Al tener definido el tramo de estudio, se delimito la faja de trabajo, según la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013), como se establece en la *Tabla 9*.

**Tabla 9.** *Anchos de fajas topográficas*

Pendiente Transversal del Terreno	Longitud mínima a cada lado del polígono
80% o más	100 metros
40 % a 80 %	60 metros
0 % a 40 %	40 metros

*Nota:* (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013)

- ii. Para el levantamiento topográfico se usó el método taquimétrico, utilizando la estación total Trimble S3. Considerando un poligonal cerrada

Considerando un poligonal cerrada, en campo, la estación fue ubicada en puntos estratégicos, nivelada y calibrada, utilizando GPS se toman dos puntos de referencia A y B con sus respectivas coordenadas.

El punto B con respecto al punto A, debe ser corregido antes de la toma de datos, para ello la estación debe ser calibrada, encerada y georreferenciada, el valor debe ser cero o cercana a cero.



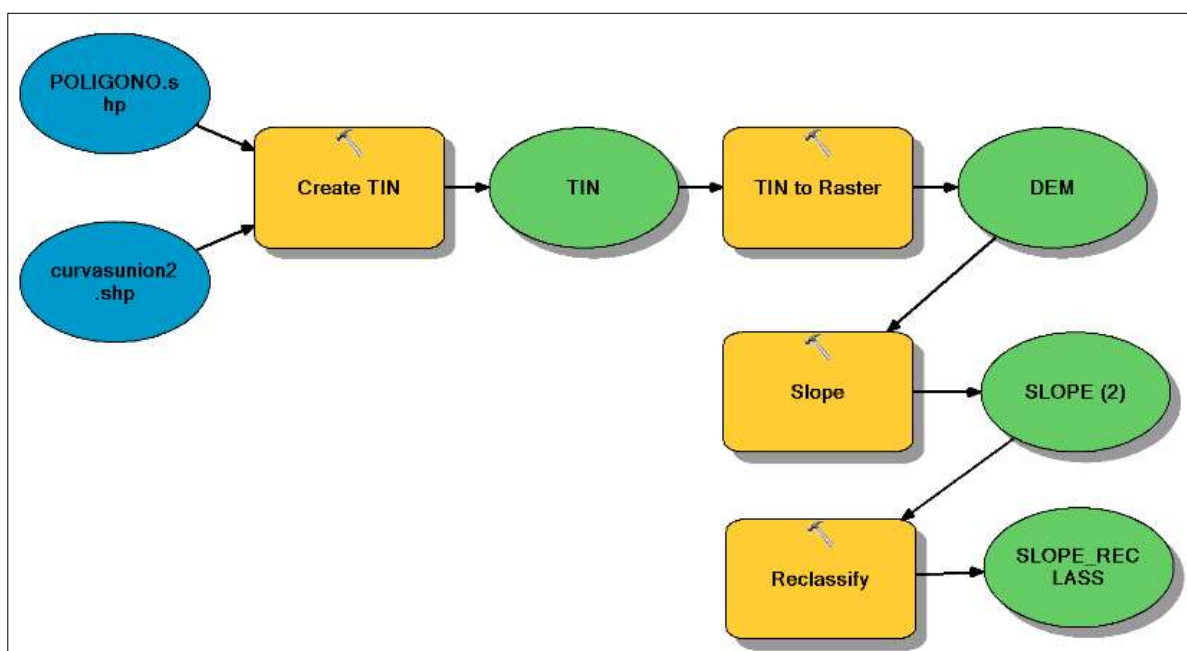
**Figura 24.** *Toma de datos en campo, levantamiento topográfico.*

Se levantó la información con la ayuda de prismas a una altura de 1.50 m (altura del pecho) y prismas en donde el láser disparado por la estación total era visible para la toma de datos, obteniendo la distancia y la posición de ese punto. El procedimiento se repitió hasta que se levantó toda el área, en la *Figura 24* se observa la toma de datos, y el jalón a la altura del pecho.

La estación total Trimble S3 al proporcionar los datos en formato txt, se debe analizar con la herramienta Excel, para después exportar los datos a las herramientas de GIS, y seguir con el diseño del mapa topográfico, generando curvas de nivel cada 1 metro, con escala 1:1 000, además de ello se adicionaron elementos del sector para completar la topografía del área. Este mapa topográfico es la base para el levantamiento geológico – estructural. En la *Figura 22*, se observa la topografía del sector, así también en el *Anexo 1*, se observa la topografía a escala. Este mapa topográfico es la base para el levantamiento geológico – estructural.

### 5.5.1 Pendientes

Utilizando la metodología de (Demek, 1972), a partir de la base topográfica y la delimitación del sector de estudio, se creó un TIN (Red de Triangulación Regular), luego de ello se generó un DEM (Modelo de Elevación Digital) y de esta manera se obtiene un modelo de pendiente que debe ser reclasificado como se observa en la *Figura 25*, utilizando la metodología de (Demek, 1972), propone un criterio de reclasificación como se observa en la *Tabla 10*, y de acuerdo a los rangos de pendientes que se obtenga se le dará una descripción.



**Figura 25.** Model Builder para pendientes, del sector de estudio.

**Tabla 10.** Rango de pendientes según (Demek, 1972)

RANGO °	DESCRIPCIÓN
0 - 5	Muy Baja
5 - 15	Baja
15 - 35	Media
35 - 55	Alta
>55	Muy Alta

Nota: (Demek, 1972)

### 5.5.2 Geomorfología

Según el Modelo de Unidades Geomorfológicas que propone el Ministerio de Ambiente (2013), con base topográfica, las pendientes, y la escala de trabajo, se propone la categoría de Mesorelieve, que abarca escalas locales, caracterizado por uno o más atributos morfométricos, litológicos y estructurales, como se lo observa en la *Tabla 11*.

**Tabla 11.** Categorías de relieve.

Categoría	Descripción
<b>Relieve General</b>	Abarca una escala regional, y está constituida por unidades de relieve con similitud como su génesis, litología y estructura.
<b>Macrorelieve</b>	Abarca escalas entre 10-200 km, está constituida por relaciones de relieve, geo genético, litológico y topográfico.
<b>Mesorelieve</b>	Abarca escalas locales entre 1-10 km, caracterizado por uno o más atributos morfométricos, litológicos y estructurales.

Nota: (Ministerio de Ambiente, 2013)

### 5.6 Metodología para el Segundo Objetivo

*Levantar la geología y sus componentes geológico – estructurales presentes en el área de estudio.*

En la *Tabla 6*, se detallan los materiales y equipos que se utilizaron para el cumplimiento de este objetivo.

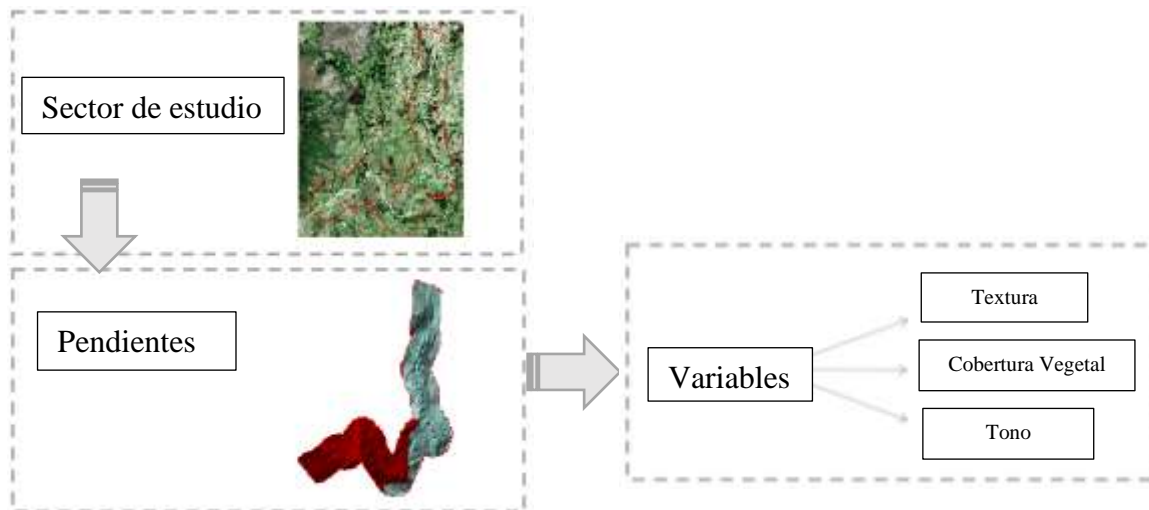
- i. Para la identificación de litologías se usó la metodología propuesta por López (1988), para lo cual se utilizó la Ortofoto del año 2012, proporcionada por el departamento de Medio Ambiente y Obras Públicas del Municipio de Saraguro, misma que se correlacionó con la Ortofoto del año 2020, obtenida de SAS Planet, según la metodología, se consideraron factores que ayudaron a la identificación de elementos en



las ortofotos, para ello se analizaron las zonas de alta y baja pendiente y a partir de ello se consideraron variables como:

- **Textura:** La textura al estar relacionada con factores como el origen, grado de erosión, filtraciones de agua, etc., dan respuesta a la apariencia en general de las rocas, por lo que es gran importancia al identificar las litologías.
- **Cobertura Vegetal:** Hay que considerar que la influencia de la vegetación en la litología es muy importante, porque de acuerdo a la composición de las rocas y suelos se desarrolla un tipo de vegetación, y en otros casos, la litología permite o no el crecimiento de cultivos.
- **Tonos:** Otra característica que se analizó fue el color, que debido a la intensidad de los materiales la tonalidad será más oscura o más clara, considerando la tonalidad de la vegetación.

Con estos tres aspectos se analizó la información para sobreponer las capas y tener polígonos con características similares de acuerdo a la textura, a la cobertura vegetal y a los tonos, en la *Figura 26*, se observa el procedimiento seguido.



**Figura 26.** Procedimiento de la fotointerpretación litológica.

- ii. Con la fotointerpretación de litologías, se siguió la metodología de Echeveste (2018), para corroborar la información en campo, mediante el método de mapeo por afloramiento o mapeo de todos los afloramientos, a partir de ello se levantaron los afloramientos de cima de colinas, como cortes de carreteras, los contactos inferidos en las zonas cubiertas se marcaron con trazos discontinuos, para el registro de afloramientos se utilizaron las fichas técnicas propuestas por el IIGE (2019).

- iii. En zonas cubiertas por vegetación y zonas donde se carece de afloramientos, se hicieron calicatas mediante la metodología de Sede Central CSR LABORATORIO (2022), utilizando maquinaria pesada de tipo retroexcavadora como se lo puede observar en la *Figura 27*, para lo cual se inicia con el desbroce retirando los primeros 5 cm del terreno, se considerando una profundidad de 1 m por 1 m de ancho y 1 m de longitud.



**Figura 27.** Excavación de calicatas, en el sector de estudio.

- vi. Otro insumo que se utilizó fueron los deslizamientos, para ello se llenó la ficha técnica proporcionada por el Servicio Nacional de Geología y Minería (2007), la misma que fue modificada a la necesidad de la investigación, considerando datos medibles y observables en el momento del levantamiento, en la *Figura 28* se muestra algunos datos tomados de los deslizamientos.




**Figura 28.** Descripción de deslizamientos.

El muestreo de suelos se lo realizó considerando como guía el Acuerdo 097 Nuevo Libro VI, propuesto por el Ministerio del Ambiente (2015), considerando la escala de trabajo 1: 1

000, se tomo una muestra simple cada 10 metros, con un peso no inferior a 0.5 kg. (Ministerio del Ambiente, 2015, p. 33)

Para la toma de muestras de rocas se consideró la *Tabla 1*, para lo cual se recogió una muestra de mano y de afloramiento, abarcando así un tamaño entre 4 cm a 1m, y en algunos casos se tomaron muestras más grandes, como lo propone (Castro, 2015)

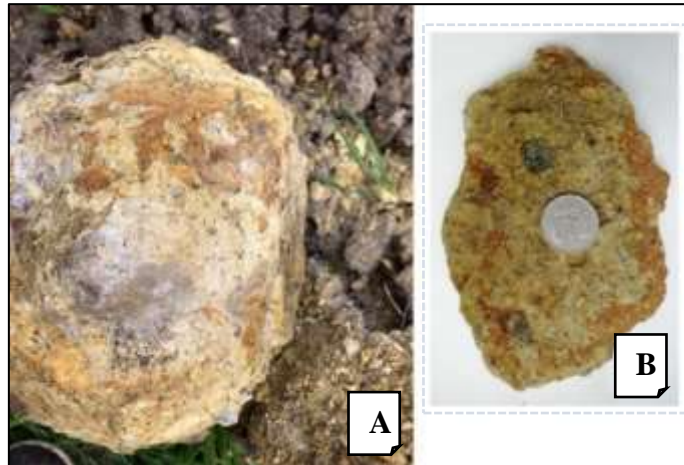
Las muestras tomadas fueron guardadas en bolsas herméticas de plástico con su respectiva codificación y etiquetado, como se lo muestra en la *Figura 29*, para corroborar información.

				
ETIQUETA				
TEMA: Levantamiento geológico – estructural, escala 1:1 000 de la vía Loja – Saraguro, abscisas km 60+100 hasta km 64+900, Cantón Saraguro, Provincia de Loja.				
RESPONSABLE	GABRIELA PARDO	DATUM	WGS84	
PERIODO		COORDENADAS	X	
CÓDIGO:			Y	
FECHA:			Z	
Nº PUNTO		DIMENSIONES		
Nº MUESTRA				

**Figura 29.** Etiqueta de muestras.

vii. Para la identificación de rocas se utilizó las fichas para rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias, elaboradas por el (IIGE, 2019), que fue adecuada a la investigación que se realizó. En el *Anexo 16 ,17 y 18*, respectivamente se adjunta las fichas que fueron utilizadas.

El análisis macroscópico de las rocas y suelos se lo realizó en el Laboratorio de Petrografía de la Universidad Nacional de Loja, en el cual se determinó el origen y nombre apropiado para cada muestra analizada, como se indica en la *Tabla 1*, se han tomado muestras de mano y de afloramiento para el análisis macroscópico, en la *Figura 30-A*, se observa una muestra de afloramiento, mientras que en la *Figura 30-B*, se observa una muestra de mano.



**Figura 30.** Análisis macroscópico de muestras.

Las rocas sedimentarias se utilizó la clasificación que propone Tarbuck y Lutgens (2005), como se lo puede observar en la *Figura 31*, enfocándose en rocas sedimentarias detríticas, considerando el tamaño de grano para esta clasificación.

Rocas sedimentarias detríticas			
Textura clástica Tamaño del clasto		Nombre del sedimento	Nombre de la roca
Grueso (más de 2 mm)		Grava (clastos redondeados)	Conglomerado
		Grava (clastos angulosos)	Brecha
Medio (de 1/16 a 2 mm)		Arena (Si el feidespato es abundante la roca se denomina arcosa)	Arenisca
Fino (de 1/16 a 1/256 mm)		Limo	Limoita
Muy fino (menos de 1/256 mm)		Arcilla	Lutita

**Figura 31.** Clasificación de rocas sedimentarias detríticas.

*Nota:* (Tarbuck y Lutgens, 2005)

De esta misma manera se utilizó la clasificación que proponen estos autores para identificar las rocas ígneas que se encontraron, en la *Figura 32* se muestra.

Composición química		Granítica (fésica)	Andesítica (intermedia)	Basáltica (máfica)	Ultramáfica
Minerales dominantes		Guarzo Feldespato potásico Plagioclasa rica en sodio y calcio	Anfibol Plagioclasa rica en sodio y calcio	Piroxeno Plagioclasa rica en calcio	Olivino Piroxeno
Minerales accesorios		Anfibol Moscovita Biotita	Piroxeno Biotita	Anfibol Olivino	Plagioclasa rica en calcio
TEXTURA	Fanerítica (grano grueso)	Granito	Diorita	Gabro	Peridotita
	Afanítica (grano fino)	Riolita	Andesita	Basalto	Komatita (poco común)
	Porfídica	-Porfídico- precede cualquiera de los nombres anteriores siempre que haya fenocristales apreciables			
	Vitrea	Obsidiana (vidrio compacto) Pumita (vidrio vacuolar)			
	Piroclástica (fragmentaria)	Toba (fragmentos de menos de 2 mm) Brecha volcánica (fragmentos de más de 2 mm)			
Color de la roca (basado en el % de minerales oscuro)		0% a 25%	25% a 45%	45% a 85%	85% a 100%

**Figura 32.** Clasificación de los grupos de rocas ígneas según su composición mineral y su textura  
 Nota: (Tarbuck y Lutgens, 2005)

- viii. Para la identificación de estructuras geológicas secundarias, se utilizó la técnica de fotointerpretación, el análisis que se realizó fue mediante visión monocular (Jauregui, 2005), indica que este tipo de visión está en la capacidad de reconstruir el espacio a partir de lo observado por un solo ojo.

Para lo cual se utilizó la Ortofoto del sector del año 2012, proporcionada por el departamento de Medio Ambiente y Obras Públicas del Municipio de Saraguro, y la Ortofoto obtenida de SAS Planet 2020, con resolución espacial de 0.15m.

Como información base e inicial a esta técnica se utilizó el mapa topográfico del sector a escala 1: 1 000 ya confeccionado. Luego de ello se realizó la verificación en campo, y como se ha indicado anteriormente esta información será analizada nuevamente.

De acuerdo a (López, 1988) de forma específica para la interpretación de estructuras geológicas secundarias como fallas geológicas se tomó en consideración criterios como los que se indican en la *Tabla 12*, En campo, la información fue confusa de identificar debido a que en su mayoría se encontró el terreno muy erosionado, que causó que escorrentía superficial forme grietas acentuando los rasgos tectónicos de estos sectores, que en su mayoría no tenían relación con fallas geológicas, y en otros casos la erosión misma no permitía la toma de datos estructurales que estas estructuras geológicas. (pp. 156-158).

**Tabla 12.** Aspectos a considerar para la identificación de fallas

Criterios para el reconocimiento de fallas	
	Discontinuidad de estructuras
	Discontinuidad en la alineación de colinas, cerros, etc.
	Desplazamiento de los estratos a ambos lados de la falla
	Desplazamiento de los diques a ambos lados de la falla
	Desplazamiento de fracturas a ambos lados de la falla
<b>Variables</b>	Cambios acusados de buzamiento, marcado por una línea recta
	Escarpe de falla
	Escarpe de línea de falla
	Contacto brusco lineal y anormal entre dos materiales distintos
	Alineación anormal de una costa
	Contacto neto entre un macizo antiguo y su borde sedimentario
	Repetición u omisión de tramos de series estratigráficas sedimentarias.

*Nota:* (López, 1988)

## 5.7 Metodología para el tercer objetivo

*Cartografiar el mapa geológico – estructural a escala 1:1 000 del sector de estudio.*

En la *Tabla 6* se detallan los materiales y equipos que se utilizaron para el cumplimiento de este objetivo.

- i.** Para la confección de mapa geológico estructural, se integró la información de campo y de gabinete, como lo indica (IIGE, 2019)
- ii.** Según (Martínez, pp. 24) para poder realizar un mapa geológico se debe considerar una serie de agrupaciones de materiales, adaptándola a las necesidades y recursos de esta investigación:

Se inicia por la agrupación de litologías, de los diferentes tipos de materiales litológicos encontrados, se consideró también las agrupaciones estructurales, las cuales pueden ser originadas por la acumulación o formación de rocas de acuerdo con los distintos procesos geológicos, así también como su sucesión en el tiempo que puede ser heterogénea o irregular. Las circunstancias que ponen en manifiesto las estructuras pueden ser: contacto intrusivo contacto metamórfico, contacto normal estructuras como fallas y pliegues.

Como propone Martínez (1980) se digitaliza polígonos, puntos y líneas, representando estructuras geológicas, litologías y deslizamientos, creando así el mapa geológico estructural con uso de herramientas GIS, los tramados y coloraciones a cada una de las litologías, se lo realizó de acuerdo al IIGE (2019), como se lo observa en la *Figura 33*.

EDONOTEMA/ EÓN	ERATEMA/ ERA	SISTEMA/ PERIODO	SERIE/ EPOCA	PISO/ EDAD	EDAD NUMÉRICA (Ma)		
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Meghalayano	0.0042 - presente		
				Northgrigipiano	0.0062 - 0.0042		
				Greenlandiano	0.0117 - 0.0062		
			Pleistoceno	Superior	0.126 - 0.0117		
				Medio	0.773 - 0.126		
				Calabriano	1.80 - 0.773		
				Gelasiano	2.58 - 1.80		
				Neogeno	Plioceno	Piacenziano	3.600 - 2.58
						Zancleano	5.333 - 3.600
						Messiniano	7.246 - 5.333
		Mioceno	Tortoniano		11.63 - 7.246		
			Serravaliano		13.82 - 11.63		
			Langhiano		15.97 - 13.82		
		Paleogeno	Oligoceno	Burdigalliano	20.44 - 15.97		
				Aquitaniano	23.03 - 20.44		
				Chattiano	27.82 - 23.03		
				Rupeliano	33.9 - 27.82		
				Priaboniano	37.8 - 33.9		
				Bartonian	41.2 - 37.8		
			Eoceno	Lutetiano	47.8 - 41.2		
				Ypresiano	56.0 - 47.8		
				Thanetiano	59.2 - 56.0		
			Paleoceno	Selandiano	61.6 - 59.2		
Daniense	66.0 - 61.6						

**Figura 33.** Jerarquía cronoestratigráfica / geocronológica del Cenozoico.  
Nota: (IIGE, 2019)

Como complemento se elaboraron perfiles geológicos a partir del mapa geológico, para el cual se utilizó de igual manera se usaron herramientas GIS, que sirvieron para la interpretación del mapa geológico estructural, se tomó en consideración lo que manifiesta Martínez (1980), en la siguiente secuencia:

Se identificó los valores insertados por la línea direccional del perfil

La proyección sobre el perfil topográfico de los valores geológicos

La extrapolación interpretativa de los valores geológicos

Adecuación figurativa o visualización de los diversos valores de corte geológico.

El mapa geológico estructural contará con las siguientes características técnicas: con formato A0, cuadriculado cada 500 metros, Con ello se realizará la respectiva interpretación geológica estructural que será entregado en un informe detallado, dejando con ello un antecedente de investigación del sector de estudio, objeto del desarrollo de la investigación.

## 6. Resultados

### 6.1 Área de Estudio

El levantamiento topográfico desarrollado en el sector delimitado, en la vía Panamericana E-35 Loja – Saraguro, entre las progresivas, km 60+100 sector La Quesera hasta km 64+900 sector Las Lagunas, Cantón Saraguro, Provincia de Loja, en la *Figura 19*, se muestra la ubicación del sector de estudio donde se indican algunos aspectos importantes.

### 6.2 Resultado del primer objetivo: Levantamiento Topográfico

#### *Generar el mapa topográfico del área de estudio.*

El levantamiento topográfico, consta de 4.5 km de longitud de vía por 200 m de faja de forma continua, respondiendo así a un área total de trabajo de 1.76 km<sup>2</sup>.

Como complemento a la topografía se consideró la red hídrica siendo el principal efluente la microcuenca del río Sinincapa que pertenece a la subcuenca del río León, correspondiente a la unidad hidrográfica nivel 4 del río Jubones, que alimenta a las quebradas del sector, así también se representó los caminos de segundo y tercer orden además de la vía principal, las comunidades, sectores e infraestructuras del sector de estudio.

Como resultado de ello se generó el mapa topográfico de la zona de estudio, con curvas de nivel cada 1 m, mientras que las curvas maestras se generaron cada 5 m, respondiendo a la escala establecida. El relieve del sector poco accidentado es representado por medio de curvas de nivel, que dan respuesta a un modelamiento de la forma del terreno, según sus alturas, desde las partes más bajas hasta las más altas, como se lo muestra en la *Tabla 13*.

**Tabla 13.** Cotas del sector de estudio.

COTA	m.s.n.m
Mayor	2988
Menor	2571

Finalmente, con la topografía del sector de estudio, se obtiene la base para el desarrollo de la investigación, es por ello se representó los elementos más importantes ya mencionados, el mapa topográfico fue confeccionado con un datum WGS 84 UTM Zona 17S, a escala 1: 1 000, como se lo observa en la *Figura 34*, así como *Anexo 1* en formato A0.



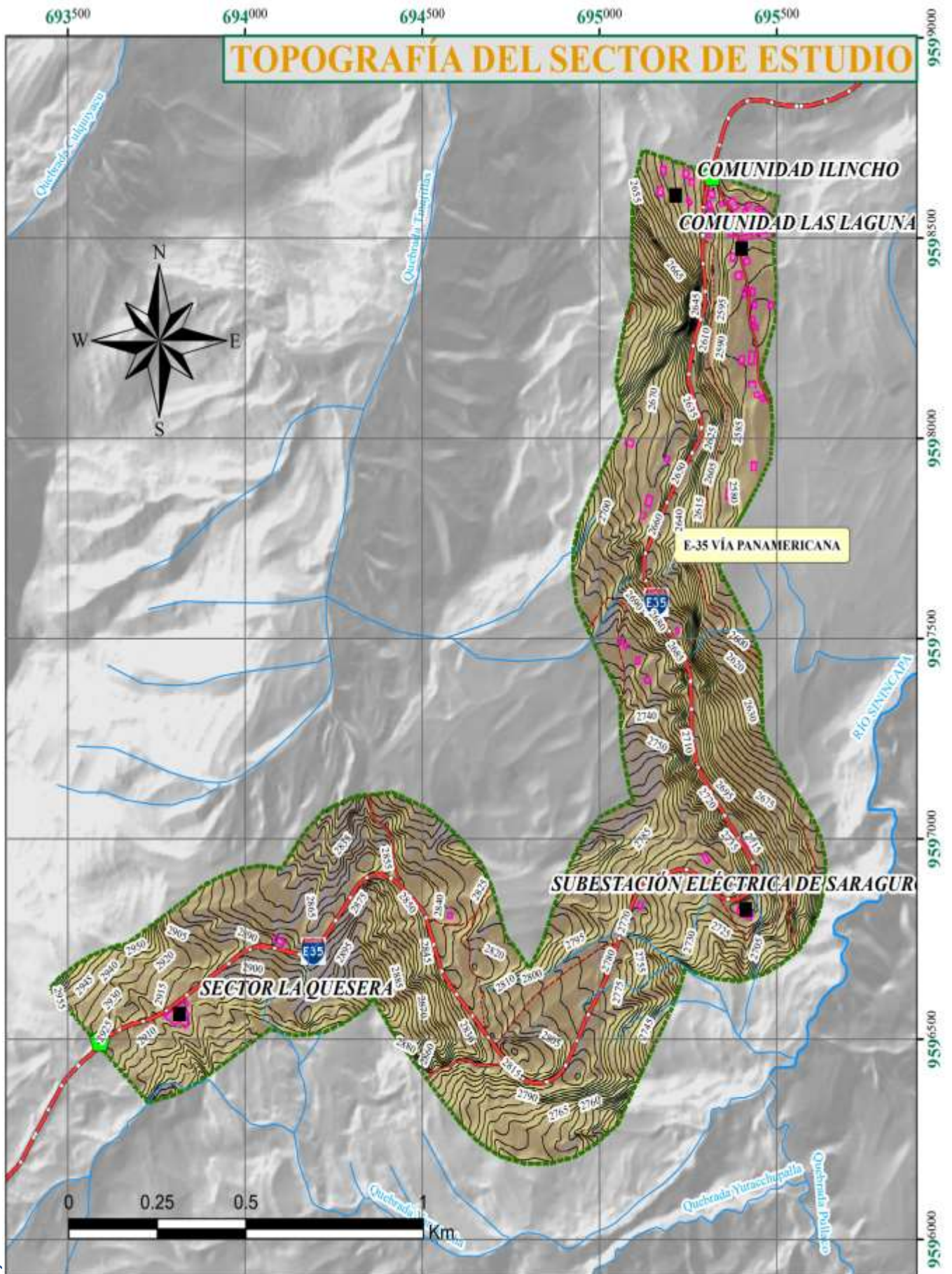
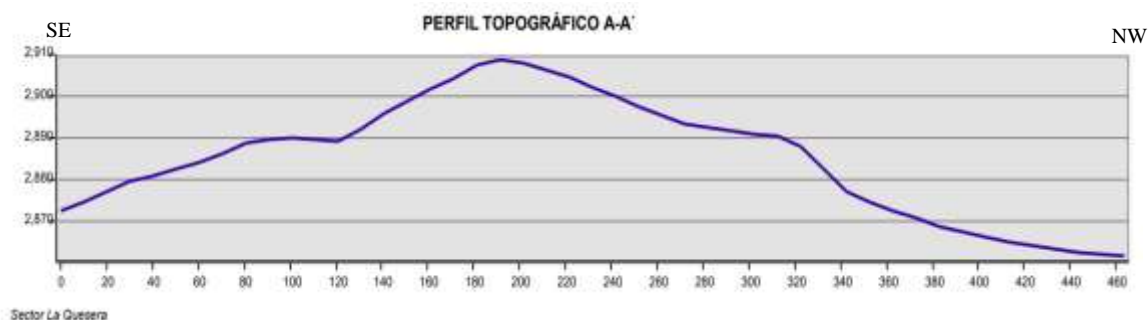


Figura 34. Topografía del sector de estudio.

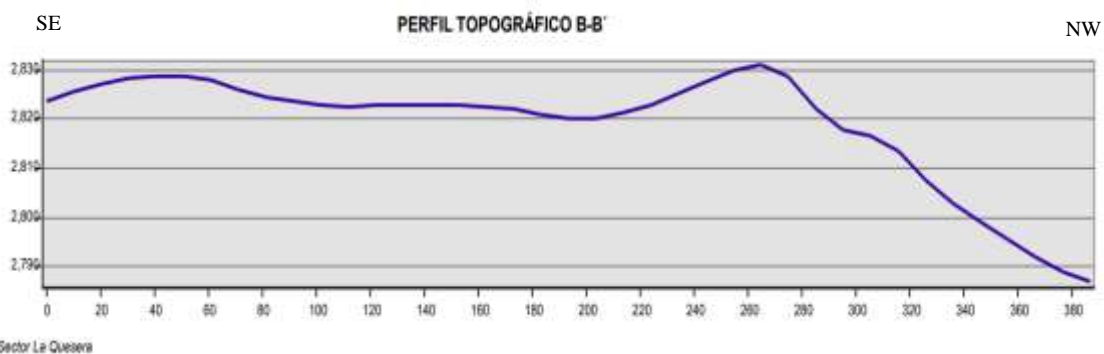
Como complemento de interpretación se confeccionaron 3 perfiles topográfico con la finalidad de representar la forma del terreno, la profundidad de cada línea de corte trazado, en la *Tabla 21*, se especifica la longitud de cada una de las líneas y su respectiva profundidad.

El perfil A-A', en el sector la Quesera tiene una dirección SW- NE, con una longitud de 0.46 km, además considerando la diferencia de cotas mayor y menor (2905 -2860 m.s.n.m) correspondiente a una profundidad de 45 m, teniendo la cota mayor en la parte central del corte, como se lo observa en la *Figura 35*.



**Figura 35.** Perfil Topográfico A - A´

El perfil B-B', en el sector la Quesera tiene una dirección SW- NE, con una longitud de 0.94 km, con una longitud de 0.94 km, además considerando la diferencia de cotas mayor y menor (2830 -2785 m.s.n.m), teniendo el relieve de mayor cota hacia la parte NE, como se observa en la *Figura 36*, correspondiente a una profundidad de 45 m.



**Figura 36.** Perfil Topográfico B - B´

La tercera línea de corte que se realizó tiene una dirección S-N, que corresponde al corte C-C', con una longitud de 0.38 km, además considerando la diferencia de cotas, la cota mayor y menor (2743 -2717 m.s.n.m), teniendo un relieve en forma de valle en la parte central hacia la zona N, como se observa en la *Figura 37*, correspondiente a una profundidad de 65 m.

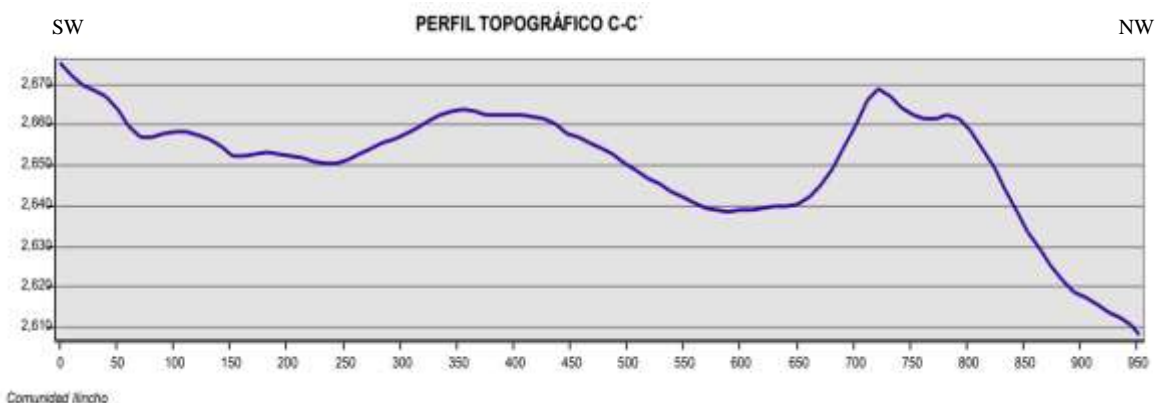






Figura 37. Perfil Topográfico B - B´

### 6.2.1 Pendientes

En el sector de estudio de acuerdo a la clasificación de (Demek, 1972) se encuentran cuatro clases de pendientes, siendo las pendientes MEDIAS las más comunes en el área de estudio, correspondiente a un rango (15-35°) representado en color amarillo, con un área de 0.82 km<sup>2</sup> respondiendo a un 46.79% del área total, como se lo observa en la *Tabla 14*. En el *Anexo 2*, se adjuntó el mapa de pendientes de todo el cantón Saraguro y del sector de estudio detallado.

Tabla 14. Rangos de pendientes

COLOR	RANGO °	DESCRIPCIÓN	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PORCENTAJE (%)
	0 - 5	Muy Baja	0.12	6.67
	5 - 15	Baja	0.72	40.95
	15 - 35	Media	0.82	46.79
	35 - 55	Alta	0.09	5.57

### 6.2.2 Geomorfología

En base a la *Tabla 11*, y considerando la escala de trabajo, para clasificar y nombrar las geoformas se consideró la categoría del Mesorelieve como se lo describe en la *Tabla 15*, en donde constan las definiciones conceptuales y operativas de esta categoría. Esta tabla ha sido modificada de acuerdo a la necesidad de la investigación, es por ello que solo se considera los relieves que se ajustan al sector de estudio.

**Tabla 15.** Definición de la categoría de Mesorelieve.

Mesorelieve	Definición
<b>Relieve montañoso</b>	Son relieves que se deben a plegamientos de las rocas superiores, y que conservan sus rasgos a pesar de ser afectados por procesos de denudación.
<b>Colinas Altas</b>	Se caracterizan por tener una topografía colinada arrugada con alturas entre 75-200 m y pendiente de 14-20%.
<b>Colinas Medias</b>	Se caracterizan por tener una topografía ondulada con alturas entre 25-75 m y con pendientes de 8-13%
<b>Colinas Bajas</b>	Se caracterizan por tener una topografía suavemente ondulada con una diferencia de altura entre 5-25 m y pendientes entre 3-7%.

Nota: (Ministerio de Ambiente, 2013)

La geomorfología que se distinguió en el sector de estudio corresponde en su mayoría a colinas altas cubriendo el 0.70 km<sup>2</sup> correspondiente a un 39.90% del área total de estudio, así los escarpes de deslizamientos corresponden a un 1.06% respondiendo al 0.018 km<sup>2</sup> del área total, como se puede observar en la *Tabla 16*, se encontraron cinco geoformas en el sector, además en el *Anexo 3*, se adjuntó el mapa de la geomorfología de todo el cantón Saraguro y del sector de estudio detallado.

**Tabla 16.** Geoformas del sector de estudio

COLOR	DESCRIPCIÓN	GÉNESIS	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	PORCENTAJE (%)
	Colinas Altas	Tectónico-Erosivo	0.70	39.90
	Colinas Medias	Tectónico-Erosivo	0.69	39.60
	Relieve Montañoso	Tectónico-Erosivo	0.21	12.06
	Colinas Bajas	Tectónico-Erosivo	0.12	7.36
	Deslizamientos	Denudativo	0.018	1.06

En el trabajo de campo, se corroboró la información generada, para lo cual se describieron las geoformas encontradas. Adicionalmente a ello se consideró los deslizamientos representativos del tramo de estudio que en este caso fueron cuatro encontrados en los flancos de la vía.

- **Colinas Altas**

Estos relieves característicos por ser muy inclinados con pendientes entre 15-35%, se encuentran a lo largo de todo el sector de estudio, se pudo observar que esta unidad morfológica, cubre el 39.90% correspondiente a un 0.7 km<sup>2</sup> del área total. En la *Figura 38*, se observa este relieve.



**Figura 38.** Colina Alta, del sector de estudio.

- **Colinas Medias**

Las colinas medias son una unidad que se encontró cubriendo 0.69 km<sup>2</sup> del sector de estudio, que corresponde al 39.60 %, se caracteriza por tener una topografía ondulada, las pendientes son de 5-15%. En la *Figura 39*, se puede observar estos relieves encontrados en campo.



**Figura 39.** Colinas medias, del sector de estudio.

- **Relieve Montañoso**

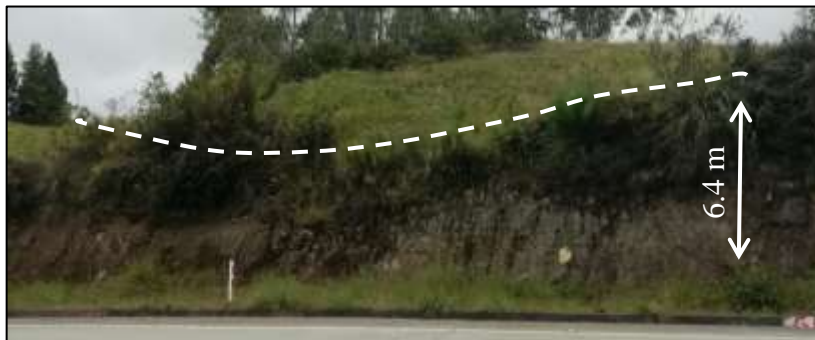
Este tipo de geformas se encontraron cubriendo el 0.21 km<sup>2</sup> del sector de estudio, correspondiente al 12.06%, con pendientes de 35-55%, se pudo distinguir que existían relieves afectados por la erosión y en otros casos no, como se lo puede observar en la *Figura 40*.



**Figura 40.** Relieve montañoso, del sector de estudio

- **Colinas Bajas**

Esta unidad morfológica se caracteriza por tener su topografía suavemente ondulada, con pendientes de 5-15%, el sector de estudio se encuentra cubierto el 7.36% del área total, correspondiente al 0.018 km<sup>2</sup>, en la *Figura 41*, se puede observar este relieve.



**Figura 41.** Colinas bajas, del sector de estudio.

- **Escarpe de Deslizamientos**

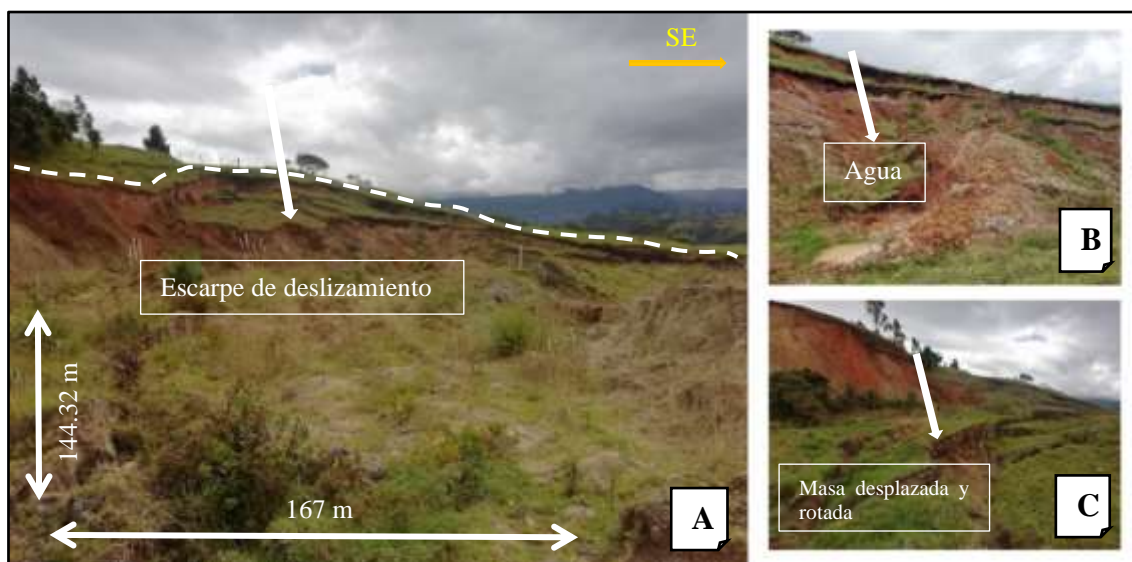
Estos depósitos se sitúan repartidos por toda la superficie del cantón, sus escarpes en muchos casos no son mapeables.

Están formados por una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño que se forman por el deslizamiento de las diferentes litologías presentes en el cantón. La morfología de esta geoforma se caracteriza por pendientes generalmente de medias a fuertes de (12 a 70%), con desniveles de rangos muy diversos, debido a la magnitud del movimiento. Las vertientes suelen ser de largas a muy largas y desde moderadamente largas en los relieves de los márgenes y en las vertientes y relieves, con formas de vertiente cóncava, irregular y mixta.

En el sector de estudio se encontraron cuatro deslizamientos representativos, específicamente en el flanco izquierdo considerando la ruta Loja-Saraguro, en la *Figura 42*, se observó el primer deslizamiento de tipo rotacional se lo encuentra en la formación Saraguro, ubicado en las coordenadas DATUM/UTM WGS 84, (695150; 9596907) y una altura de 2765m.s.n.m.

En el deslizamiento se identificó el escarpe del deslizamiento como se lo observa en la *Figura 42A*, la masa desplazada tiene un estado activo con una velocidad lenta y una dirección SE, como se muestra en la *Figura 42C*.

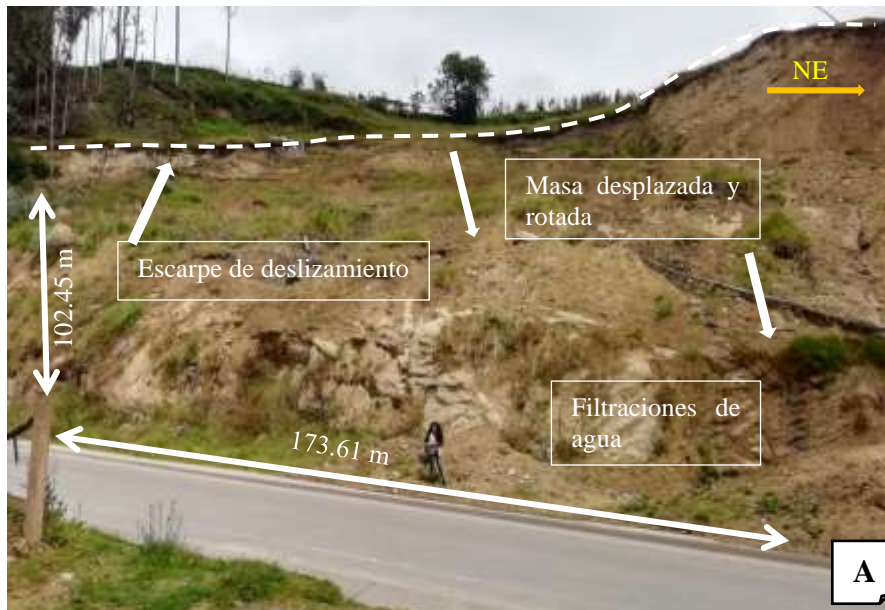
Así también se evidenció en la *Figura 42B*, la presencia de filtraciones agua y agua estancada, debido a las precipitaciones propias del sector.



**Figura 42.** Depósito de Deslizamiento 01. Comunidad Ilincho.

El segundo deslizamiento se observa en la *Figura 43*, es de tipo rotacional se lo encuentra igual en la formación Saraguro, ubicado en las coordenadas DATUM/UTM WGS84, (695183; 9597532) y una altura de 2688m.s.n.m.

Además, en este deslizamiento se evidenció filtraciones de agua, debido a las precipitaciones propias del sector, que oscilan entre 750 a 1000 mm/año.



**Figura 43.** Depósito de Deslizamiento 02. Comunidad Ilincho.

El tercer deslizamiento se lo observa en la *Figura 44*, es de tipo rotacional se lo encontró en la formación Saraguro, ubicado en las coordenadas DATUM/UTM WGS84, (695129; 9597691) y una altura de 2676 m.s.n.m.

El estado del deslizamiento es activo, por lo que existe masa desplazada contantemente, que afectada de forma directa a la vía principal E-35 y su transitabilidad, ya que se debe esperar las labores de limpieza por parte del Municipio de Saraguro, para que se siga con normalidad.



**Figura 44.** Depósito de Deslizamiento 03. Comunidad Ilincho.

El cuarto deslizamiento se lo observa en la *Figura 45*, es de tipo rotacional se lo encontró en la formación Saraguro, ubicado en las coordenadas DATUM/UTM WGS84, (695129; 9597691) y una altura de 2676 m.s.n.m.



El estado del deslizamiento es establecido, además se encontró una cubierta vegetal, con filtraciones de agua como se observa en la *Figura 45*.



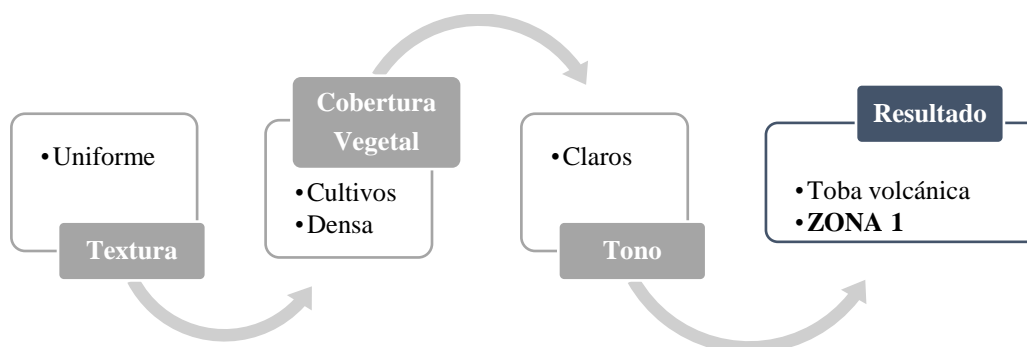
**Figura 45.** Depósito de Deslizamiento 04. Comunidad Ilincho.

### 6.3 Resultado del segundo objetivo: Marco Geológico – Estructural

*Levantamiento de la geología y sus componentes geológico – estructurales presentes en el área de estudio.*

#### 6.3.1 Geología Local

Con la fotointerpretación del sector de estudio, se delimitó zonas con características similares de acuerdo a su morfología, como textura, cobertura vegetal y tono, considerándose dos zonas como se observa en la *Figura 46*, se muestra cómo se delimitó la Zona 1, considerando las tres variables antes mencionadas, en el *Anexo 8*, se observan las litologías interpretadas.



**Figura 46.** Sobreposición de capas, para delimitar la Zona 1 litológica del sector de estudio.

**Zona 1:** En las zonas de pendiente alta y baja se encuentra zonas con texturas uniformes y zonas planas en línea negra, donde no existe una textura, como se lo observa en el *Anexo 6*, así también la vegetación por influencia del clima del sector existe poca vegetación, así también hacia la parte NW-NE ya no se identifica cultivos, como se lo observa en el *Anexo 7*, las tonalidades en las zonas de pendiente alta y baja son oscuras y claras, como se lo observa en el *Anexo 8*. Este tipo de litología se caracteriza por ser rocas variables, consolidadas o no consolidadas y masivas.

**Zona 2:** La zona de pendiente baja se identificaron zonas planas es decir, con texturas lisas, como se lo observa en el *Anexo 6*, la vegetación forma alineaciones de posibles desplazamientos de bloques, drenajes o vegetación en color blanco, además en las partes de pendiente alta se observa vegetación arbustiva con línea amarilla, bosque frondoso también en línea naranja, además en las partes de baja pendiente las viviendas en línea rosa, que no representan vegetación, como se lo observa en el *Anexo 7*, así también en esta zona se observa tonos verdes claros en color verde y tonalidades oscuras en color morado en las pendientes altas y bajas, como se lo observa en el *Anexo 8*.

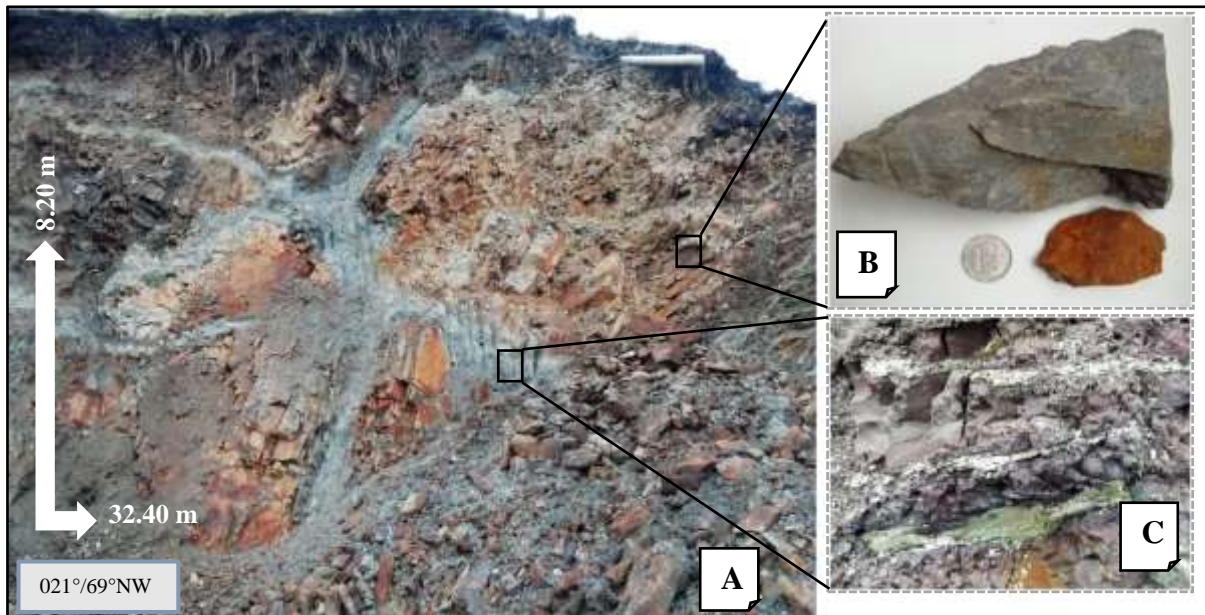
Luego se siguió con trabajo de campo, desde la parte Sur hacia la parte Norte del sector de estudio, primero se levantaron todos los afloramientos de corte de vía, seguidos por los de cima de montaña y los afloramientos de cauces fluviales, levantándose así un total de 81 afloramientos como se indica en el *Anexo 4.1*, así también en el *Anexo 4.2*, se observan las fichas de registro de los afloramientos.

A continuación, se detalla los materiales litológicos encontrados en el sector de estudio.

### **Unidad Chigüinda**

- **Filitas**

El afloramiento LGE-033 de cima de colina, ubicado en el flanco derecho de la vía Loja-Saraguro, con DATUM/WGS84 UTM Zona 17S, Latitud 693884, Longitud 9596428 y una altura de 2880 m.s.n.m.



**Figura 47.** Afloramiento LGE-034. Sector de estudio.

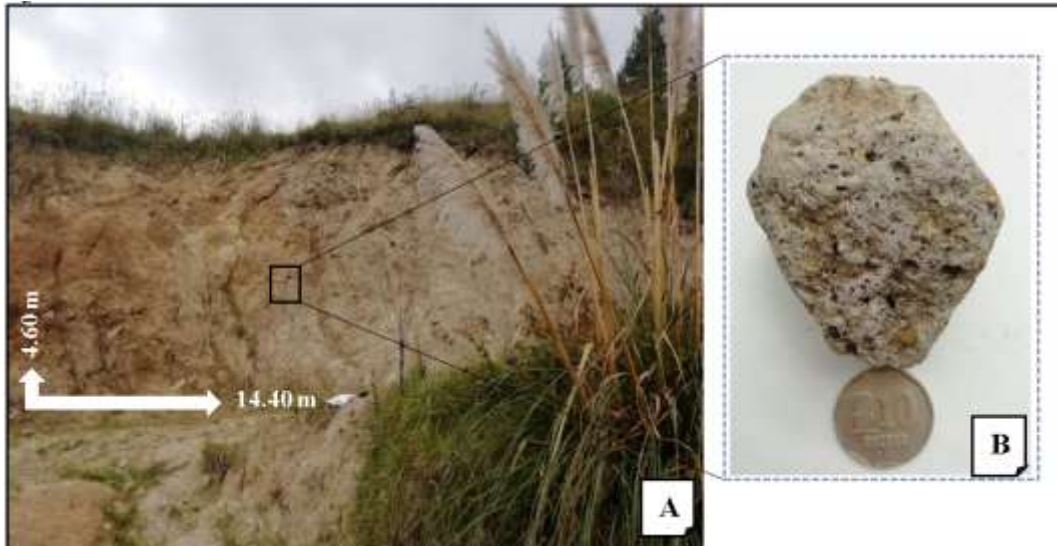
Se caracterizó por tener baja erosión, por ser un corte reciente, pero en la parte inferior se visualizó material coluvial depositado, con un ancho de 32.40 m y una altura de 8.20 m, como se observa en la *Figura 47-A*.

En el afloramiento responde litológicamente a una filita perteneciente a la Unidad Chigüinda, las capas tienen un buzamiento de  $021^{\circ}$  con una dirección de buzamiento de  $69^{\circ}$ NW, con un espesor de 0.5-0.6 cm, como se puede observar en la *Figura B*, el material presenta una coloración rojiza debido a su alto contenido de hierro que provocó que se formen óxidos, así también tiene coloraciones grises oscuras, en el centro del afloramiento se puede observar material alterado.

### Unidad Quebrada Tasqui (MQt)

- **Tobas Líticas**

El afloramiento LGE- 005 de cima de colina, ubicado al flanco derecho de la vía Loja-Saraguro, con DATUM/WGS84 UTM Zona 17S, Latitud 693884, Longitud 9596428 y una altura de 2880 m.s.n.m.



**Figura 48.** Afloramiento LGE-005. Sector de estudio.

Se caracterizó por tener erosión alta, se puede observar cárcavas producto de la erosión hídrica, como se observa en la *Figura 48-A*. tiene una altura de 4.60 m con una longitud de 14.40 m.

Se observa un material de color crema y amarillento, así también las micas de tipo biotita son bastantes visibles, que responden litológicamente a una toba lítica como se observa en la *Figura B*. Además, se puede observar material alterado de tipo limoso, que tiene poco contenido de hierro.

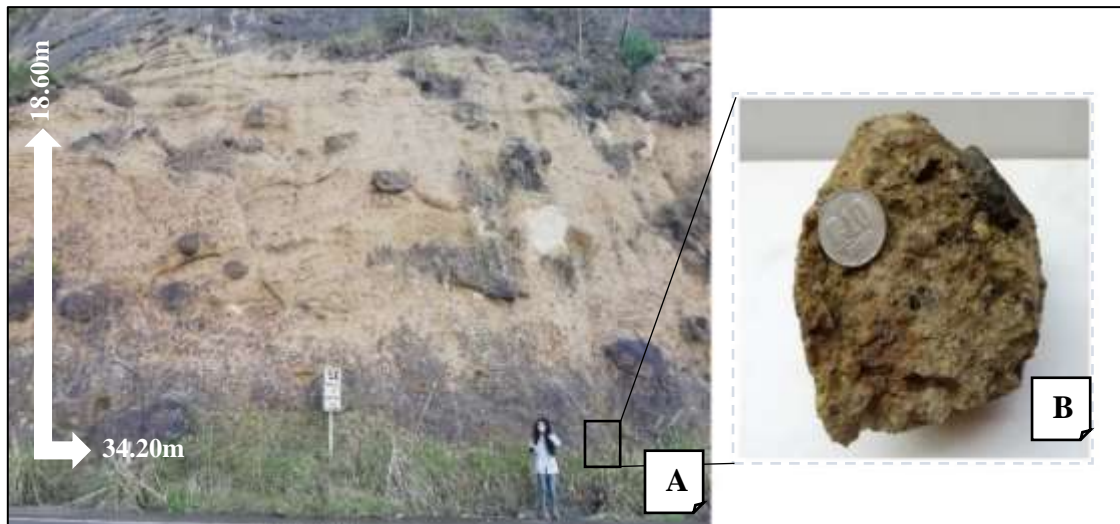
### **Unidad Río Sinincapa (ORS)**

- **Tobas Ignimbríticas**

El afloramiento LGE- 002 de cima de colina, ubicado al flanco derecho de la vía Loja-Saraguro, con DATUM/WGS84 UTM Zona 17S, Latitud 695276, Longitud 9598278 y una altura de 2627 m.s.n.m.

En este afloramiento se observa un material volcánico de tipo toba volcánico, que se caracteriza por tener coloraciones grises oscuro y verdosa, en el afloramiento se encuentra depositado en forma de piroclastos, en la matriz limosa y material alterado de este mismo material.

Se caracterizó por ser un corte reciente y estar erosionado como se observa en la *Figura 49A*, tiene una altura de 18.60 m con una longitud de 34.20 m.



**Figura 49.** Afloramiento LGE-002. Sector de estudio.

El afloramiento LGE- 077 de cima de colina, ubicado al flanco derecho de la vía Loja-Saraguro, con DATUM/WGS84 UTM Zona 17S, Latitud 693884, Longitud 9596428 y una altura de 2880 m.s.n.m.

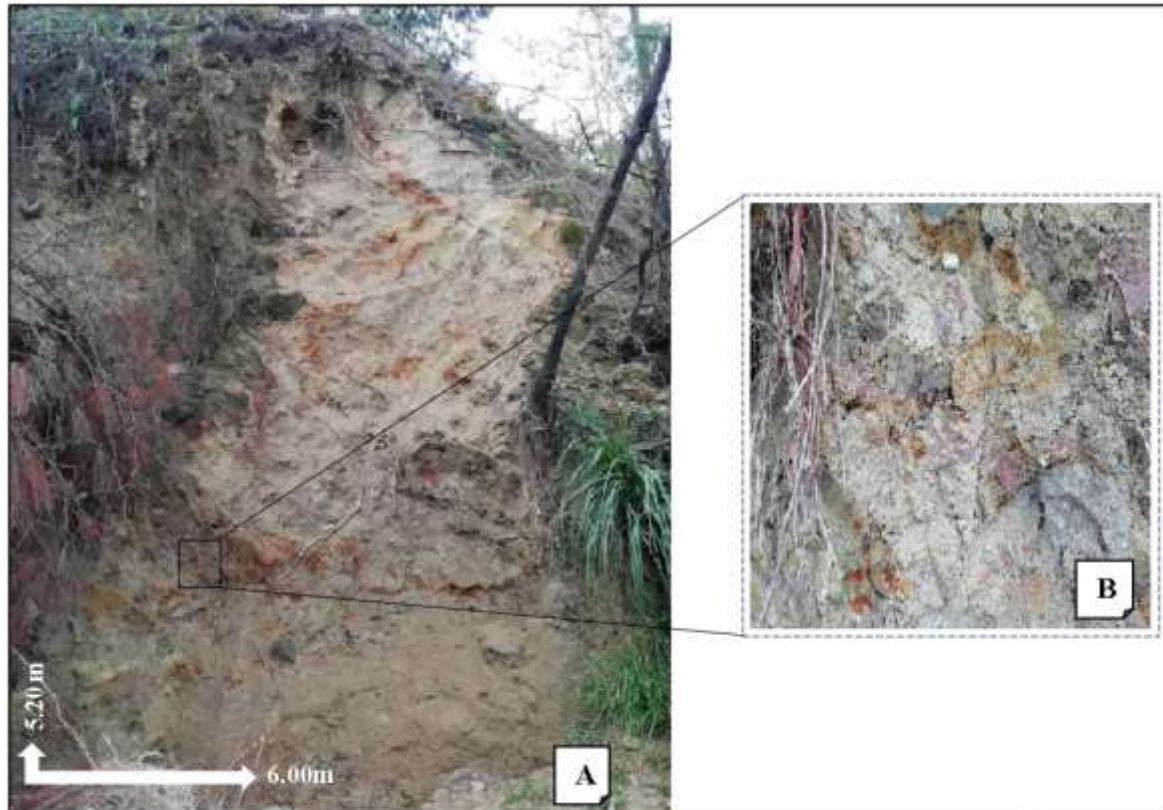
El afloramiento responde litológicamente a un aglomerado de composición andesítica y dacítica, con coloraciones amarillentas, se caracteriza por tener clastos redondeados con un diámetro de 2-4 cm y 15-20cm, como se lo puede observar en la *Figura 50-B*, con estrías de óxidos producidos por su contenido de hierro, desde la parte superior se observó la cobertura vegetal que cubre alrededor de 0.30 m.



**Figura 50.** Afloramiento LGE-077. Sector de estudio.

### Depósito Coluvial (Qc)

El afloramiento LGE-011 de corte de vía, ubicado en el flanco izquierdo de la vía Loja-Saraguro, con DATUM/WGS84 UTM Zona 17S, Latitud 695044, Longitud 9596724 y una altura de 2782 m.s.n.m.



**Figura 51.** Afloramiento LGE-011. Sector de estudio

Se caracterizó por ser un corte reciente y estar erosionado como se observa en la *Figura 51A*, tiene una altura de 5.20 m con una longitud de 6.00 m.

El afloramiento se encuentra material alterado proveniente de una toba Ignimbríticas de diversas coloraciones como morado, rosado, blanco, verde, y negro, como se lo observa en la *Figura B*, además se encontraron pequeñas franjas de oxidación así también se distinguieron minerales como micas de coloración café oscura de tipo biotita.

El afloramiento LGE-057 de corte de vía, ubicado en el flanco derecho de la vía Loja-Saraguro, con DATUM/WGS84 UTM Zona 17S, Latitud 694200, Longitud 9596714 y una altura de 2862 m.s.n.m.



**Figura 52.** Afloramiento LGE-057. Sector de estudio

Este afloramiento se caracterizó por tener alta erosión, como se observa en la Figura 40A, tiene una altura de 5.20 m con una longitud de 6.00 m.

Litológicamente se puede observar en la *Figura 52*, la presencia de clastos de origen tobáceo, además de alteraciones de toba ignimbrítica, por las diversas coloraciones del material como morado y verde, así también material depositado como limos, respondiendo así a un material coluvial.

### Depósito Aluvial

Ubicado en el flanco derecho de la vía Loja-Saraguro, con DATUM/WGS84 UTM Zona 17S, Latitud 693806, Longitud 9596369 y una altura de 2875 m.s.n.m.



**Figura 53.** Depósito Aluvial, en el sector de estudio.

En la *Figura 53*, se observa el depósito cuaternario, compuestos de limos, y arcillas, materiales depositados por corrientes de la quebrada Yanacocha.

En base a ello en la *Tabla 17*, se observa un registro de algunos de los afloramientos más representativos.

**Tabla 17.** Registro de levantamiento geológico.

N° Afl	Código	X (m)	Y(m)	Litología	Formación	Dimensiones (m)
1	LGE_007	693586	9596478	Toba Ignimbrítica	U. Río Sinincapa	(6.30A*12L)
2	LGE_001	694691	9596465	Limos Alterados	Depósito Coluvial	(2.00A*7.30L)
3	LGE_003	695276	9598279	Toba Lítica	U. Quebrada Tasqui	(10.50A*24.50L)
4	LGE_069	695305	9598291	Limos Alterados	Depósito Coluvial	(4.20A*15.30L)
5	LGE_013	694355	9596901	Limos Alterados	Depósito Coluvial	(6.00A*15.30L)

### 6.3.2 Descripción de Excavaciones

Para complementar la información se realizaron calicatas que fueron ubicadas en los puntos donde no se encontraron afloramientos y existía ausencia de información geológica y donde era accesible realizarlas, las cuales fueron representadas con columnas estratigráficas en las que se comprende la depositación de las distintas litologías encontradas, levantándose así nueve calicatas como se observa en la *Tabla 18*, la ubicación de cada una de ellas. Así también en el *Anexo 4.3*, se adjunta las fichas de calicatas más representativo.

**Tabla 18.** Ubicación de calicatas, del sector de estudio.

N° Calicata	X(m)	Y(m)	Z (m.s.n.m)	Profundidad (m)
<b>C001</b>	694853	9596606	2793	1.30
<b>C002</b>	695446	9598417	2580	1.80
<b>C003</b>	694107	9596849	2863	1.20
<b>C004</b>	695125	9598566	2656	2.50
<b>C005</b>	693600	9596607	2933	1.20
<b>C006</b>	694693	9596727	2819	1.30
<b>C007</b>	695237	9596770	2737	1.00
<b>C008</b>	695166	9597036	2779	0.80
<b>C009</b>	695125	9598036	2672	1.00

- **Calicata 001**

La calicata CT-001, ubicada en el flanco derecho de la vía Loja-Saraguro, en la comunidad Las Lagunas, con DATUM/WGS84 UTM Zona 17S, Latitud 694853, Longitud 9596606 y una altura de 2793 m.s.n.m.



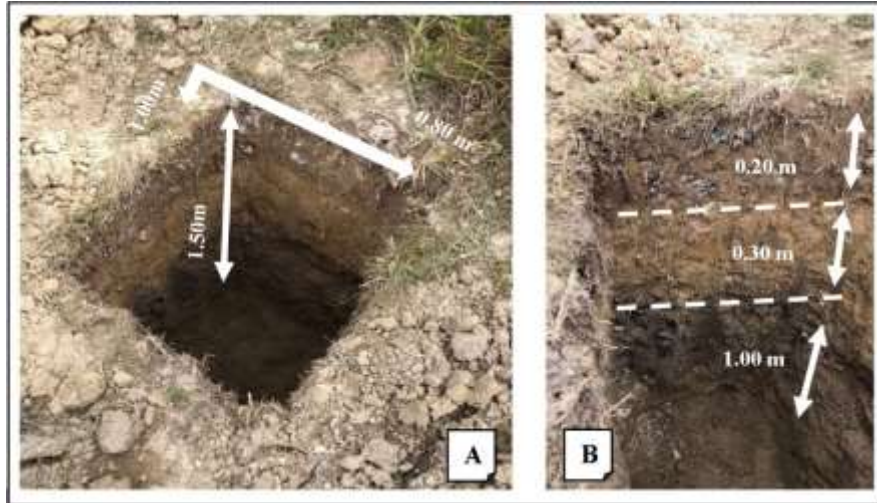


Figura 54. Calicata-001. Sector de estudio

El material se encontraba con alto contenido de humedad, litológicamente en los primeros 1.00 m se encontró suelo arcilloso de coloración gris, mientras que en los siguientes 0.30 m se encontró material limo arcilloso de coloración amarillenta, debido a la oxidación del material, respondiendo así a alteraciones de tobas volcánicas, y en los últimos 0.20 m se encontró la capa vegetal con coloraciones cafés, como se observa en la *Figura 54-B*.

En la *Figura 55-C*, se observa la columna estratigráfica en la que se representa la depositación de los materiales, así también la granulometría es fina.

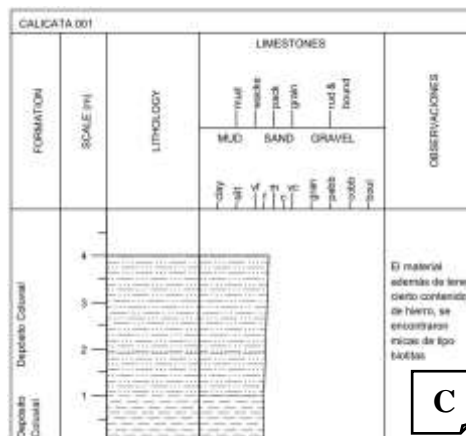
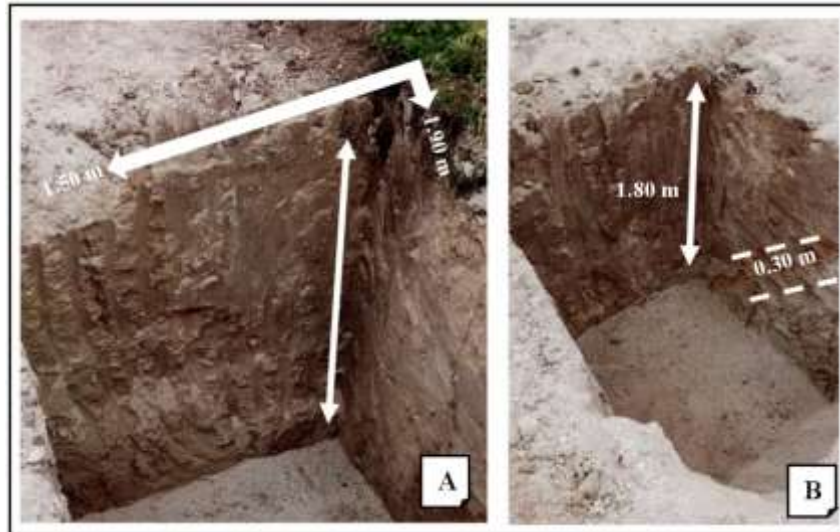


Figura 55. Columna estratigráfica de calicata-001. Sector de estudio

- **Calicata 002**

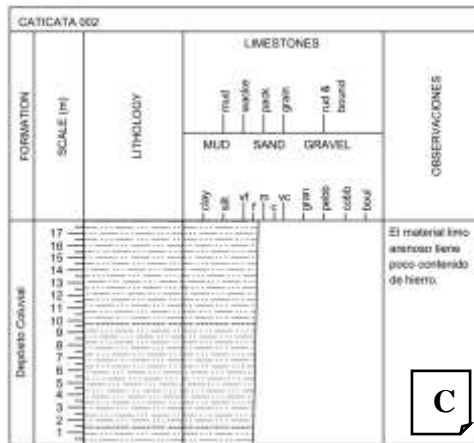
La calicata CT-002, ubicada en el flanco derecho de la vía Loja-Saraguro, en la comunidad Yarimala, con DATUM/WGS84 UTM Zona 17S, Latitud 695446, Longitud 9598417 una altura de 2580 m.s.n.m.

Al quitar la cobertura vegetal, se puede observar un solo cuerpo material limoso, de coloración blanca, también se encuentra material oxidado por la presencia de hierro con una longitud de 0.30m, este material es producto de alteraciones de materiales de tipo volcánico, con una longitud de 0.30m, como se lo observa en la *Figura 56-B*.



**Figura 56.** Calicata-002. Sector de estudio

En la *Figura 57-C*, se observa la columna estratigráfica en la que se representa la depositación de los materiales.



**Figura 57.** Columna estratigráfica de calicata-002. Sector de estudio

- Calicata 003**

La calicata CT-003, ubicada en el flanco derecho de la vía Loja-Saraguro, en la comunidad Yarimala, con DATUM/WGS84 UTM Zona 17S, Latitud 694107, Longitud 9596849 y una altura de 2863 m.s.n.m.



Figura 58. Calicata-003. Sector de estudio

La calicata tiene 1m de ancho por 1m de largo, con una profundidad de 1.20m, se pueden distinguir dos litológicas, en los primeros 0.70 m se puede observar un material volcánico de tipo toba ignimbrítica de coloraciones moradas y verdes, los siguientes 0.50 m responde a un material limoso con alteraciones de toba ignimbrítica, además contiene hierro en ambos estratos, como se observa en la Figura 58. En la Figura 59, se observa la depositación de estos materiales, los depósitos coluviales sobreyaciendo a la Unidad Río Sinincapa.

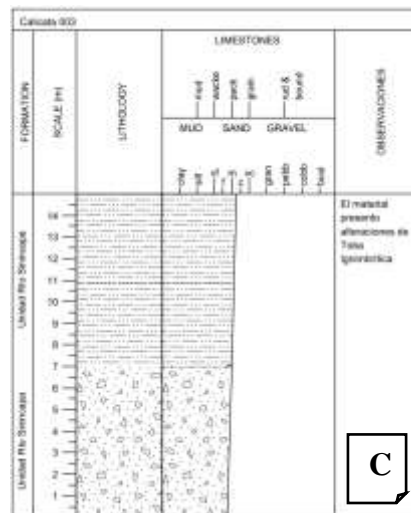


Figura 59. Columna estratigráfica de calicata-003. Sector de estudio

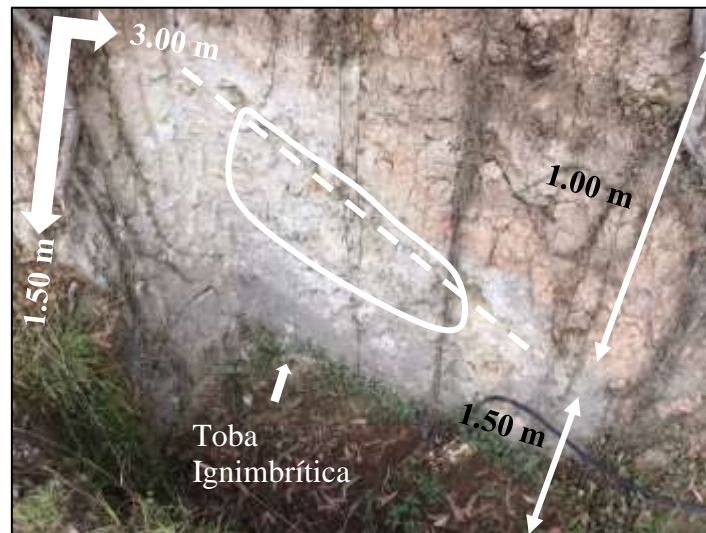
- **Calicata 004**

La calicata CT-004, ubicada en el flanco derecho de la vía Loja-Saraguro, en la comunidad Las Lagunas, con DATUM/WGS84 UTM Zona 17S, Latitud 695125, Longitud 9598566 y una altura de 2656 m.s.n.m.

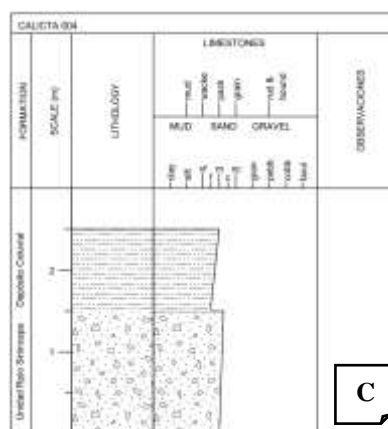
La calicata tiene un ancho de 1.50 m por un largo de 3.00 m, y una profundidad de 3.00m, con un espesor de 1.50m se observa un material volcánico de tipo toba con coloraciones

verdosas, mientras que en la parte superior con un espesor de 1.00, se observa un material alterado, con alto contenido de hierro, como se observa en la *Figura 60*.

En la *Figura 61*, se observa la depositación de estos materiales, los depósitos coluviales sobreyaciendo a la Unidad Río Sinincapa.

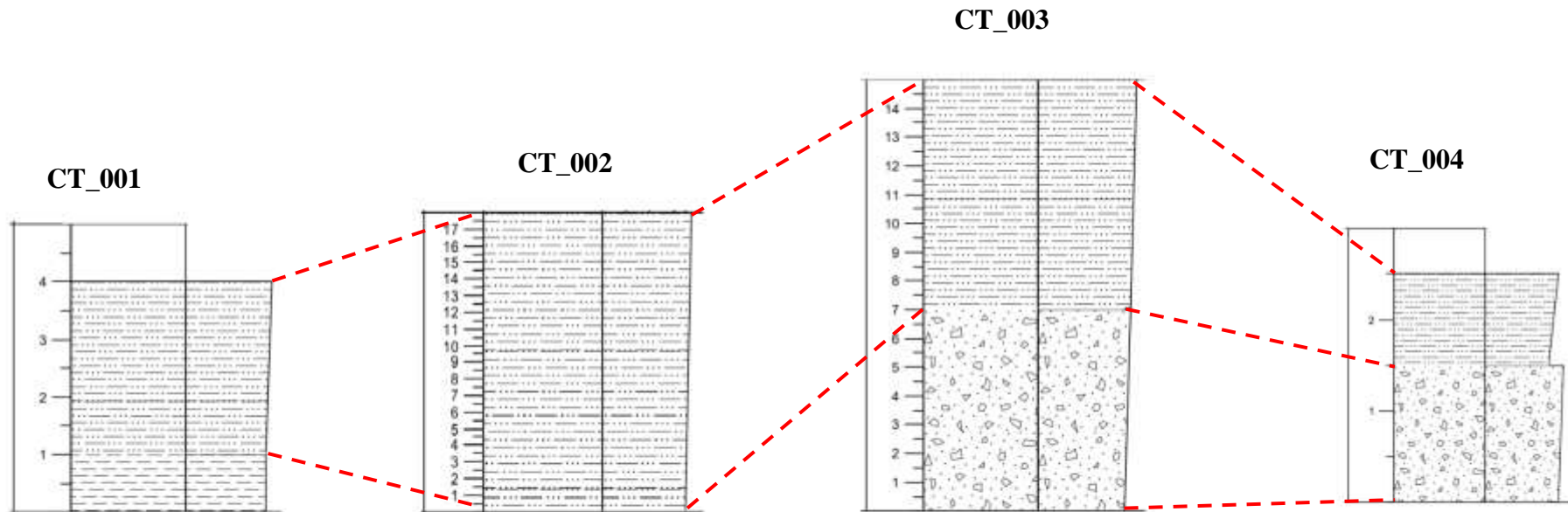


**Figura 60.** Calicata-004. Sector de estudio



**Figura 61.** Columna estratigráfica de calicata-004. Sector de estudio

La calicata CT\_001, ubicada en el sector Las Lagunas, se encuentra en un Depósito Coluvial se encuentra material limo arcilloso, material que se correlaciona con la calicata CT\_002 que se encuentra igualmente un material limoso con una potencia de 1.80 m, correspondiente al Depósito Coluvial, así también en la calicata CT\_003, se encuentra material volcánico de tipo toba ignimbrítica correspondiente a la Unidad Río Sinincapa, cubierto por material depositado de tipo limoso y material alterado de la toba, materiales que se relacionan con la CT\_004, donde también se encuentra limos alterados, sobre una capa de toba ignimbrítica de la Unidad Río Sinincapa.





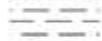
Leyenda		Formación
	Material no consolidado limoso	Depósito Coluvial
	Material no consolidado arcilloso	Depósito Coluvial
	Toba Ignimbrítica	Unidad Río Sinincapa

Figura 62. Correlación de las columnas estratigráficas del sector de estudio.

## 6.4 Resultado del tercer objetivo: Cartografía geológica – estructural

### *Cartografiar el mapa geológico – estructural a escala 1:1 000 del sector de estudio.*

El levantamiento geológico estructural desarrollado en el sector delimitado en la vía E-35 Loja – Saraguro, entre las progresivas, km 60+100 sector La Quesera hasta km 64+900 sector Las Lagunas, Cantón Saraguro, Provincia de Loja.

Teniendo como base, el mapa topográfico confeccionado a escala 1: 1 000, datum WGS84 UTM Zona 17, con curvas de nivel cada 1 m con sus respectivas cotas, la cota menor 2571 m.s.n.m y mayor 2988 m.s.n.m y equidistancias cada 5 m, en el cual se representan los elementos complementarios como vías, sectores, comunidades y afluentes, que sirvieron de referencia y guía para su análisis e interpretación.

Mediante fotointerpretación, el sector de estudio se zonificó de acuerdo a características similares en la parte de alta y baja pendiente como textura, cobertura vegetal y tonos, esta información fue complementada con la levantada en campo, en la *Tabla 19*, se observa en resumen los materiales litológicos encontrados.

**Tabla 19.** *Litologías del sector de estudio.*

	<b>Litologías Interpretadas</b>	<b>Litologías</b>	<b>Unidad</b>
<b>Zona 1</b>	Tobas volcánicas	Tobas líticas	Quebrada Tasqui
<b>Zona 2</b>	Riolitas, Ignimbritas, Traquitas	Tobas Ignimbríticas y aglomerados	Río Sinincapa

El basamento del sector de estudio corresponde a la Unidad Chigüinda ( $Pz_{Lc}$ ) (Paleozoico) que forma parte de la Cordillera Real, que consiste de filita de coloraciones rojizas afloramiento LGE\_034 hacia el SE en el sector la Quesera, en los afloramientos LGE\_003 y LGE\_061, se encontró filitas de coloración rojiza que se ubican fuera del polígono de estudio, hacia el NE cerca a la Subestación Eléctrica de Saraguro.

Hacia la parte central del sector de estudio cerca a la Subestación Eléctrica de Saraguro, aflora la Unidad Quebrada Tasqui ( $M_{Qt}$ ) (Mioceno), que corresponde a una toba lítica de coloración blanquecina, el afloramiento LGE\_023. Correspondiente a la Unidad Río Sinincapa, consiste de tobas Ignimbríticas estas se encontraron de forman esporádica en el sector, y de forma superficial, ubicadas hacia la parte NW-SE.

El Depósito Coluvial (Qc) que consiste de materiales no consolidados alterados como arenas y limos, en ambos casos encontrados de forma superficial, ubicados hacia la parte SE-SW en el sector la Quesera.

Las excavaciones que se realizaron con el fin de poder relacionar mejor la información y también para abarcar mayor detalle de la información litológica, en la *Tabla 20*, se ubica los puntos de las calicatas y las litologías encontradas.

**Tabla 20.** Puntos de Calicatas y las litologías del sector.

N° de Calicata	Litología	Unidad
CT-001	Limo arcilloso	Depósito Coluvial
CT-002	Limo	Depósito Coluvial
CT-003	Toba Ignimbrítica	Unidad Río Sinincapa
CT-004	Toba Ignimbrítica	Unidad Río Sinincapa
CT-005	Toba Ignimbrítica	Unidad Río Sinincapa
CT-006	Limo arcilloso	Depósito Coluvial
CT-007	Limo	Depósito Coluvial
CT-008	Toba Ignimbrítica	Unidad Río Sinincapa
CT-009	Limo	Depósito Coluvial

Un insumo utilizado para la descripción de litologías fueron deslizamientos, en este caso se registran cuatro, correspondientes a las litologías como se lo observa en la *Tabla 21*, en el *Anexo 4.4*, se adjunta las fichas de los cuatro deslizamientos encontrados, se representan estos deslizamientos.

**Tabla 21.** Puntos de Deslizamientos y las litologías del sector.

N° de Deslizamientos	Litologías	Unidad
DZ-001	Alteraciones de limos y tobas ignimbríticas	Unidad Río Sinincapa
DZ-002	Limo Arcilloso	Unidad Río Sinincapa
DZ-003	Alteraciones de limos y tobas ignimbríticas	Depósito Coluvial
DZ-004	Alteraciones de limos y tobas ignimbríticas	Unidad Río Sinincapa

Así también para correlacionar la información de mejor manera se consideraron puntos aleatorios fuera del polígono que fueron de gran ayuda para tener una guía más específica del levantamiento geológico.

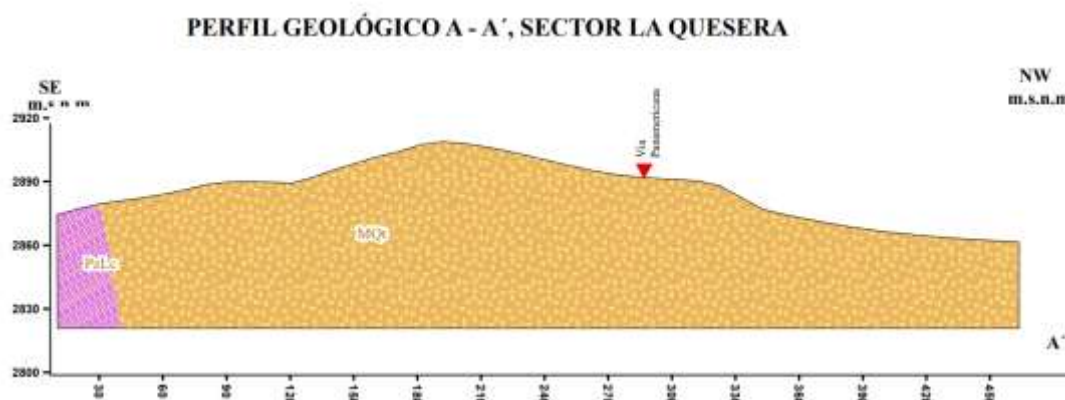
Toda la información antes mencionada fue utilizada para representar el mapa geológico estructural del sector de estudio, el cual fue cartografiado a escala 1: 1000, datum WGS84 UTM Zona 17, con una faja de 200m, en el cual se representa las litologías encontradas además de las estructuras geológicas, en la Tabla 21, se observa una tabla de los afloramientos más representativos, mientras que en el Anexo

Así también se confeccionaron 3 perfiles geológicos con la finalidad de representar la forma y la distribución de la litología en la profundidad de cada línea de corte trazado, en la Tabla 22, se especifica la longitud de cada una de las líneas y su respectiva profundidad.

**Tabla 22.** *Perfiles geológicos del sector de estudio*

Corte	Longitud (km)	Profundidad (m)	Dirección
A – A´	0.46	45	SE-NW
B – B´	0.94	45	SE-NW
C – C´	0.38	65	SW-NW

La primera línea de corte que se realizó tiene una dirección SW- NE, que corresponde al corte A-A´, con una longitud de 0.46 km, además considerando la diferencia de cotas mayor y menor (2905 -2860 m.s.n.m) correspondiente a una profundidad de 45 m, como se observa en la Figura 63.



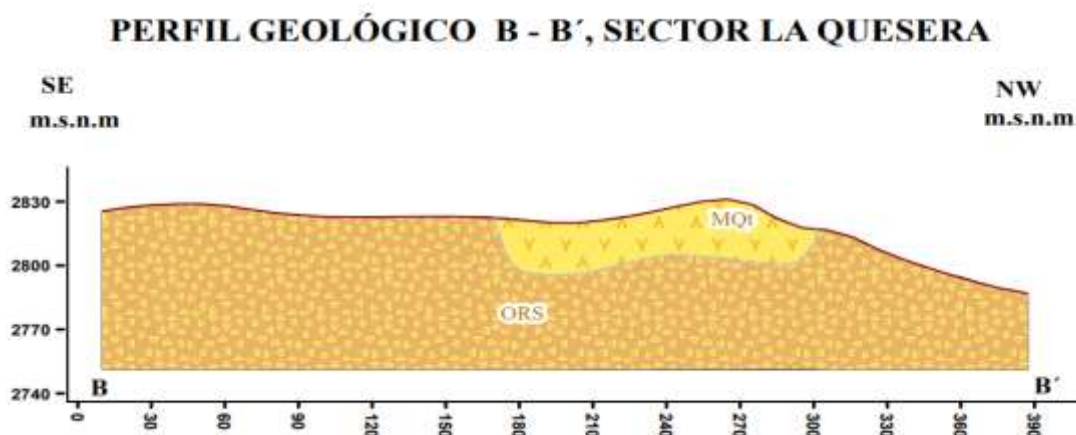
**Figura 63.** *Perfil Geológico A-A´*

En este primer corte se distinguió un contacto litológico concordante, entre materiales no consolidados que responden al Depósito Coluvial, mientras que como basamento se encontró filita correspondiente a la Unidad Chigüinda.

La segunda línea de corte que se realizó tiene una dirección SW- NE, que corresponde al corte B-B´, con una longitud de 0.94 km, además considerando la diferencia de cotas mayor



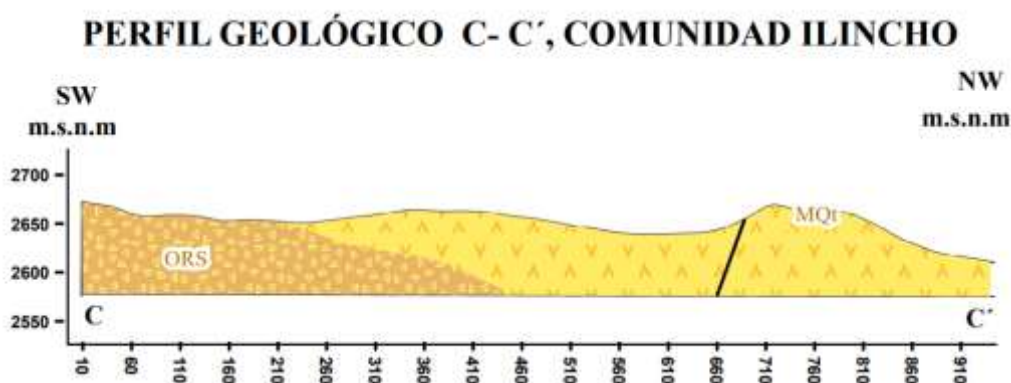
y menor (2830 -2785 m.s.n.m) correspondiente a una profundidad de 45 m, como se observa en la *Figura 64*.



**Figura 64.** Perfil Geológico B-B'

En este corte se distinguió una toba lítica perteneciente a la Unidad Quebrada Tasqui, que se deposita sobre la toba ignimbrítica perteneciente a la Unidad Río Sinincapa.

La tercera línea de corte que se realizó tiene una dirección S-N, que corresponde al corte C-C', con una longitud de 0.38 km, además considerando la diferencia de cotas, la cota mayor y menor (2743 -2717 m.s.n.m) correspondiente a una profundidad de 65 m, como se observa en la *Figura 65*.



**Figura 65.** Perfil Geológico C-C'

En este corte se distinguió material sedimentario que responden a areniscas, arenas y conglomerados y brecha, en el *Anexo 25*, se observa el corte en el cual se detallan todos estos elementos mencionados, se consideró que los materiales como brecha y arenas se encontraban en la superficie debido a su profundidad en que afloraban.

## 7. Discusión

De acuerdo al informe de MAGAP (2015), en el contexto morfológico y geoformas presentes en el cantón se encuentra vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica, en donde de acuerdo al grupo genético tectónico-erosivos, se encuentran geoformas de tipo colinados, coluvio aluviales, etc, de acuerdo con la información levantada se pudo corroborar esta información, en el *Anexo 3*, se observa las geoformas encontradas en el sector de estudio respondiendo a Colinas altas, colinas medias y colinas bajas, además de relieves montañosos y escarpes de deslizamientos.

La litología en el sector de estudio corresponde a material volcánico de tipo toba lítica (Unidad Quebrada Tasqui), toba ignimbrítica (Unidad Río Sinincapa), misma que fue corroborada, de acuerdo con (Morocho, 2015), que, según su informe, el sector se encuentra delimitado por tobas volcánicas aglomeráticas, coluvión de toba volcánica y limos, y suelos limosos. Así también la litología coincide con la Hoja Geológica de Saraguro, concordando que en el sector delimitado se encuentra material volcánico, perteneciente en su mayoría a la Unidad Río Sinincapa.

De acuerdo al (PDOT de Saraguro, 2018), describe que la principal estructura geológica secundaria que afecta a suelo y rocas son fallas geológicas que en su mayoría son de tipo inversas, las cuales se encuentran ubicadas en los límites entre dominios litotectónicos, mientras tanto, en el sector de estudio, utilizando fotointerpretación y realizando levantamiento en campo, no se identificó estructuras geológicas.

Por otro lado, las precipitaciones constantes entre (750 – 1 000 mm/año) del sector de estudio son un condicionante para los deslizamientos, ya que de acuerdo a la información recolectada y las visitas de campo durante los meses de mayo y agosto, se evidenció deslizamientos activos DZ\_001 y DZ\_002, que requerían labores de limpieza de la vía por parte del departamento de Transporte y Obras Públicas de Saraguro, de acuerdo a ello se corroboró la información planteada en el (PDOT de Saraguro, 2020 - 2030), en la cual indica que los deslizamientos en su mayoría son provocados por el aumento de precipitaciones, considerando también que de acuerdo a las isoyetas del sector los meses indicados tienen altas precipitaciones que oscilan entre (750 - 1 000 mm/año). Reafirmando esta información en el año 2016 ocurrió un deslizamiento en el sector San Vicente con un volumen 3 500 m<sup>3</sup> de material de arrastre y árboles que inhabilitaron la vía por el lapso de un día, debido a deslizamientos y socavones provocados por las fuertes precipitaciones en el mes de mayo información tomando del medio

de comunicación (La Hora, 2021). Además, en este mismo informe se indica que otro factor que provoca los movimientos en masa, se debe al mal uso de agua de riego, información que también fue corroborada en campo, debido a que los surcos que forma el drenaje por las zonas de fracturas, pero también el agua es estancada provocando pequeños estancamientos de agua, y el daño de los terrenos utilizados para la agricultura y ganadería.

## 8. Conclusiones

Una vez terminada la investigación se concluye que:

- ✚ La topografía del sector de estudio, se levantó mediante el método taquimétrico con Estación Total Trimble S3, con poligonales cerradas, teniendo como finalidad proporcionar el detalle del relieve del terreno, considerándose así la cota mínima de 2 571 m.s.n.m, hacia la parte SW-SE se encuentran las zonas bajas, mientras que la cota máxima llega a una altura de 2 988 m.s.n.m, ubicadas al NW-NE, donde se ubican las zonas bajas.
- ✚ De acuerdo con la base topográfica, se determinó las pendientes del sector con un rango entre 15-35°, que corresponde a pendientes Medias que cubre el 0.82km<sup>2</sup> que correspondientes al 46.79%, del sector de estudio.
- ✚ Al contar con la topografía y las pendientes se pudo identificar las geoformas del sector, siendo las colinas altas y medias de origen tectónico las que cubren un 79.50% del área total de estudio.
- ✚ Litológicamente el sector de estudio se encuentra delimitado por la Unidad Río Sinincapa que responde a tobas ignimbríticas y aglomerados, así también la Unidad Quebrada Tasqui responde a tobas líticas, además se encontraron materiales no consolidados que pertenecen al Depósito Coluvial, materiales que yacen sobre la Unidad Chigüinda que responde litológicamente a una filita.
- ✚ Mediante el análisis de la técnica de fotointerpretación se pudo determinar que el área de estudio no se identifican estructuras geológicas.
- ✚ El material desplazado de los deslizamientos uno y dos específicamente, es la principal causa que afecta a la transitabilidad vehicular, así como los daños a la vía, debido a las precipitaciones de mayo a agosto (meses de levantamiento de información), en un rango entre (950-1 000mm/año). Por lo que el departamento de Obras Públicas, realiza labores de limpieza de la vía.
- ✚ El levantamiento geológico-estructural a escala 1: 1 000, proporciona las condiciones geológicas y estructurales del sector, siendo información útil principalmente para las comunidades cercanas, así también para actualizaciones del PDOT de Saraguro, además de ser información base de estudios geotécnicos.

## **9. Recomendaciones**

Para complementar la investigación se recomienda que:

- ✚ Al realizar el levantamiento topográfico es importante considerar los errores que se generan por la manipulación del equipo y con los puntos de corrección, y de esta manera disminuir errores, trabajar con el menor margen de error y tener mayor seguridad del trabajo realizado.
- ✚ Es importante que, para un estudio para construcción, modificación, o reconstrucción de vías, etc., se tenga una base geológica-estructural, sin embargo, esta información necesariamente debe ser complementada con estudios geotécnicos, de susceptibilidad, sismicidad, etc., que puedan proporcionar mayor información, para que se sustente, y tenga mayor confiabilidad.
- ✚ Se recomienda que para un mayor detalle de la información geológica se complemente, con ensayos geotécnicos para conocer las propiedades geomecánicas del sector de estudio.
- ✚ Es importante que, se propongan métodos o medidas de estabilización para los deslizamientos, y de este modo controlar el material desplazado que inhabilita la vía Panamericana.

## 10. Bibliografía

- Arellano Gil, J., De la Llata Romero, R., Carreón, M. A., Villareal Morán, J. C., & Morales Barrera, W. V. (2002). Ejercicios de Geología Estructural. UNAM,. México D.F.: Facultad de Ingeniería.
- Best, M.G. y Christiansen, E. H, González, P.D., Le Maitre, R., Mc Phie, J., Doyle, M. y Allen, R., Motoki, A. y Sichel, S., Vernon, R.H., (2017). Mapeo de rocas ígneas. En Echeveste et al. (Eds.), Manual de Levantamiento Geológico, (pp 226-240)
- Blyth, F., & de Freitas, M. (2000). Geología para Ingenieros. México: Compañía Editorial Continental.
- Carenas Fernández, M. B., Giner Robles, J. L., González Yélamos, J., & Pozo Rodríguez, M. (2014). Geología.
- Casanova Matera, L. (2002). Topografía Plana.
- Coe, A. L., Collinson, J., Mountney, N. y Thompson, D., Miall, A. D., Stow, D. A.V., Tucker, M. E., (2017). Mapeo de rocas sedimentarias. En Echeveste et al. (Eds.), Manual de Levantamiento Geológico, (pp211-225)
- Castro, D. (2015). Principios generales. Petrografía de rocas ígneas y metamórficas. Primera Edición, (pp 2-3).
- Demek, J. (1972). Manual of detailed geomorphological mapping. Praga: Academia, Publishing House of the Czechoslovak Academy of Science.
- Echeveste, H. (2018). Métodos de Mapeo Geológico. Manual de Levantamiento Geológico. Primera Edición. EDULP.
- Elementos de Geología. (2011). Universidad Nacional de San Luis. [http://www0.unsl.edu.ar/~geo/materias/Elementos\\_de\\_Geologia/documentos/contenidos/apoyo\\_teorico/APU-2011-Fotointerpret.pdf](http://www0.unsl.edu.ar/~geo/materias/Elementos_de_Geologia/documentos/contenidos/apoyo_teorico/APU-2011-Fotointerpret.pdf)
- Fallas, J. (2003). Conceptos básicos de cartografía.
- Fernández Maroto, G. (31 de enero 2020). Petrología. Mineralogía. Departamento de Ciencias de la Tierra y Física de la Materia Condensada. [Diapositivas de Power Point]. [https://ocw.unican.es/pluginfile.php/3084/course/section/2841/tema\\_07.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/3084/course/section/2841/tema_07.pdf)

- García, A. Rosique, M. Segado, F. (1994). Topografía básica para ingenieros. Cuarta Edición. Servicio de Publicaciones, Universidad de Murcia.
- García, G. (1985). Geología Estructural. Pueblo y Educación.
- Geoxnet. (2019). Geoxnet. Geoxnet: <https://post.geoxnet.com/geologia-estructural/>
- González, de V. (2002). Mecánica de suelos. Ingeniería Geológica. Pearson Educación.
- Guerra, J. T. (2020). Guía de aprendizaje de Ciencias Sociales.
- Higuera Aguilar, J. R., Echeverri Mora, D., Ballesterro Parra, J., Toro Jaramillo, I. E., Cardales Barrios, J. A., & Grajales Castaño, D. P. (2006). Estándares para el manejo de la geoinformación del área metropolitana del Valle de Aburrá.
- Instituto de Investigación Geológica y Energético IIGE, (2019). Metodología para Levantamiento Geológico. Washington Castillo.
- Instituto de Investigación Geológico y Energético IIGE, (2019). Estándares de Nomenclatura Estratigráfica, Simbolización y Abreviaturas para la Cartografía Geológica, Versión 2.0
- Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico INIGMM, (2017). Hoja Geológica Saraguro, 55-D, N VI-D4, escala 1: 50 000.
- ICGC. (2010). gencat. <https://www.icgc.cat/es/Ciudadano/Explora-Cataluna/Atlas/Atlas-geologico-de-Cataluna/Elementos-de-los-mapas-geologicos#:~:text=Los%20contactos%20son%20las%20superficies,diferentes%20y%20la%20superficie%20topogr%C3%A1fica.>
- IGN & UPM-Latin GEO. (2017). Conceptos cartográficos.
- Jauregui, L. (2005). Paralaje. Fotogrametría Básica. (pp.81)
- López, M. (1988). Estudio Fotogeológico de los depósitos Geológicos. Manual de Fotogeología. (pp. 185). Ciemat
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2015). Levantamiento de Cartografía temática escala 1:25 000, Lotes 1 y 2
- Ministerio del Ambiente (2013). Modelo de Unidades Geomorfológicas. Para la representación cartográfica de ecosistemas del Ecuador Continental.
- Ministerio del Ambiente (2015). Acuerdo 097 NUEVO LIBRO VI. Edición Especial N°387.

- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (2013). Norma Ecuatoriana Vial – NEVI 12 – MTOP. Procedimientos para proyectos viales, Volumen 1.
- Morocho, D. (2015). Estudio geológico para el análisis de la susceptibilidad del terreno, en la comunidad las lagunas cantón Saraguro provincia de Loja. Universidad Nacional de Loja.
- Naranjo, J. (2015). Fotogeología práctica. Universidad de Caldas
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Actualizado (2020-2030) (Saraguro). Conteniendo Plan de Uso y Gestión del Suelo
- Pozo, M. González, J. Giner, J. (2003). Geología práctica. Introducción al reconocimiento de materiales y análisis de mapas. Universidad Autónoma de Madrid. Pearson Prentice Hall.
- Servicio Nacional de Geología y Minería (2007). Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Publicación Geológica Multinacional.
- Sede Central CSR LABORATORIO, (2022). Muestreo de Suelo mediante Calicata con Máquina. <https://csrlaboratorio.es/laboratorio/agricultura/suelos-agricolas/muestreo-de-suelo-mediante-calicata-con-maquina/#:~:text=Una%20calicata%20es%20una%20t%C3%A9cnica,de%20estudio%20sobre%20dicho%20terreno.>
- Spikermann, J. (2010). Elementos de Geología General. [https://www.academia.edu/44029002/Elementos\\_de\\_Geolog%C3%ADa\\_General](https://www.academia.edu/44029002/Elementos_de_Geolog%C3%ADa_General)
- Suarez Díaz, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Subsecretaria de Información Geológica Minera. (2004). Estándares de presentación Cartográfica. Bogotá.
- Tarback, E. Lutgens, F. (2005). Ciencias de la Tierra. Pearson Educación S.A. Madrid.
- Varela, R. (2014). Manual de Geología. Buenos Aires, Argentina: Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán.



## **11. Anexos**

**Anexo 1.** Topografía sector de estudio

**Anexo 2.** Pendientes del sector de estudio

**Anexo 3.** Geomorfología del sector de estudio

**Anexo 4.** Litologías sector de estudio

**Anexo 5.** Geología Estructural del sector de estudio



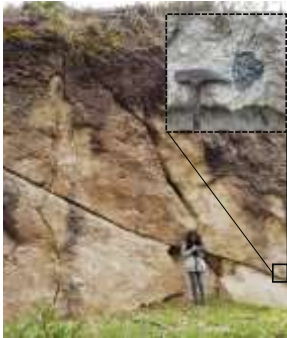
( Ubicado en el CD-R NRO. 1)

**Anexo 4.1.** Registro de afloramientos sector de estudio

	X (m)	Y (m)	Z (m.s.n.m)	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	REGISTRO FOTOGRÁFICO
1	694691	9596465	2824	Toba	Presentaba una coloración amarillenta	
2	695276	9598278	2627	Toba Ign.		
3	695618	9597428	2586	Filita	Presentaba una coloración rojiza	
4	693958	9596654	2916	Arcillas	Presentaba una coloración blanquesina	
5	694095	9596718	2894	Toba		
6	694153	9596709	2896	Toba		
7	694169	9596687	2894	Limo-arcilloso		
8	694355	9596901	2863	Toba	Presentaba coloración blanquesina	
9	694350	9597100	2832	Limo		
10	694584	9596430	2836	Limo-arcilloso	Se observaba humedad y tenía una coloración amarillenta y blanquesina	
11	695044	9596724	2782	Limo		
12	695424	9596751	2732	Limo-arcilloso		
13	695259	9597235	2711	Toba		
14	695421	9596956	2734	Limo-arcilloso		
15	695357	9597050	2726	Limo-arcilloso		
16	695262	9597398	2695	Limo-arcilloso		
17	695249	9597434	2705	Limo-arcilloso		
18	695245	9597357	2724	Arcillas		
19	695238	9597386	2717	Limo-arcilloso	Presenta coloración blanquesina	
20	695070	9597558	2721	Arcilla		
21	695017	9597624	2716	Arcilla		
22	694997	9597623	2713	Arcilla		
23	694956	9597653	2712	Arcilla		
24	694909	9597676	2730	Arcilla		
25	694929	9597722	2732	Arcilla		
26	694942	9597802	2737	Arcilla		
27	694920	9597901	2742	Arenisca		
28	694908	9597940	2743	Arcilla		
29	695060	9598352	2815	Limo-arcilloso		
30	693586	9596478	2928	Arcillas		
31	693817	9596472	2903	Arcillas		
32	693805	9596284	2921	Arcillas		
33	693884	9596428	2880	Arcillas/Filita	La arcilla se presentaba en color blanco, mientras que la filita tenía un color rojiza	
34	693805	9596437	2875	Arcillas		
35	693440	9596692	2894	Arcillas		
36	693946	9596721	2888	Arcillas		
37	693814	9596715	2903	Arcillas		
38	693748	9596687	2906	Arcillas	Presentaba coloración blanquesina, amarillentas y verdosas	


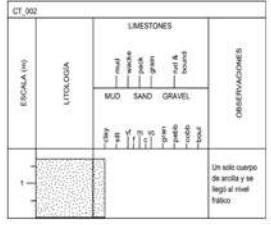

40	694015	9596773	2854	Arcillas		
41	694229	9596606	2895	Limo	Presentaba coloracion blanquesina	
42	694268	9596638	2903	Limo		
43	694299	9596690	2894	Limo		
44	694313	9596729	2879	Limo		
45	694386	9596702	2885	Limo	Presentaba coloracion blanquesina	
46	694462	9596726	2838	Limo		
47	694556	9596654	2802	Limo		
48	694538	9596653	2800	Limo		
49	694584	9596597	2808	Toba		
	694763	9596438	2786	Arcillas	Presentaba coloracion blanquesina y amarillenta	
50						
51	694865	9596400	2775	Arcillas		
52	694196	9596422	2761	Arcillas		
53	694981	9596603	2761	Arcillas		
54	694494	9596624	2750	Arcillas		
55	695433	9596876	2711	Arcillas		
56	694200	9596714	2862	Limo		
57	694342	9596944	2836	Arenasca	Presentaba coloracion blanquesina	
58	695523	9597029	2652	Arenasca		
	695562	9597240	2638	Arenasca	Presentaba coloracion blanquesina	
59						
60	695562	9597240	2638	Arenasca		
	695560	9597321	2579	Filita	Presentaba coloracion rojizas	
61						
62	695488	9597385	2585	Toba		
63	695589	9597393	2572	Toba		
64	694346	9596904	2875	Toba		
65	695260	9597229	2689	Toba		
66	695317	9598349	2579	Aglomerado		
67	695306	9598321	2574	Aglomerado		
68	695305	9598291	2585	Aglomerado		
69	695304	9598287	2592	Aglomerado		
70	695297	9598191	2581	Aglomerado		
71	695368	9598099	2597	Limo-arcilloso		
72	695361	9598075	2585	Aglomerado		
73	695360	9598067	2564	Limo-arcilloso		
74	695335	9597966	2587	Limo-arcilloso	Presentaba coloracion blanquesina	
75	695304	9597814	2584	Limo-arcilloso		
76	695294	9597765	2572	Aglomerado		
77	695281	9597703	2595	Aglomerado		
	695284	9597601	2572	Aglomerado	Presentaba filtraciones de humedad	
78						
79	695297	9597589	2602	Limo-arcilloso		
80	695114	9597646	2676	Arenas		
81	695181	9597685	2667	Arenas		



**Anexo 4.2. Fichas de afloramientos sector de estudio**

Levantamiento geológico – estructural, escala 1:1 000 de la vía Loja – Saraguro, abscisas km 60+100 hasta km 64+900, cantón Saraguro, provincia de Loja					
<b>RESPONSABLE</b>	GABRIELA PARDO	<b>AFLORAMIENTO</b>	LGE_8	<b>X</b>	694355
<b>UBICACIÓN:</b>	Sector la Quesera	<b>ALTURA (m)</b>	8.3	<b>Y</b>	9596901
<b>FECHA:</b>	Septiembre, 2022	<b>ANCHO (m)</b>	10.4	<b>Z</b>	2863
<b>DATUM:</b>	WGS 84	<b>LITOLOGÍA</b>	Limo	<b>FOTOGRAFÍA</b>	
<b>COLUMNA E.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>				
No existen estratos	<p>El afloramiento se encuentra altamente meteorizado por lo que existe material coluvial en ciertas zonas, además de vegetación y zonas de moho.</p>				
Levantamiento geológico – estructural, escala 1:1 000 de la vía Loja – Saraguro, abscisas km 60+100 hasta km 64+900, cantón Saraguro, provincia de Loja					
<b>RESPONSABLE</b>	GABRIELA PARDO	<b>AFLORAMIENTO</b>	LGE_8	<b>X</b>	693814
<b>UBICACIÓN:</b>	Sector La Quesera	<b>ALTURA (m)</b>	2.1	<b>Y</b>	9596715
<b>FECHA:</b>	Septiembre, 2022	<b>ANCHO (m)</b>	4.6	<b>Z</b>	2903
<b>DATUM:</b>	WGS 84	<b>LITOLOGÍA</b>	Arcilla	<b>FOTOGRAFÍA</b>	
<b>COLUMNA E.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>				
No existen estratos	<p>El afloramiento se encuentra altamente meteorizado por lo que existe material coluvial en ciertas zonas, además de vegetación y zonas de moho. Como se pudo observar existen alteraciones que dan paso a coloraciones verdosas y rojizas.</p>				
Levantamiento geológico – estructural, escala 1:1 000 de la vía Loja – Saraguro, abscisas km 60+100 hasta km 64+900, cantón Saraguro, provincia de Loja					
<b>RESPONSABLE</b>	GABRIELA PARDO	<b>AFLORAMIENTO</b>	LGE_76	<b>X</b>	695304
<b>UBICACIÓN:</b>	Sector Las Lagunas	<b>ALTURA (m)</b>	12	<b>Y</b>	9597814
<b>FECHA:</b>	Septiembre, 2022	<b>ANCHO (m)</b>	20.3	<b>Z</b>	2584
<b>DATUM:</b>	WGS 84	<b>LITOLOGÍA</b>	Arcilla	<b>FOTOGRAFÍA</b>	
<b>COLUMNA E.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>				
No existen estratos	<p>El afloramiento se encuentra meteorizado por lo que existe vegetación y zonas de moho.</p>				

 Levantamiento geológico – estructural, escala 1:1 000 de la vía Loja – Saraguro, abscisas km 60+100 hasta km 64+900, cantón Saraguro, provincia de Loja					
RESPONSABLE	GABRIELA PARDO	AFLORAMIENTO	LGE_04	X	693958
UBICACIÓN:	Sector La Quesera	ALTURA (m)	6.4	Y	9596654
FECHA:	Agosto, 2022	ANCHO (m)	14.6	Z	2916
DATUM:	WGS 84	LITOLOGÍA	Limo	FOTOGRAFÍA	
COLUMNA E.	DESCRIPCIÓN				
No existen estratos	El afloramiento se encuentra meteorizado por lo que existe vegetación y zonas de moho.				
 Levantamiento geológico – estructural, escala 1:1 000 de la vía Loja – Saraguro, abscisas km 60+100 hasta km 64+900, cantón Saraguro, provincia de Loja					
RESPONSABLE	GABRIELA PARDO	AFLORAMIENTO	LGE_58	X	694342
UBICACIÓN:	Comunidad Ilincho	ALTURA (m)	6.4	Y	9596944
FECHA:	Agosto, 2022	ANCHO (m)	14.6	Z	2836
DATUM:	WGS 84	LITOLOGÍA	Limo	FOTOGRAFÍA	
COLUMNA E.	DESCRIPCIÓN				
No existen estratos	En el afloramiento se encuentra intervención antrópica				
 Levantamiento geológico – estructural, escala 1:1 000 de la vía Loja – Saraguro, abscisas km 60+100 hasta km 64+900, cantón Saraguro, provincia de Loja					
RESPONSABLE	GABRIELA PARDO	AFLORAMIENTO	LGE_82	X	693673
UBICACIÓN:	Sector La Quesera	ALTURA (m)	2.4	Y	9596591
FECHA:	Diciembre, 2022	ANCHO (m)	4.4	Z	2931
DATUM:	WGS 84	LITOLOGÍA	Arcilla	FOTOGRAFÍA	
COLUMNA E.	DESCRIPCIÓN				
No existen estratos	En el afloramiento se encuentra intervención antrópica				


Anexo 4.3. Registro de calicatas sector de estudio

		<b>Levantamiento geológico – estructural, escala 1:1 000 de la vía Loja – Saraguro, abscisas km 60+100 hasta km 64+900, cantón Saraguro, provincia de Loja</b>	
<b>RESPONSABLE</b>	GABRIELA PARDO		
<b>UBICACIÓN:</b>	Las Lagunas		
<b>FECHA:</b>	02 de Julio de 2022		
<b>COORDENADAS</b>			
<b>X</b>	69 475 8		
<b>Y</b>	95 966 24		
<b>Z</b>	2882		
<b>DATUM</b>	WGS 84		
<b>CALICATA</b>			
<b>ANCHO (m)</b>	1.00		
<b>LARGO (m)</b>	1.20		
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	1.70	<b>COLUMNA ESTRATIGRÁFICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Litológicamente únicamente se encontró un cuerpo de arcillas con coloraciones verde, morado, blanca y amarilla, además se dejó de excavar ya que se llegó al nivel freático.		
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			

		<b>Levantamiento geológico – estructural, escala 1:1 000 de la vía Loja – Saraguro, abscisas km 60+100 hasta km 64+900, cantón Saraguro, provincia de Loja</b>	
<b>RESPONSABLE</b>	GABRIELA PARDO	<p style="text-align: center;">No tiene estratificación, solo cambio de coloración</p>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Ilincho		
<b>FECHA:</b>	09 de Julio de 2022		
<b>COORDENADAS</b>			
<b>X</b>	695006		
<b>Y</b>	9598444		
<b>Z</b>	2742		
<b>DATUM</b>	WGS 84		
<b>CALICATA</b>			
<b>ANCHO (m)</b>	1.50		
<b>LARGO (m)</b>	2.00		
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	3.00	<b>COLUMNA ESTRATIGRÁFICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Litológicamente se encontró un cuerpo de material limo arcilloso de coloración blanca y rojiza		
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			


### Anexo 4.4. Registro de deslizamientos sector de estudio

FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Versión 1,0																									
NOMBRE DEL ENCUESTADOR		GABRIELA PARDO CRUZ		FECHA		Día: 2 Mes: JUNIO Año: 2022		INSTITUCION		UNL		Código del Evento		DL- 001											
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO																									
POR DIVISION POLITICA		COORDENADAS				REFERENTES GEOGRAFICOS				DOCUMENTACION															
PAIS		ECUADOR		Comunidad ILINCHO		CERCA A LA EMPRESA ELECTRICA, SUBESTACION DE SARAGURO				Mapa/Plancha No.		Año		Escala		Editor		Foto No.		Año		Escala		Editor	
Dpto./Prov./Edo.		LOJA		Norte/Lat. 695150		Este/Long. 9596907																			
Municipio/Ciudad		SARAGURO		Proyección: WGS 84		Altura sitio (m.s.n.m.): 2765																			
Localidad		VIA LOJA-SARAGURO																							
ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO					LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA																				
FECHAS DE OCURRENCIA		ESTADO		ESTILO		DISTRIBUCION		DESCRIPCION		ESTRUCTURA		ORIENTACION		ESPACIAMIENTO (m)											
Último Movimiento: 15 / 3 / 2021		Activo		Único		Retrogrado		La litología responde a un suelo limo arcillo de coloración blanca, y en una buena sección se observa coloraciones rojizas debido a oxidaciones, además de arcillas de coloraciones verdosas, moradas y rosadas.		Dirección de Masa		DB BZ		>2 2 - 0.6 0.6-0.2 0.2-0.06 <0.06											
Anteriores: / /		Reactivado		Sucesivo		Progresivo																			
Edad (años): / /		Latente		Multiple		Ensamblándose																			
		Estabilizado				Confinado																			
		Reicto				Enjambre																			
CLASIFICACION DEL MOVIMIENTO																									
TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL				OTRAS CARACTERISTICAS		VELOCIDAD																	
1 2		1 2				1 2		1 2																	
Caida		Roca				Residual		Extr. Rápido (>6 m/s)																	
Deslizamiento		Detritos				Sedimentario (*)		Muy rápido (>3 m/min)																	
Deslizamiento rotacional		Tierra				Volcánico		Rápido (>1.8 m/hr)																	
Deslizamiento traslacional		Suelos incoherentes				* Tipo suelo sedimentario.		Moderado (> 13 m/mes)																	
Propagación lateral		Bloques						Lento (> 1.6 m/año)																	
Reptación		Cantos						Muy lento (> 16 mm/año)																	
Flujo		Grava						Ext. Lento (< 16 mm/año)																	
		Arena																							
		Finos																							
		M.O.																							
		M.O. Materia orgánica, turba																							
NOTA																									
1 = Primer movimiento																									
2 = Segundo movimiento																									
MORFOMETRIA																									
GENERAL		DIMENSIONES				DEFORMACION DEL TERRENO		GEOFORMA																	
Diferencia de altura corona a punta (m)		144.32		Profundidad de superficie de falla, Dr (m)		35.53		Volumen inicial (m3)		16.34		Moda		Severidad											
Longitud horizontal corona a punta (m)		167		Ancho de la superficie de falla Wf (m)		197.5		Volumen desplazado (m3)		16.26		Ondulación		Leve											
Fahrböschung (°)				Longitud de superficie de falla Lr (m)		187.12		Area inicial (Km2)		40.12		Escalonamiento		Medio											
Pendiente de ladera en post-falla (°)		170°		Espesor de masa desplazada Dd (m)		16.28		Area total afectada (km2)		0.39				Pronunciada											
Pendiente ladera en pre-falla (°)		130°		Ancho de la masa desplazada Wd (m)		144.29		Distancia de viaje (km)						Severa											
Dirección del movimiento (°)		S 52° E		Longitud de masa desplazada Ld (m)		139.47		Run up (m)						Muy severa											
Azimut del talud (°)		128		Longitud total, L (m)		262.41																			
CAUSAS DEL MOVIMIENTO																									
C		C D				C D		COBERTURA Y USO DEL SUELO																	
Material plástico débil		Movimiento tectónico				Socavación de pata del talud por oleaje		Tipo cobertura																	
Material sensible		Sismo: M E De P				Socavación de márgenes de ríos		%																	
Material colapsible		Erupción volcánica				Excavación de la pata del talud		%																	
Material meteorizado		Lluvias: mm24h= mm48h= mm72h=				Carga en la corona del talud		%																	
Material tallado por corte		Viento				Erosion subterránea (disolución, tubificación)		%																	
Material fisurado o agrietado		Deshielo				Irigación		%																	
Orientación desfavorable de discontinuidades		Avance/retroceso de glaciares				Mantenimiento deficiente sistema de drenaje		%																	
Contraste en permeabilidad de materiales		Rompiamiento de lagos en cráteres				Escapes de agua de tuberías		%																	
Contraste de rigidez de materiales		Rompiamiento de presas				Minería		%																	
Meteorización por congelamiento/deshielo		Desembalse rápido de presas				Disposición deficiente de estribos/escombros		%																	
Meteorización por expansión/contracción		Erosión de pata de talud por glaciares				Vibración artificial (tráfico, explosiones, hincado de pilotes)		%																	
Deforestación o ausencia de vegetación		Socavación de pata del talud por corriente agua						%																	
NOTAS: C: Condicionante, D: Detonante mm24h: lluvia acumulada en las 24 horas antes del movimiento M: magnitud del sismo, E: Escala del sismo (ML, Ms, mb, Mw), De: Distancia al epicentro (Km), P: Profundidad (Km)																									
NOTAS Y APRECIACION DEL RIESGO																									
El evento como tal afecta a la transitabilidad de la vía Loja Saraguro en este tramo, ya que muchas de las veces el material se desplazado sobrepasa la vía despositandose en el otro flanco de la vía.																									
ANEXO FOTOGRAFICO																									

FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Versión 1,0																	
NOMBRE DEL ENCUESTADOR		GABRIELA PARDO CRUZ		FECHA		Día: 2 Mes: JUNIO Año: 2022		INSTITUCION		UNL		Código del Evento		DL- 002			
LOCALIZACION GEOGRAFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO																	
POR DIVISION POLITICA			COORDENADAS			REFERENTES GEOGRAFICOS			DOCUMENTACION								
PAIS: ECUADOR			Sitio: COMUNIDAD ILINCHO			Mapa/Plancha No.			Año		Escala		Editor				
Dpto./Prov./Edo.: LOJA			Norte/Lat.: 695183			A 1KM DE LA ENTRADA A SARAGURO			Foto No.		Año		Escala				
Municipio/Ciudad: SARAGURO			Este/Long.: 9597532														
Localidad: VIA LOJA-SARAGURO			Proyección: WGS 84														
			Altura sitio (m. s. n. m.): 2688														
ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO										LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA							
FECHAS DE OCURRENCIA		ESTADO		ESTILO		DISTRIBUCION		DESCRIPCION		ESTRUCTURA		ORIENTACION		ESPACIAMIENTO (m)			
Ultimo Movimiento: DD / MM / AA		<input checked="" type="checkbox"/> Activo		<input checked="" type="checkbox"/> Único		Retrogrado		La litología responde a un suelo limo arcillo de coloración blanca.		Dirección de Masa		DB: BZ		>2 2 - 0,6 0,6-0,2 0,2-0,06 <0,06			
Anteriores: / /		<input type="checkbox"/> Reactivo		<input type="checkbox"/> Sucesivo		Progresivo				31 59							
Edad (años): / /		<input type="checkbox"/> Latente		<input type="checkbox"/> Múltiple		<input checked="" type="checkbox"/> Ensamblándose											
		<input type="checkbox"/> Estabilizado		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Confinado											
		<input type="checkbox"/> Relicto		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Enjambre											
										DB: Dirección de buzamiento		BZ: Buzamiento					
TIPO DE MOVIMIENTO										CLASIFICACION DEL MOVIMIENTO							
1 2		1 2		% 1 %2		1 2		Origen del suelo 1		OTRAS CARACTERISTICAS		VELOCIDAD					
<input checked="" type="checkbox"/> Caída		<input checked="" type="checkbox"/> Roca				<input checked="" type="checkbox"/> Seco		<input checked="" type="checkbox"/> Residual		<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado		<input type="checkbox"/> Extr. Rápido (<5 m/s)					
<input checked="" type="checkbox"/> Volcamiento		<input checked="" type="checkbox"/> Detritos		60		<input checked="" type="checkbox"/> Lig. Húmedo		<input checked="" type="checkbox"/> Sedimentario (*)		<input checked="" type="checkbox"/> Movimiento No canalizado		<input type="checkbox"/> Muy rápido (>3 m/min)		Vmax: _____			
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamiento rotacional		<input checked="" type="checkbox"/> Tierra		40		<input checked="" type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Coluvial		<input type="checkbox"/> Licuación		<input checked="" type="checkbox"/> Rápido (>1.8 m/hr)					
<input type="checkbox"/> Deslizamiento traslacional		<input type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/> Muy Húmedo		<input type="checkbox"/> Volcánico		<input type="checkbox"/> Otra ..... Describir		<input checked="" type="checkbox"/> Moderado (> 13 m/mes)		Vmedia _____			
<input type="checkbox"/> Propagación lateral		Suelos ingeniería				<input type="checkbox"/> Mojado		* Tipo suelo sedimentario:				<input type="checkbox"/> Lento (> 1,6 mm/año)		M. Medida _____			
<input type="checkbox"/> Reptación		<input type="checkbox"/> Bloques				<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/> Muy lento (< 16 mm/año)		C. Calculada _____			
<input type="checkbox"/> Colapso		<input type="checkbox"/> Cantos				<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/> Ext. Lento (< 16 mm/año)		E. Estimada _____			
<input type="checkbox"/> Flujo		<input checked="" type="checkbox"/> Arena		80		<input checked="" type="checkbox"/> Plástica		<input checked="" type="checkbox"/> Alta									
		<input checked="" type="checkbox"/> Finos		10		<input checked="" type="checkbox"/> Media		<input type="checkbox"/> Baja									
		<input checked="" type="checkbox"/>		10		<input type="checkbox"/> No plástico											
NOTA		M.O. Materia orgánica, turba						Clasificación USCS		Sistema de Clasificación:		CLASIFICACION DEL MOVIMIENTO					
1 = Primer movimiento										NOMBRE DEL MOVIMIENTO:		DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL					
2 = Segundo movimiento																	
GENERAL										MORFOMETRIA							
Diferencia de altura corona a punta (m)		102.45		Profundidad de superficie de falla, Df (m)		75.2		Volumen inicial (m3)		3		DEFORMACION DEL TERRENO		GEOFORMA			
Longitud horizontal corona a punta (m)		173.61		Ancho de la superficie de falla, Wf (m)		65.74		Volumen desplazado (m3)		1.27		Modo		Severidad			
Fahrböschung (°)				Longitud de superficie de falla, Lf (m)		105.63		Area inicial (km2)		4.5		<input type="checkbox"/> Ondulación		<input type="checkbox"/> Leve			
Pendiente de ladera en post-falla (°)		180		Espesor de masa desplazada, Dd (m)		28.14		Area total afectada (km2)		0.76		<input checked="" type="checkbox"/> Escalonamiento		<input checked="" type="checkbox"/> Media			
Pendiente ladera en pre-falla (°)		110		Ancho de la masa desplazada, Wd (m)		60.12		Distancia de viaje (km)				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Pronunciada			
Dirección del movimiento (°)		N 31° E		Longitud de masa desplazada, Ld (m)		30.43		Run up (m)				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Severa			
Azimut del talud (°)		31		Longitud total, L (m)		84.46						<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Muy severa			
CAUSAS DEL MOVIMIENTO										COBERTURA Y USO DEL SUELO							
<input checked="" type="checkbox"/> Material plástico débil		<input checked="" type="checkbox"/> Movimiento tectónico		C D		<input type="checkbox"/> Socavación de pata del talud por oleaje		C D		Tipo cobertura		%		Tipo uso		%	
<input checked="" type="checkbox"/> Material sensible		<input type="checkbox"/> Sismo: M E De P		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Socavación de márgenes de ríos		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Veg. Herbacea		30%		<input type="checkbox"/> Ganadería			
<input type="checkbox"/> Material colapsible		<input type="checkbox"/> Erupción volcánica		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Excavación de la pata del talud		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Bosque/Seña				<input type="checkbox"/> Area protegida			
<input type="checkbox"/> Material meteorizado		<input checked="" type="checkbox"/> Lluvias: mm24h= mm48h= mm72h=		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Carga en la corona del talud		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Matorrales		40%		<input checked="" type="checkbox"/> Agrícola		10%	
<input type="checkbox"/> Material tallado por corte		<input type="checkbox"/> Viento		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Erosión subterránea (disolución, tubificación)		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Cuerpo agua		20%		<input type="checkbox"/> Recreación			
<input type="checkbox"/> Material fisurado o agrietado		<input type="checkbox"/> Deshielo		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Irigación		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Cultivos				<input type="checkbox"/> Zona arqueológica			
<input type="checkbox"/> Orientación desfavorable de discontinuidades		<input type="checkbox"/> Avance/retroceso de glaciares		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento deficiente sistema de drenaje		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Construcciones				<input type="checkbox"/> Zona industrial			
<input type="checkbox"/> Contraste en permeabilidad de materiales		<input type="checkbox"/> Rompimiento de lagos en cráteres		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Escapes de agua de tuberías		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Sin cobertura				<input type="checkbox"/> Vivienda			
<input type="checkbox"/> Contraste de rigidez de materiales		<input type="checkbox"/> Rompimiento de presas		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Minería		<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/> Vías			
<input type="checkbox"/> Meteorización por congelamiento/deshielo		<input type="checkbox"/> Desembalse rápido de presas		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Disposición deficiente de estériles/escombros		<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/> Minería			
<input type="checkbox"/> Meteorización por expansión/contracción		<input type="checkbox"/> Emisión de pata de talud por glaciares		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Vibración artificial (tráfico, explosiones, hincado de pilotes)		<input type="checkbox"/>									
<input type="checkbox"/> Deforestación o ausencia de vegetación		<input checked="" type="checkbox"/> Socavación de pata del talud por corriente agua		<input checked="" type="checkbox"/>													
NOTAS: C. Condicionante, D. Detonante mm24h: lluvia acumulada en las 24 horas antes del movimiento										M: magnitud del sismo, E: Escala del sismo (ML, Ms, mb, Mw), De: Distancia al epicentro (Km), P: Profundidad (Km)							
NOTAS Y APERCIACION DEL RIESGO																	
El evento como tal afecta a la transitabilidad de la vía Loja Saraguro en este tramo, ya que muchas de las veces el material se desplazado sobrepasa la vía depositandose en el otro flanco de la vía.																	
ANEXO FOTOGRAFICO																	
																	



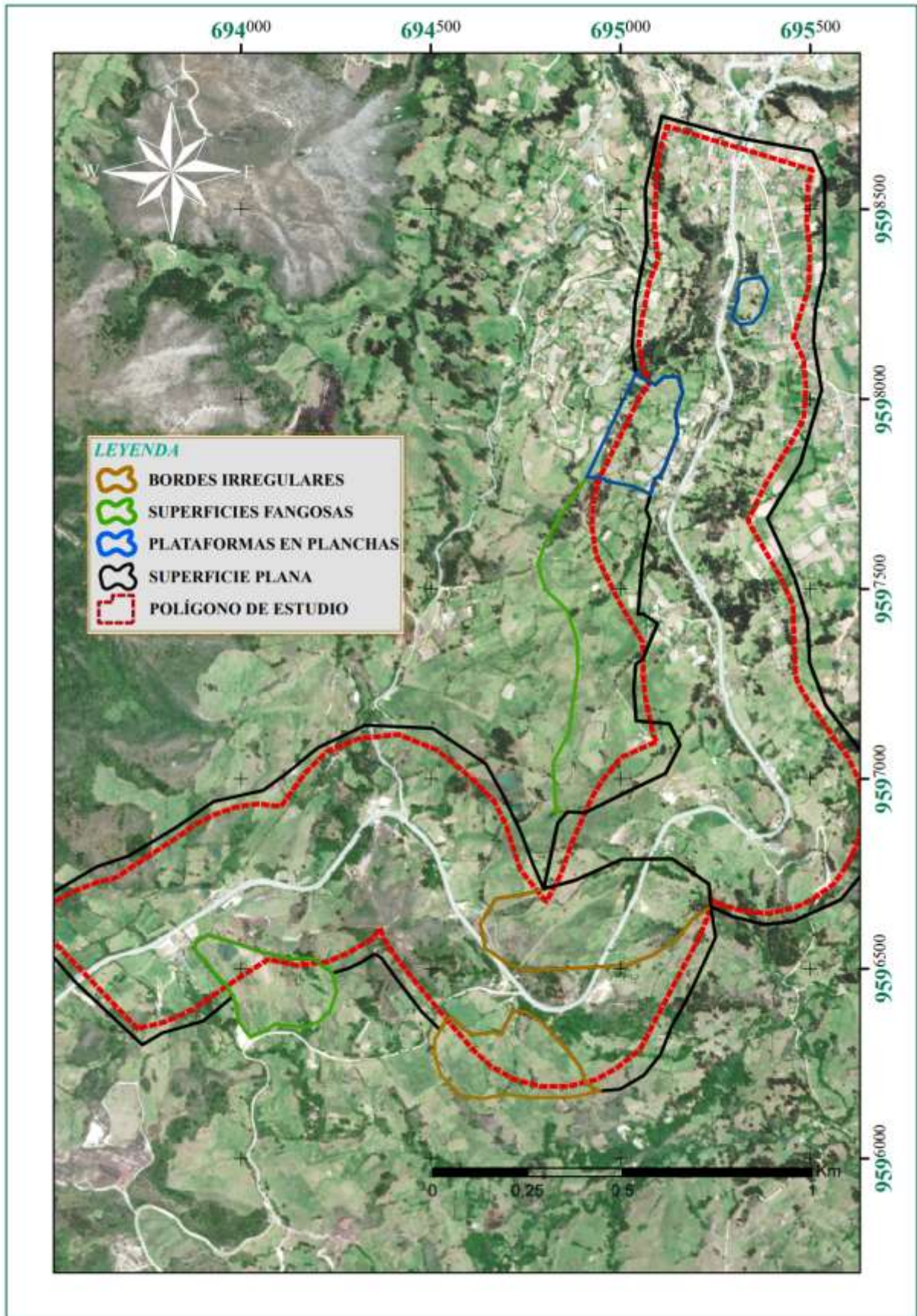
FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Versión 1,0																
NOMBRE DEL ENCUESTADOR		GABRIELA PARDO CRUZ		FECHA		Día: 2 Mes: JUNIO Año: 2022		INSTITUCION		UNL		Código del Evento		DL- 003		
LOCALIZACION GEOGRAFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO																
POR DIVISION POLITICA			COORDENADAS			REFERENTES GEOGRAFICOS			DOCUMENTACION							
PAIS: ECUADOR			Sitio: COMUNIDAD ILINCHO			A 200 m DE LA ENTRADA A SARAGURO			Mapa/Plancha No.		Año		Escala		Editor	
Dpto./Prov./Edo.: LOJA			Norte/Lat.: 695129						Foto No.		Año		Escala		Editor	
Municipio/Ciudad: SARAGURO			Este/Long.: 9597691													
Localidad: VIA LOJA-SARAGURO			Proyección: WGS 84													
			Altura sitio (m.s.n.m.): 2676													
ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO					LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA											
FECHAS DE OCURRENCIA		ESTADO		ESTILO		DISTRIBUCION		DESCRIPCION		ESTRUCTURA		ORIENTACION		ESPACIAMIENTO (m)		
Ultimo Movimiento: DD / MM / AA		<input checked="" type="checkbox"/> Activo		<input type="checkbox"/> Único		<input type="checkbox"/> Retrogresivo		La litología responde a un suelo limo arcillo de coloración blanca y moradas.		Dirección de masa		DB BZ		>2   2 - 0,6   0,6 - 0,2   0,2 - 0,06   <0,06		
Anteriores: / /		<input type="checkbox"/> Reactivado		<input type="checkbox"/> Sucesivo		<input type="checkbox"/> Progresivo						70 10				
Edad (años): / /		<input type="checkbox"/> Latente		<input checked="" type="checkbox"/> Multiple		<input checked="" type="checkbox"/> Enanchandose										
		<input type="checkbox"/> Estabilizado		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Confinado										
		<input type="checkbox"/> Relicto		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Enjambre										
CLASIFICACION DEL MOVIMIENTO										DB: Dirección de buzamiento		BZ: Buzamiento				
TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL				ORIGEN DEL SUELO 1		OTRAS CARACTERISTICAS		VELOCIDAD						
1 2		1 2		% 1 %2		Humedad del suelo		Residual		Ext. Rápido (>5 m/s)						
<input checked="" type="checkbox"/> Volcamiento		<input checked="" type="checkbox"/> Roca		50 50		<input type="checkbox"/> Seco		<input checked="" type="checkbox"/> Sedimentario (*)		Movimiento canalizado (>3 m/min)						
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamiento rotacional		<input type="checkbox"/> Detritos				<input type="checkbox"/> Lig. Húmedo		<input type="checkbox"/> Coluvial		Rápido (>1.8 m/hr)						
<input type="checkbox"/> Deslizamiento traslacional		<input type="checkbox"/> Tierra				<input checked="" type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Volcánico		Moderado (> 13 m/mes)						
<input type="checkbox"/> Propagación lateral		<input type="checkbox"/> Suelos ingeniería				<input checked="" type="checkbox"/> Muy húmedo		* Tipo suelo sedimentario:		Lento (> 1.6 m/año)						
<input checked="" type="checkbox"/> Rotación		<input type="checkbox"/> Bloques				<input type="checkbox"/> Mojado				Muy lento (> 16 mm/año)						
<input type="checkbox"/> Colapso		<input type="checkbox"/> Cantos				<input type="checkbox"/> Plásticos				Ext. Lento (< 16 mm/año)						
<input type="checkbox"/> Flujó		<input checked="" type="checkbox"/> Grava		80		<input type="checkbox"/> Alta				M. Medida						
		<input checked="" type="checkbox"/> Arena		80		<input type="checkbox"/> Media				C. Calculada						
		<input checked="" type="checkbox"/> Finos		10		<input checked="" type="checkbox"/> Baja				E. Estimada						
		<input checked="" type="checkbox"/> M.O.		10		<input type="checkbox"/> No plástico										
1 = Primer movimiento		M.O.: Materia orgánica, turba														
2 = Segundo movimiento																
MORFOMETRIA																
GENERAL		DIMENSIONES				DEFORMACION DEL TERRENO		GEOFORMA								
Diferencia de altura corona a punta (m)		Profundidad de superficie de falla, Dr (m)		15.13		Modo										
Longitud horizontal corona a punta (m)		Ancho de la superficie de falla Wv (m)		31.4		Severidad										
Faltabochung (°)		Longitud de superficie de falla Lr (m)		35		<input type="checkbox"/> Ondulación		<input type="checkbox"/> Leve								
Pendiente de ladera en post-falla (°)		Espesor de masa desplazada Dd (m)		11.2		<input checked="" type="checkbox"/> Escalonamiento		<input type="checkbox"/> Media								
Pendiente ladera en pre-falla (°)		Ancho de la masa desplazada Wd (m)		10.71				<input checked="" type="checkbox"/> Pronunciada								
Dirección del movimiento (°)		Longitud de masa desplazada Ld (m)		19.87				<input type="checkbox"/> Severa								
Azimut del talud (°)		Longitud total, L (m)		38.17				<input type="checkbox"/> Muy severa								
CAUSAS DEL MOVIMIENTO																
C		C				C		C								
<input checked="" type="checkbox"/> Material plástico débil		<input type="checkbox"/> Movimiento tectónico				<input type="checkbox"/> Socavación de pata del talud por oleaje		Tipo cobertura								
<input checked="" type="checkbox"/> Material sensible		<input type="checkbox"/> Sismo: M ___ E ___ De ___ P ___				<input type="checkbox"/> Socavación de márgenes de ríos		%								
<input checked="" type="checkbox"/> Material colapsible		<input type="checkbox"/> Erupción volcánica				<input type="checkbox"/> Excavación de la pata del talud		X Veg. Herbacea								
<input type="checkbox"/> Material meteorizado		<input checked="" type="checkbox"/> Lluvias : mm24h= ___ mm48h= ___ mm72h= ___				<input type="checkbox"/> Carga en la corona del talud		Bosque/Selva								
<input type="checkbox"/> Material fallado por corte		<input type="checkbox"/> Viento				<input type="checkbox"/> Erosión subterránea (disolución, tubificación)		30% Matorrales								
<input type="checkbox"/> Material saturado o agrietado		<input type="checkbox"/> Deshielo				<input type="checkbox"/> Infiltración		Cuerpo agua								
<input type="checkbox"/> Orientación desfavorable de discontinuidades		<input type="checkbox"/> Avance/retroceso de glaciares				<input type="checkbox"/> Mantenimiento deficiente sistema de drenaje		X Cultivos								
<input type="checkbox"/> Contraste en permeabilidad de materiales		<input type="checkbox"/> Rompimiento de lagos en cráteres				<input type="checkbox"/> Escapes de agua de tuberías		20% Construcciones								
<input type="checkbox"/> Contraste de rigidez de materiales		<input type="checkbox"/> Rompimiento de presas				<input type="checkbox"/> Minería		Sin cobertura								
<input type="checkbox"/> Meteorización por congelamiento/deshielo		<input type="checkbox"/> Desembalse rápido de presas				<input type="checkbox"/> Disposición deficiente de estériles/escombros										
<input type="checkbox"/> Meteorización por expansión/contracción		<input type="checkbox"/> Erosión de pata de talud por glaciares				<input checked="" type="checkbox"/> Vibración artificial (tráfico, explosiones, hincado de pilotes)										
<input type="checkbox"/> Deforestación o ausencia de vegetación		<input type="checkbox"/> Socavación de pata del talud por corriente agua														
NOTAS: C: Condicionante, D: Detonante mm24h: lluvia acumulada en las 24 horas antes del movimiento M: magnitud del sismo, E: Escala del sismo (ML, Ms, mb, Mw), De: Distancia al epicentro (Km), P: Profundidad (Km)																
NOTAS Y APERECCION DEL RIESGO																
El evento como tal afecta a la transitabilidad de la vía Loja Saraguro en este tramo, ya que muchas de las veces el material se desplazado sobrepasa la vía depositandose en el otro flanco de la vía.																
ANEXO FOTOGRAFICO																

FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Versión 1,0																	
NOMBRE DEL ENCUESTADOR		GABRIELA PARDO CRUZ		FECHA	Día: 2 Mes: JUNIO Año: 2022		INSTITUCION	UNL		Código del Evento	DL- 004						
LOCALIZACION GEOGRAFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO																	
POR DIVISION POLITICA		COORDENADAS			REFERENTES GEOGRAFICOS			DOCUMENTACION									
PAIS	ECUADOR		Sitio			COMUNIDAD ILINCHO			Mapa/Plancha No.		Año	Escala	Editor	Foto No.	Año	Escala	Editor
Dpto./Prov./Edo.	LOJA		Norte/Lat.			695150			A 150m de LA ENTRADA A SARAGURO								
Municipio/Ciudad	SARAGURO		Este/Long.			9596907											
Localidad	VIA LOJA-SARAGURO		Proyección:			WGS 84											
			Altura sitio (m.s.n.m.)			2765											
ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO																	
FECHAS DE OCURRENCIA		ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCION		DESCRIPCION		LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA									
DD / MM / AA		<input type="checkbox"/> Activo	<input checked="" type="checkbox"/> Único	<input type="checkbox"/> Retrosivo	La litología responde a un suelo arenoso de coloración blanquecina.		ESTRUCTURA		ORIENTACION	ESPACIAMIENTO (m)							
Ultimo Movimiento:		<input type="checkbox"/> Reactivado	<input type="checkbox"/> Sucesivo	<input type="checkbox"/> Progresivo			DB		BZ	>2	2 - 0,6	0,6-0,2	0,2-0,06	<0,06			
Anteriores:		<input checked="" type="checkbox"/> Latente	<input type="checkbox"/> Multiple	<input checked="" type="checkbox"/> Ensenchándose			DB: Dirección de buzamiento		BZ: Buzamiento								
Edad (años):		<input type="checkbox"/> Estabilizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Confinado													
		<input type="checkbox"/> Relicto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Enjambre													
CLASIFICACION DEL MOVIMIENTO																	
TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL			ORIGEN DEL SUELO 1		OTRAS CARACTERISTICAS		VELOCIDAD								
1 2		Humedad del suelo			Residual		<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado		Extr. Rápido (>5 m/s)								
<input checked="" type="checkbox"/> Volcamiento		1 2			Coluvial		<input checked="" type="checkbox"/> Movimiento No canalizado		Muy rápido (>3 m/min)								
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamiento rotacional		Secco			Volcánico		<input type="checkbox"/> Licuación		Rápido (>1,8 m/hr)								
<input type="checkbox"/> Deslizamiento traslacional		Lig. Húmedo			* Tipo suelo sedimentario:		<input type="checkbox"/> Otra ..... Describir		Moderado (> 13 m/mes)								
<input type="checkbox"/> Propagación lateral		Húmedo							Lento (> 1,6 mm/año)								
<input type="checkbox"/> Reptación		Muy húmedo							Muy lento (> 16 mm/año)								
<input type="checkbox"/> Colapso		Mojado							Extr. Lento (< 16 mm/año)								
<input type="checkbox"/> Flujo		Plasticidad							M: Medida								
		Alta							C: Calculada								
		Media							E: Estimada								
		Baja															
		No plástico															
NOTA		Clasificación USCS			Sistema de Clasificación:		NOMBRE DEL MOVIMIENTO:		DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL								
1 = Primer movimiento																	
2 = Segundo movimiento		M.O: Materia orgánica, turba															
MORFOMETRIA																	
GENERAL		DIMENSIONES			DEFORMACION DEL TERRENO		GEOFORMA										
Diferencia de altura corona a punta (m)		Profundidad de superficie de falla, Dr (m)			Modo		Severidad										
Longitud horizontal corona a punta (m)		Ancho de la superficie de falla W (m)			<input checked="" type="checkbox"/> Ondulación		<input checked="" type="checkbox"/> Leve										
Fahrböschung (°)		Longitud de superficie de falla L (m)			<input checked="" type="checkbox"/> Escalonamiento		<input type="checkbox"/> Media										
Pendiente de ladera en post-falla (°)		Espesor de masa desplazada Dd (m)			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Pronunciada										
Pendiente ladera en pre-falla (°)		Ancho de la masa desplazada Wd (m)			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Severa										
Dirección del movimiento (°)		Longitud de masa desplazada Ld (m)			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Muy severa										
Azimut del talud (°)		Longitud total, L (m)															
S 38° E																	
CAUSAS DEL MOVIMIENTO																	
C		C D			C D		COBERTURA Y USO DEL SUELO										
<input checked="" type="checkbox"/> Material plástico débil		<input checked="" type="checkbox"/> Movimiento tectónico			<input type="checkbox"/> Socavación de pata del talud por desaje		Tipo cobertura										
<input type="checkbox"/> Material sensible		Sismo: M ___ E ___ De ___ P ___			<input type="checkbox"/> Socavación de márgenes de rios		%										
<input type="checkbox"/> Material colapsible		<input type="checkbox"/> Erupción volcánica			<input type="checkbox"/> Excavación de la pata del talud		<input checked="" type="checkbox"/> Veg. Herbacea										
<input type="checkbox"/> Material meteorizado		<input checked="" type="checkbox"/> Lluvias: mm24h= ___ mm48h= ___ mm72h= ___			<input type="checkbox"/> Carga en la corona del talud		<input type="checkbox"/> Bosque/Selva										
<input type="checkbox"/> Material fisurado por corte		<input type="checkbox"/> Viento			<input checked="" type="checkbox"/> Erosion subterránea (disolución, tubificación)		<input type="checkbox"/> Matorrales										
<input type="checkbox"/> Material fisurado o agrietado		<input type="checkbox"/> Deshielo			<input type="checkbox"/> Irrigación		<input type="checkbox"/> Cuerpo agua										
<input type="checkbox"/> Orientación desfavorable de discontinuidades		<input type="checkbox"/> Avance/retroceso de glaciares			<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento deficiente sistema de drenaje		<input type="checkbox"/> Cultivos										
<input checked="" type="checkbox"/> Contraste en permeabilidad de materiales		<input type="checkbox"/> Rompimiento de lagos en cráteres			<input type="checkbox"/> Escapes de agua de tuberías		<input type="checkbox"/> Construcciones										
<input type="checkbox"/> Contraste de rigidez de materiales		<input type="checkbox"/> Rompimiento de presas			<input type="checkbox"/> Minería		<input type="checkbox"/> Sin cobertura										
<input type="checkbox"/> Meteorización por congelamiento/deshielo		<input type="checkbox"/> Desembalse rápido de presas			<input type="checkbox"/> Disposición deficiente de estériles/rescombros		<input type="checkbox"/> Ganadería										
<input type="checkbox"/> Meteorización por expansión/contracción		<input type="checkbox"/> Erosión de pata de talud por glaciares			<input type="checkbox"/> Vibración artificial (tráfico, explosiones, hincado de pilotes)		<input type="checkbox"/> Área protegida										
<input checked="" type="checkbox"/> Deforestación o ausencia de vegetación		<input checked="" type="checkbox"/> Socavación de pata del talud por corriente agua					<input type="checkbox"/> Recreación										
							<input type="checkbox"/> Zona arqueológica										
							<input type="checkbox"/> Zona industrial										
							<input type="checkbox"/> Vivienda										
							<input type="checkbox"/> Vías										
							<input type="checkbox"/> Minería										
NOTAS: C: Condicionante, D: Detonante mm24h: lluvia acumulada en las 24 horas antes del movimiento M: magnitud del sismo, E: Escala del sismo (ML, Ms, mb, Mw), De: Distancia al epicentro (Km), P: Profundidad (Km)																	
NOTAS Y APRECIACION DEL RIESGO																	
El evento como tal afecta a la transitabilidad de la vía Loja Saraguro en este tramo, ya que muchas de las veces el material se desplazado sobrepasa la vía depositandose en el otro flanco de la vía.																	
ANEXO FOTOGRAFICO																	
																	

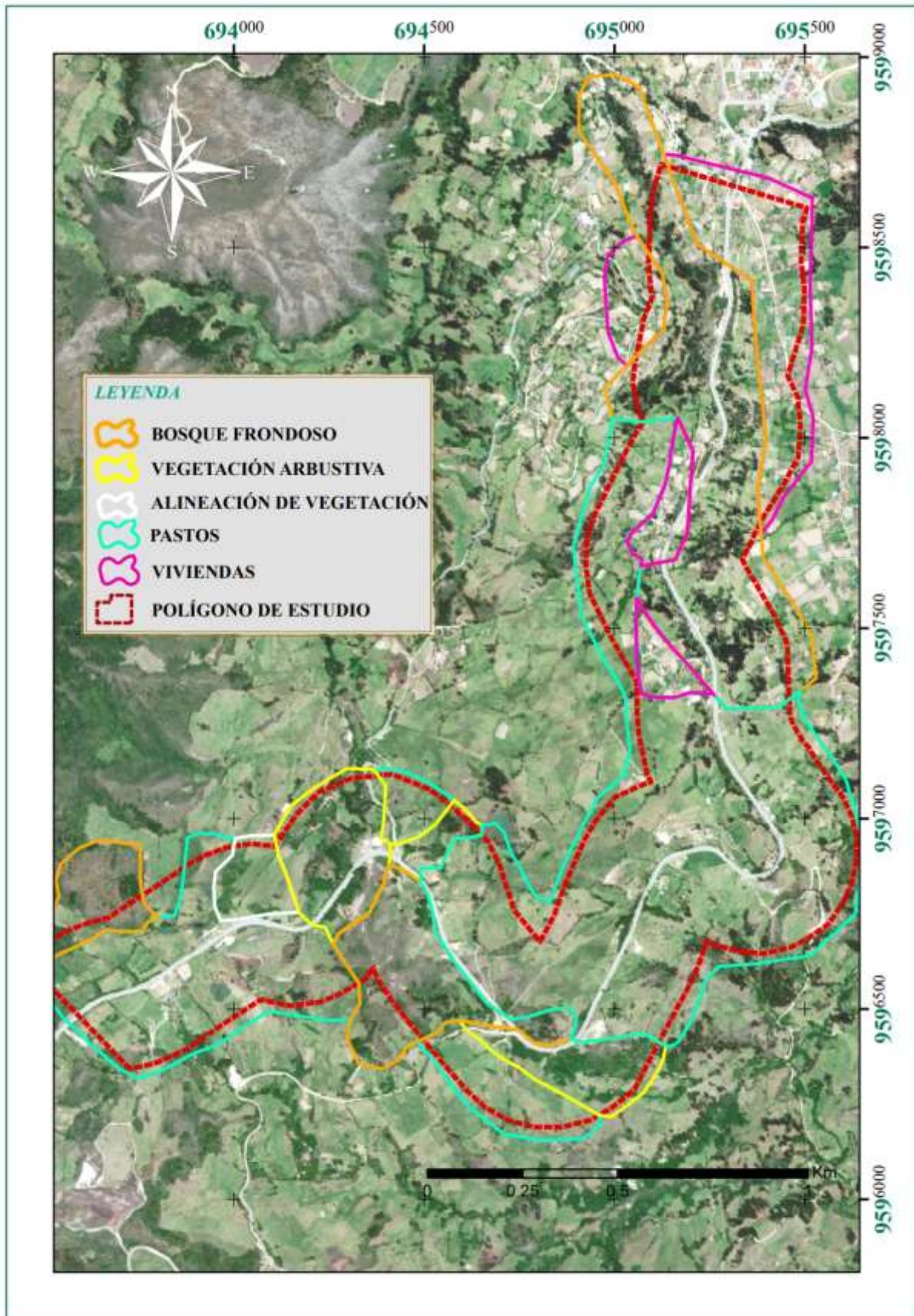
Anexo 4.5. Registro de rocas sector de estudio

FICHA PARA ROCAS ÍGNEAS					
<b>RESPONSABLE:</b>	GABRIELA PARDO	<b>DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA</b>		<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>	
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Ignea	<b>Características</b>			
<b>FECHA:</b>	23/5/2022	<b>Color</b>	amarillenta		
<b>Humedad</b>	Baja	<b>Textura</b>			
<b>Reacción a HCL</b>	NO	<b>Grado de cristalinidad</b>	Hipocristalina		
<b>INFORMACIÓN DE COORDENADAS:</b>		<b>Granularidad</b>	Afanítica		
<b>X</b>	693884	<b>Composición</b>			
<b>Y</b>	9596428	<b>Minerales opacos</b>	60%		
<b>Z</b>	2880	<b>Minerales accesorio</b>	20%		
		<b>Minerales secundarios</b>	10%		
		<b>Estructura</b>	homogénea		
<b>Nombre de la Roca</b>		<b>TOBA LÍTICA</b>			
FICHA PARA ROCAS METAMÓRFICAS					
<b>RESPONSABLE:</b>	GABRIELA PARDO	<b>DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA</b>		<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>	
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Metamórfica	<b>Características</b>			
<b>FECHA:</b>	10/7/2022	<b>Color</b>	grisáceo		
<b>Humedad</b>	Baja	<b>Grado de meteorización</b>	bajo		
<b>Reacción a HCL</b>	NO	<b>Estructura macro</b>	foliada		
<b>INFORMACIÓN DE COORDENADAS:</b>		<b>Textura</b>			
<b>X</b>	693884	<b>Protolito</b>	Lutita		
<b>Y</b>	9596428				
<b>Z</b>	2880				
<b>Composición</b>					
<b>Minerales principales</b>	sericita	<b>Minerales secundarios</b>	cuarzo, biotita		
<b>Minerales accesorios</b>	feldespato	<b>Grado de meteorización</b>	Bajo		
<b>Minerales opacos</b>	biotita				
<b>Nombre de la Roca</b>		<b>FILITA</b>			

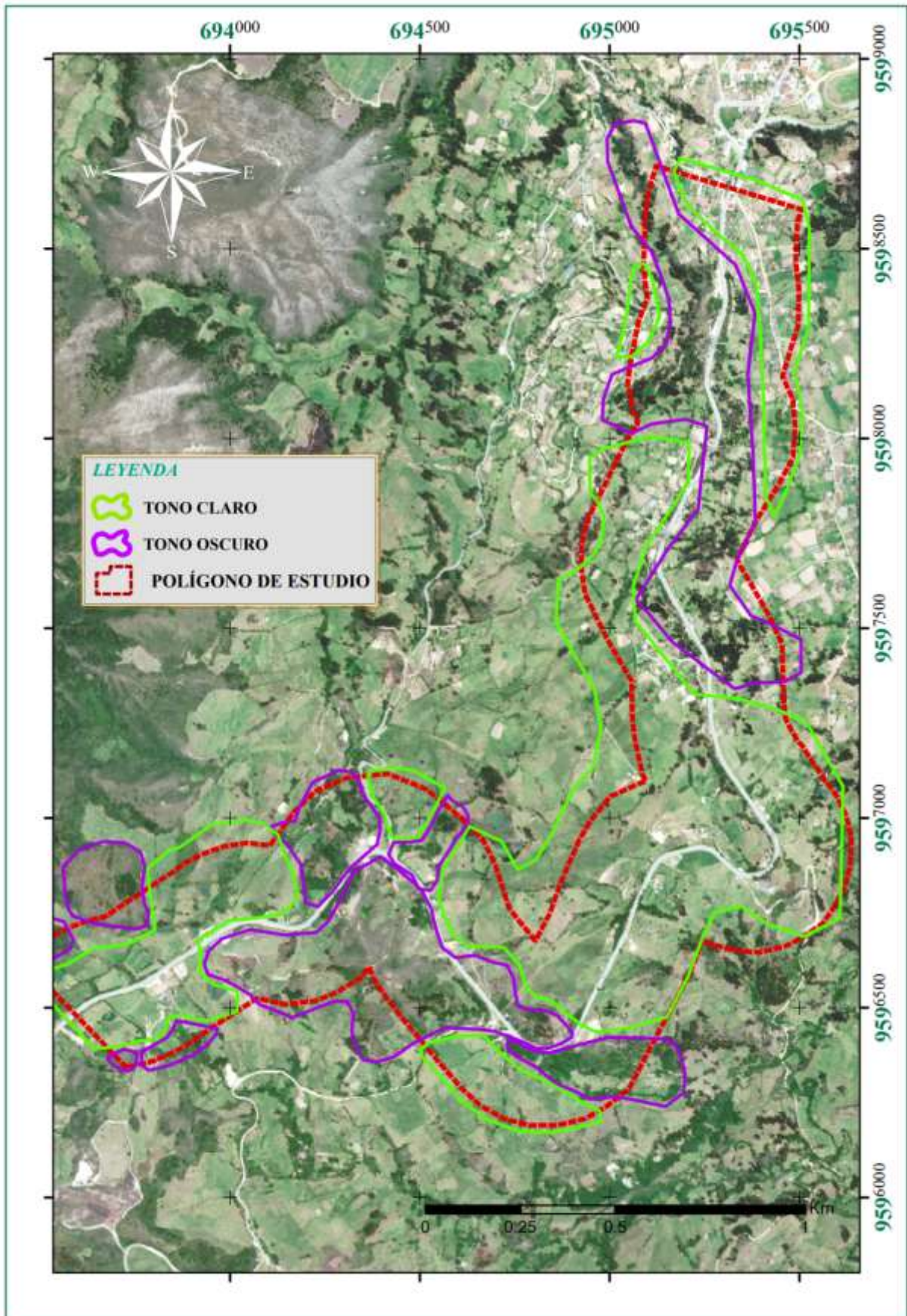
Anexo 6. Fotointerpretación de acuerdo a la Textura, del sector de estudio.



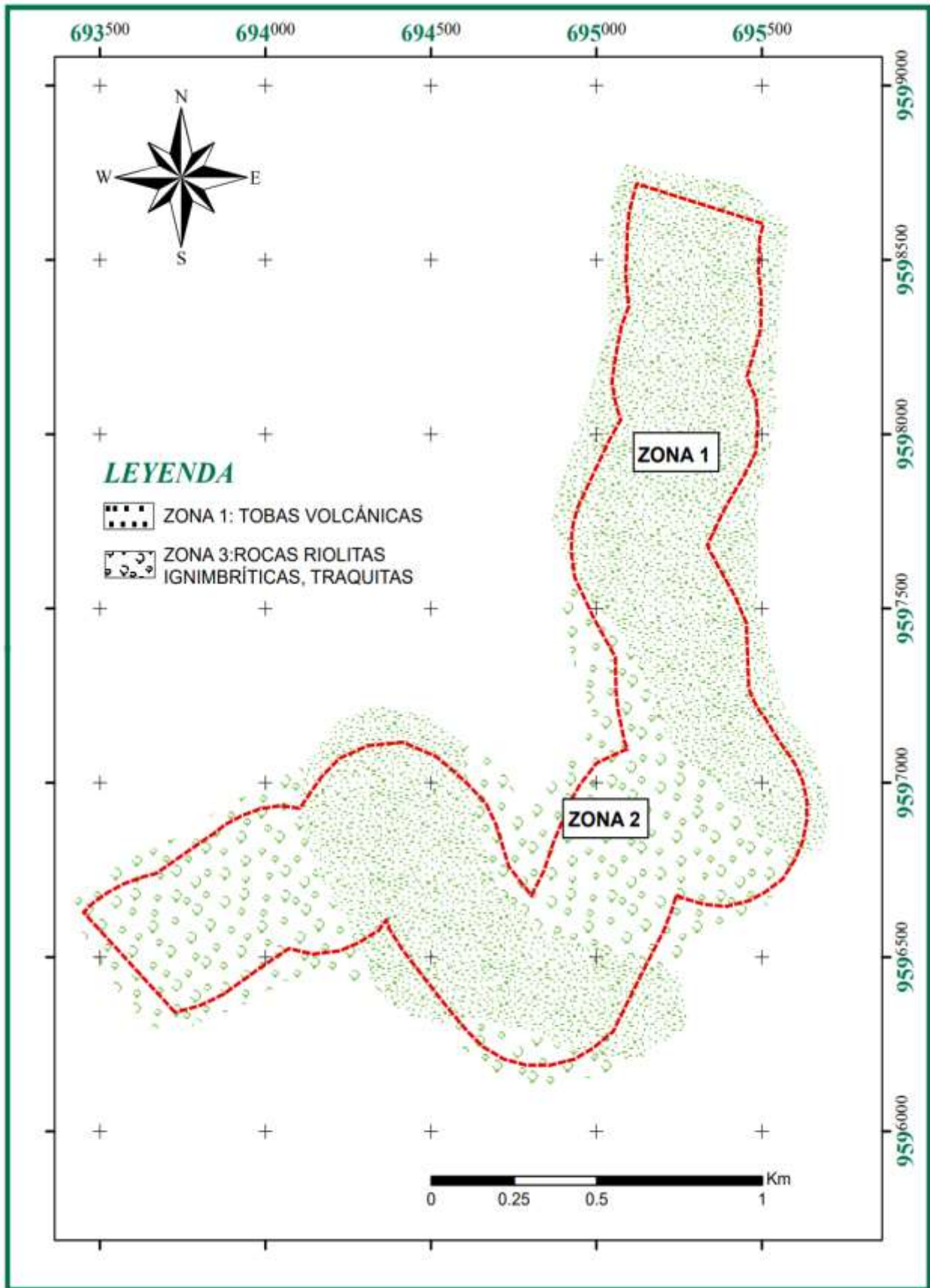
Anexo 7. Fotointerpretación de acuerdo a la Cobertura Vegetal, del sector de estudio.



Anexo 8. Fotointerpretación de acuerdo al Tono, del sector de estudio.



**Anexo 9.** Análisis de fotointerpretación del sector de estudio.



**Anexo 10.** Certificado de traducción de resumen.

Loja, 21 de septiembre del 2023

Yo, Lilibeth Johana Bravo Fajardo, con documento de identidad Nro. 2100510854, poseedora del certificado NIVEL INTERMEDIO AVANZADO B2-INGLÉS, avalado por Cambridge Assessment English, Número de Verificación: C0018683.

CERTIFICO:

Que el documento aquí compuesto es fiel a la traducción del idioma Español al idioma Inglés de un resumen del trabajo de titulación, la misma que se realizó en base a los documentos originales entregados por la autora, la Señorita **JOSELYN GABRIELA PARDO CRUZ**, con cedula de identidad **Nro. 1105683617**, con el tema denominado **“Levantamiento geológico – estructural, escala 1:1000 de la vía Loja – Saraguro, abscisas km 60+100 hasta km 64+900, Cantón Saraguro, Provincia de Loja”**, traducción que servirá para fines personales de uso del destinatario.

Lo certifico en honor a la verdad, y, a su vez autorizo a la interesada a hacer uso del presente documento para los fines que considere pertinentes.



Ing. Lilibeth Johana Bravo Fajardo

C.I: 2100510854