



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 1:1000, de la vía
antigua Loja - Cuenca, abscisas km 0+000 Planta de Tratamiento de
Aguas Residuales hasta km 4 +550 Escuela Mixta Clotilde Guillen,
sector la Florencia, cantón Loja, provincia de Loja.

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

AUTOR:

Kevin Roberto Cueva Pacheco

DIRECTORA:

Ing. Maritza Ximena Ochoa Tapia. Mg. Sc

Loja – Ecuador
2024

Certificación

Loja, 08 de abril del 2024

Ing. Maritza Ximena Ochoa Tapia Mg. Sc.
DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Levantamiento geológico - estructural, escala 1:1000, de la vía antigua Loja - Cuenca, abscisas km 0+000 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales hasta km 4 +550 Escuela Mixta Clotilde Guillen, sector la Florencia, cantón Loja, provincia de Loja**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, de la autoría del estudiante **Kevin Roberto Cueva Pacheco**, con cédula de identidad Nro. **1105675381**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Maritza Ximena Ochoa Tapia Mg. Sc.
DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Kevin Roberto Cueva Pacheco**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**KEVIN ROBERTO
CUEVA PACHECO**

Cédula de identidad: 1105675381

Fecha: Loja, 08 de abril del 2024

Correo electrónico: kevin.cueva@un.edu.ec

Teléfono: 0984661835

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

Yo, **Kevin Roberto Cueva Pacheco**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Levantamiento geológico - estructural, escala 1:1000, de la vía antigua Loja - Cuenca, abscisas km 0+000 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales hasta km 4 +550 Escuela Mixta Clotilde Guillen, sector la Florencia, cantón Loja, provincia de Loja.**, como requisito para optar el título de Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial; además autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar 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 ocho días del mes de abril del dos mil veinticuatro.

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**KEVIN ROBERTO
CUEVA PACHECO**

Autor: Kevin Roberto Cueva Pacheco

Cédula de identidad: 1105675381

Dirección: Loja, Barrio El Pedestal

Correo electrónico: kevin.cueva@unl.edu.ec

Teléfono: 0984661835

DATOS COMPLEMENTARIOS

Directora del Trabajo de Titulación: Ing. Maritza Ximena Ochoa Tapia Mg. Sc.

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación lo dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, por su amor, sacrificio y constante aliento y ser el pilar más importante de mi vida y por demostrarme siempre su apoyo incondicional.

A mi padre, a pesar de que ya no estás físicamente a mi lado, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

A mis hermanos por su compañía, amor, motivación y comprensión me han dado fuerza en los momentos más desafiantes y siempre han estado junto a mí y me han brindado su apoyo incondicional.

Kevin R. Cueva P.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por proteger durante todo mi camino y darme fuerza para superar obstáculos y dificultades a lo largo de la toda mi vida.

Agradezco a mis amados padres por su apoyo inquebrantable, amor incondicional y sacrificio continuo, que me ha enseñado a no rendirme y siempre perseverar a través de sus sabios consejos. sin su motivación este logro no será posible.

Agradezco a la Ing. Maritza Ochoa directora del presente trabajo de titulación, gracias por sus consejos, orientación, paciencia y comprensión durante el desarrollo de la presente investigación.

Kevin R. Cueva P.

Índice de Contenido

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenido	vii
Índice de Tablas	ix
Índice de Figuras	ix
Índice de Anexos	x
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.1. Geología	6
4.2. Roca	6
4.2.1. Rocas ígneas.....	6
4.2.2. Rocas Sedimentarias	6
4.2.3. Rocas Metamórficas.....	7
4.3. Geología estructural	7
4.3.1. Fallas.....	7
4.3.2. Pliegues.....	8
4.3.3. Diaclasas	8
4.4. Datos estructurales	9

4.5.	Petrografía.....	9
4.5.1.	Estudio petrográfico.....	10
4.6.	Mineralogía.....	10
4.7.	Levantamiento geológico estructural	10
4.8.	Mapeo Geológico	10
4.8.1.	Métodos de Mapeo Geológico	10
4.9.	Unidades de Mapeo.....	11
4.10.	Mapeo Estructural	11
4.11.	Mapa Geológico	12
4.12.	Perfiles Geológicos	12
5.	Metodología	13
5.1.	Área de estudio	13
5.1.1.	Ubicación.....	13
5.1.2.	Acceso	14
5.1.3.	Clima.....	15
5.1.4.	Hidrología.....	16
5.1.5.	Sismicidad.....	16
5.1.6.	Geología regional.....	17
5.2.	Materiales	19
5.2.1.	Materiales de campo	19
5.2.2.	Materiales de Oficina.....	19
5.3.	Procedimiento.....	19
5.4.	Metodología para el primer objetivo.....	20
5.5.	Metodología para el segundo objetivo.....	23
5.6.	Metodología para el tercer objetivo.....	24
6.	Resultados	26

6.1.	Topografía	26
6.2.	Litología Local.....	26
6.2.1.	Unidad Agoyán (PzLa).....	26
6.2.2.	Depósitos coluviales.....	31
6.2.3.	Depósitos aluviales.....	33
6.3.	Geología estructural	34
6.3.1.	Falla geológica	34
6.3.2.	Pliegues.....	35
6.3.3.	Contacto	36
6.4.	Análisis macroscópico de muestras de campo.	37
6.5.	Cartografía geológica estructural del área de estudio.	40
6.5.1.	Perfiles geológicos.....	41
7.	Discusión.....	43
8.	Conclusiones.....	45
9.	Recomendaciones	46
10.	Bibliografía	47
11.	Anexos	48

Índice de Tablas

Tabla 1.	Clasificación de pliegues	8
Tabla 2.	Clasificación de diaclasas.....	9
Tabla 3.	Coordenadas de inicio – final del tramo de estudio.....	13
Tabla 4.	Coordenadas de muestras obtenidas en campo.	22

Índice de Figuras

Figura 1.	Elementos de presentación de un perfil geológico	12
Figura 2.	Mapa de ubicación del área de estudio.	13
Figura 3.	Acceso por vía aérea desde la ciudad de Quito hasta la ciudad de Catamayo.....	14

Figura 4. Acceso por vía terrestre desde la ciudad de Quito hasta la ciudad de Loja.	14
Figura 5. Acceso vía terrestres al área de estudio desde el Terminal Reina del Cisne.	15
Figura 6. Precipitaciones en el cantón Loja	15
Figura 7. Mapa de Peligro Sísmico para un periodo de 475 años.	16
Figura 8. Mapa Geológico Regional de la Cuenca de Loja.....	18
Figura 9. Puntos levantados en el área de estudio	21
Figura 10. Levantamiento de información en campo.	22
Figura 11. Recolección de las muestras en campo.....	22
Figura 12. Clasificación de las rocas metamórficas comunes.	24
Figura 13. Afloramiento de esquistos biotíticos.....	26
Figura 14. Afloramiento de esquistos biotílicos.....	27
Figura 15. Afloramiento de esquistos meteorizados.	28
Figura 16. Afloramiento de esquistos altamente meteorizados.....	29
Figura 17. Afloramiento de esquistos verdes.	30
Figura 18. Afloramiento depósito coluvial.	31
Figura 19. Afloramiento depósito coluvial.	32
Figura 20. Deposito Aluvial y material arrastrado por el río Zamora.	33
Figura 21. Falla normal en el área de estudio	34
Figura 22. Pliegue tumbado en el área de estudio.....	35
Figura 23. Contacto litológico entre la Unidad Agoyán y depósito coluvial.	36
Figura 24. Análisis macroscópico de la muestra M001.	37
Figura 25. Análisis macroscópico de la muestra M003.	38
Figura 26. Análisis macroscópico muestra M004.	39
Figura 27. Mapa geológico – estructural del área de estudio.....	40
Figura 28. Perfil geológico A-A' del área de estudio.	41
Figura 29. Perfil geológico B-B' del área de estudio.	42

Índice de Anexos

Anexo 1. Fichas para descripción de afloramientos.....	48
Anexo 2. Fichas de descripción macroscópica.	56
Anexo 3. Análisis estructural fotointerpretativo.	61
Anexo 4. Mapa topográfico del área de estudio.....	62
Anexo 5. Mapa geológico del área de estudio.	63
Anexo 6. Certificado de traducción del resumen del trabajo de titulación.	64

1. Título

“Levantamiento geológico - estructural, escala 1:1000, de la vía antigua Loja - Cuenca, abscisas km 0+000 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales hasta km 4 +550 Escuela Mixta Clotilde Guillen, sector la Florencia, cantón Loja, provincia de Loja.”

2. Resumen

El presente proyecto de investigación titulado Levantamiento geológico - estructural, escala 1:1000, de la vía antigua Loja - Cuenca, abscisas km 0+000 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales hasta km 4 +550 Escuela Mixta Clotilde Guillen, sector la Florencia, cantón Loja, provincia de Loja, tiene como principal objetivo conocer condiciones litológicas y estructurales del área de estudio, se tuvo como base el levantamiento topográfico utilizando la estación total.

La litología del área de estudio se caracterizó mediante el mapeo de afloramientos, lo que permitió identificar esquistos pertenecientes a la Unidad Agoyán; Depósitos coluviales constituidos por acumulaciones de rocas metamórficas de diversos tamaños; Depósitos aluvial en las orillas del Rio Zamora donde se encuentra arenas, gravas provenientes de rocas volcánicas y sedimentarias.

Las estructuras geológicas se realizaron mediante una fotointerpretación y su respectiva corroboración en campo, las estructuras geológicas identificadas fueron: falla normal, pliegue tumbado y contacto observado.

Finalmente, en base a las características litológicas y estructura geológica, se elaboró un mapa de geológica estructural a escala 1:1000. Para esto, se requirió el software ArcGIS 10.5 y los datos anteriores para ingresarlos en el programa e ir dibujado su simbología y leyenda de los mismos, a su vez se realizaron dos perfiles geológicos del área de estudio.

Palabras Claves: Litología, Geología Estructural, Mapeo por Afloramientos, Fotointerpretación.

Abstract.

This research project entitled Geological - structural survey, scale 1:1000, of the old Loja-Cuenca Road, abscissa km 0+000 Wastewater Treatment Plant up to km 4 +550 Clotilde Guillen Mixed School, Florencia sector, canton Loja, province of Loja, has as its main objective to know lithological and structural conditions of the study area, based on the topographic survey using the total station.

The lithology of the study area was characterized by outcrop mapping, which allowed the identification of shales belonging to the Agoyán Unit; Colluvial deposits made up of accumulations of metamorphic rocks of various sizes; Alluvial deposits on the banks of the Zamora River where sand and gravel from volcanic and sedimentary rocks are found.

The geological structures were carried out through photointerpretation and their respective corroboration in the field. The geological structures identified were: normal fault, lying fold and observed contact.

Finally, based on the lithological characteristics and geological structure, a structural geological map was prepared at a scale of 1:1000. For this, ArcGIS 10.5 software and the previous data were required to enter them into the program and draw their symbology and legend. In turn, two geological profiles of the study area were made.

Keywords: Lithology, Structural Geology, Outcrop Mapping, Photointerpretation.

3. Introducción

En la Región Sur del Ecuador se sabe poco sobre la información de geología estructural, lo que limita el conocimiento estructural y litológico de lugares específicos.

Según Capa y Villata (2011), la ciudad de Loja se ve significativamente afectada por fenómenos relacionados con la inestabilidad del suelo inestables sobre el que se asienta la ciudad, lo que se refleja en la infraestructura afectada por deslizamientos y hundimientos que en varios sectores de la ciudad son frecuentes.

No existe un trabajo detallado específico en la vía antigua Loja - Cuenca, ya que la única información disponible es la proporcionada por el Instituto de Geología y Energía (IGGE) en la actualización de las cartas geológicas de 2017 a escala 1:100.000 y la información en geología es básica y sencilla en el PDOT sobre estructuras geológicas.

La finalidad del presente trabajo de investigación denominado “Levantamiento geológico - estructural, escala 1:1000, de la vía antigua Loja - Cuenca, abscisas km 0+000 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales hasta km 4 +550 Escuela Mixta Clotilde Guillen, sector la Florencia, cantón Loja, provincia de Loja”, fue determinar los aspectos litológicos como estructurales del área de estudio.

La metodología utilizada fue inicialmente la recopilación de información del área de estudio, seguido se realizó el levantamiento en campo mediante el mapeo de afloramientos, para luego se realizó un análisis petrográfico de muestras representativas, de tal forma que los resultados sean utilizados como información base para futuras investigaciones en el área de estudio, en el cual se evidenció en campo rocas metamórficas pertenecientes a la Unidad Agoyán y depósitos cuaternarios y la presencia de tres estructuras geológicas.

Objetivos:**Objetivo general:**

- Realizar un levantamiento geológico - estructural, escala 1:1000, de la vía antigua Loja - Cuenca, abscisas km 0+000 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales hasta km 4 +550 Escuela Mixta Clotilde Guillen, cantón Loja, provincia de Loja.

Objetivos específicos:

- Caracterizar la litología y estructuras geológicas presentes en el área de estudio.
- Determinar petrográficamente a nivel macroscópico, las litologías encontradas en el área de estudio.
- Realizar el mapa geológico – estructural a escala 1:1000, del área de estudio.

4. Marco teórico

4.1. Geología

Según Duque Escobar, (2020) la geología es una ciencia que estudia la tierra en su conjunto, describe los materiales que la componen para comprender su historia y evolución, e intenta comprender las causas de fenómenos y entidades endógenas y exógenas y la unidad de tiempo en geología es el millón de años.

“La geología es la ciencia que se ocupa de la tierra y los materiales que la componen, los procesos que dieron forma a la tierra a lo largo del tiempo geológico y el modelado de la superficie de la tierra en el pasado y el presente”. (Navarrete, 2005)

4.2. Roca

Según González de Vallejo, (2002) las rocas son agregados naturales duros y densos de partículas minerales que tiene una fuerte asociación permanente y generalmente se consideran como un sistema continuo, su clasificación geológica utiliza porcentajes de diferentes minerales, estructura de grano, textura y origen de roca.

4.2.1. Rocas ígneas

Según Blyth y de Freitas, (2000) su nombre deriva de la palabra latina “ígneas”, que significa fuego, y son rocas formadas por la solidificación de material fundido (magma) que se origina en el centro de la tierra y se convierte en roca cuando se enfría. Es decir, la roca fundida y los cuerpos intrusivos solidificados forman rocas ígneas.

Las rocas ígneas se clasifican en rocas ígneas extrusivas (cuando el magma llega a la superficie) y rocas ígneas intrusivas cuando el magma se solidifica en la corteza terrestre.

4.2.2. Rocas Sedimentarias

Según Tarbuk y Lutgens, (2005) los tipos de rocas sedimentarias se identifican por su disposición en capas o formaciones. Esta estructura se llama estratificación y se acumula en un recipiente llamado tanque de sedimentación. La acumulación puede ocurrir en ambientes marinos o continentales, en fluidos líquidos (mares, océanos, lagunas, ríos, etc.) o en fluidos gaseosos (superficie, desiertos, pastizales, etc.). El material acumulado consiste en fragmentos de material preexistente (escombros), depósitos químicos o una mezcla de ambos.

4.2.3. Rocas Metamórficas

Según Blyth & de Freitas, (2000) su nombre deriva del latín "sedimentum", que significa material que se asienta, los sedimentos se forman por la descomposición de rocas viejas y están formados por organismos que viven en ríos, estuarios, deltas y lagos, también formados a partir de restos de animales, como resultado de la evaporación del agua y la precipitación mineral el agua ingresa a los poros del sedimento y recubre los poros, actuando como cemento. Esta transformación ocurre debido a la presencia de materiales cementantes como (limo y arcilla), luego comienza el proceso de compactación, es decir consolidación de sedimentos.

El proceso por el cual los sedimentos se convierten en rocas sedimentarias se llama diagénesis, que implica no sólo la cementación y compactación, sino también la disolución y redeposición de material para formar rocas duras o débiles.

4.3. Geología estructural

Según Grimm, (2020) la geología estructural incluye todos los procesos y elementos relacionados con las fuerzas tectónicas presentes en la corteza terrestre. En geología estructural, en particular se analizan las estructuras geológicas para aclarar la acción de fuerzas dirigidas en la historia geológica. Además de ser de interés científico general, estos análisis pueden apoyar la investigación o exploración.

4.3.1. Fallas

Según Grimm, (2020) las fallas son roturas de la roca donde se produce movimiento. Este movimiento se llama desplazamiento, se originan por fuerzas tectónicas en la corteza terrestre, que provocan la ruptura de la litosfera, surgen del movimiento de los continentes.

4.3.1.1. Tipos de fallas

Según Duque Escobar, (2020), hay tres principales tipos de fallas: normal, inversa y de desplazamiento de rumbo (movimiento horizontal)

- **Fallas normales:** Donde la colocación de los bloques parece explicarse por tensión o tensión de tracción, aquí el espejo de falla está expuesto al sol y los bloques están relativamente separados o separados. Los bloques elevados son el suelo. (Duque Escobar, 2020)
- **Fallas inversas:** Cuando la disposición de los bloques parece responder a fuerzas de compresión. Debido a la presión, los dos bloques aparecen uno

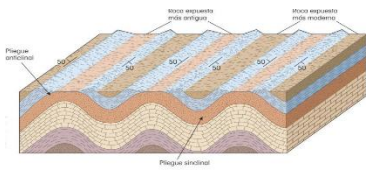
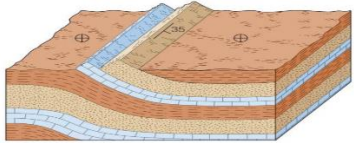
cerca del otro; en ellos, el espejo de error también es visible en el bloque elevado (es decir, el techo) colocado en la sombra. (Duque Escobar, 2020)

- **Fallas de desplazamiento:** Es de cizalladura o transcurrente, el desplazamiento puede ser hacia la derecha o hacia la izquierda dependiendo de lo que pasa con el bloque del frente Si se mueve hacia la derecha, la falla tendrá una orientación dextral, y si se mueve hacia la izquierda, la falla tendrá una orientación sinistral o yuxtaposición. (Duque Escobar, 2020)

4.3.2. Pliegues

Los pliegues son un fenómeno típico de las rocas sedimentarias y metamórficas. Durante la formación de pliegues, se crean tensiones en la roca que provocan la formación de uniones son relativas al eje del pliegue. Son: diagonales, transversales o suelen formar ángulos rectos con estratificación. La figura 10 muestra la parte de un pliegue y la formación de juntas. (Suarez Díaz, 1998).

Tabla 1. Clasificación de pliegues

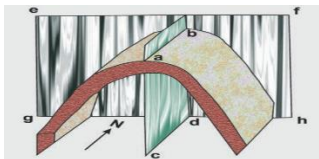
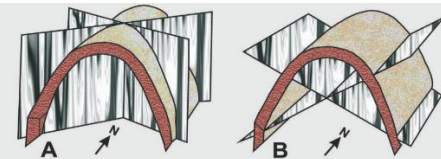
Tipos de Pliegues		
En función de hacia donde convergen o divergen	Anticlinal	
	Sinclinal	
	Monoclinal	
En función de la vergencia o inclinación	Rectos	
	Inclinados	
	Tumbados o recumbentes	

Nota: (Pozo Rodríguez, González Yélamos, Giner Robles, & Carenas Fernández, 2018)

4.3.3. Diaclasas

Según Varela, (2014) las diaclasas tienen características especiales que son numerosas y no muy extendidas y se denominan juegos de diaclasas. Cuando un macizo rocoso tiene dos tipos de orientaciones preferidas se forma un sistema de diaclasas. Se pueden clasificar según varias variables como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de diaclasas

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

Nota: (Varela, 2014)

4.4. Datos estructurales

Según Griem, (2020), para describir la orientación de un plano geológico matemáticamente se necesitan determinar sus propiedades:

- **Dirección de inclinación:** La dirección de la pendiente o dirección del buzamiento es la dirección en la que se inclina el plano. (Tarbuks y Lutgens, 2005).
- **Rumbo:** Es una línea unidireccional que apunta al norte, medida en el plano horizontal y en la dirección de buzamiento. Se puede expresar como la dirección en la que una línea determinada intersecta un plano horizontal. En la Figura 11 se puede observar una representación de buzamiento y rumbo con respecto al Norte. (Varela, 2014)
- **Buzamiento:** El buzamiento es el ángulo con la horizontal medido en el plano vertical en el que se encuentra la línea. (Varela, 2014). También puede entenderse como el ángulo de inclinación que forman el plano discontinuo y el plano horizontal.

4.5. Petrografía

La petrografía es una rama de la petrología que describe y clasifica rocas mediante la observación microscópica de secciones o laminas delgadas de la roca en estudio bajo un microscopio petrográfico, clasificándolas según su textura y composición mineral. (Servicio Geológico Mexicano, 2021)

4.5.1. Estudio petrográfico

En primer lugar, el examen físico de las rocas (descripción macroscópica) nos da información sobre la apariencia, textura, color, dureza, tamaño de grano o tamaño de grano de la roca. Los componentes son demasiado pequeños para verse a simple vista, la roca presenta textura afanita y cuando los cristales se pueden ver a simple vista o con una lupa, se llama fanerítica. (Servicio Geológico Mexicano, 2021)

4.6. Mineralogía

Según Grimm, (2020) la mineralogía es la ciencia encargada de analizar las propiedades de la formación de minerales, distinguir variedades minerales y modificar o definir nuevos minerales. Además, el estudio se centra en las propiedades de los minerales. La mineralogía es la rama de la cristalografía que intenta descubrir la estructura interna, o estructura cristalina, de los minerales.

4.7. 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)

4.8. Mapeo Geológico

Según Echeveste, (2018) la cartografía geológica se entiende como la recopilación de datos detallados de campo con el objetivo de proporcionar información a través de informes de departamentos de investigación, mapas, análisis, etc. Eso se logra mediante un análisis detallado de rocas, suelo, estructuras y cada detalle que ayude a brindar información relevante y autentica sobre el área.

4.8.1. Métodos de Mapeo Geológico

- **Mapeo de Contacto** Es el método más utilizado a escala 1:20.000 o menos e implica un estudio detallado de los contactos de diferentes litologías a partir de topografía e imágenes de satélite. El método consiste en visualizar fotografías aéreas en la oficina y confirmar esta información con proyecciones de campo, si no se dispone de fotografías aéreas se pueden utilizar mapas topográficos para la interpretación y se puede determinar diferentes litologías mediante GPS, el tipo de material se puede deducir del tipo de vegetación, el tipo de litología también

puede deducir del drenaje, o los contactos de falla son bastantes comunes, este tipo de mapeo es muy útil porque proporciona información detallada. (Echeveste, 2018, p. 171)

- **Método por Afloramiento o Mapeo de Todos los Afloramientos.** Este método se utiliza más comúnmente a escala de 1:10.000 y mayores para estudiar cada afloramiento, su extensión, tipos de rocas y grupos de rocas; encontrados al largo del recorrido de la investigación. Este tipo de mapeo se utiliza en rocas metamórficas, donde las rocas pueden aparecer en diferentes variedades en distancias cortas. (Echeveste, 2018, p. 172).
- **Método por Perfiles.** Este método se utiliza principalmente para áreas grandes con una escala de 1:250,00 a 1:50.000 y la estructura no es muy compleja. El método prevé mediciones geológicas durante el recorrido por la etapa de investigación y también da muy buenos resultados en las zonas de plegadas y cabalgamiento. (Echeveste, 2018, p. 173)

4.9. Unidades de Mapeo

Consisten en rocas litológicamente separadas de suficiente tamaño y continuidad lateral para distinguirlas a escala de trabajo. La distribución de las unidades cartográficas en un mapa geológico está determinada por las trazas de contacto, que pueden incluir planos de falla, contactos estratigráficos confrontables, contactos intrusivos o discordancias. Los contactos concordantes, discordantes e intrusivos se dibujan usando el mismo estilo de línea. La información de la leyenda del mapa debe incluir el tipo de contacto (visible o inferido). (Echeveste, 2018)

4.10. Mapeo Estructural

Según Echeveste, (2018) se recopila información sobre mapeo estructural, donde se identifican y mapean en detalles estructuras geológicas (ubicación de pliegues, dirección del movimiento de fallas, disposición de diaclasas) y brindan información sobre cómo y por qué se deforma la corteza. En el desarrollo de la cartografía, las estructuras geológicas definieron propiedades de las rocas que son el resultado de tensiones, pliegues, fallas y diaclasas. Mismas que nos proporcionan los datos estructurales, que serán registrados y volcados en el mapa geológico de acuerdo a su importancia e impacto. Visto anteriormente en “geología estructural” estos datos serán tomados con una brújula geológica.

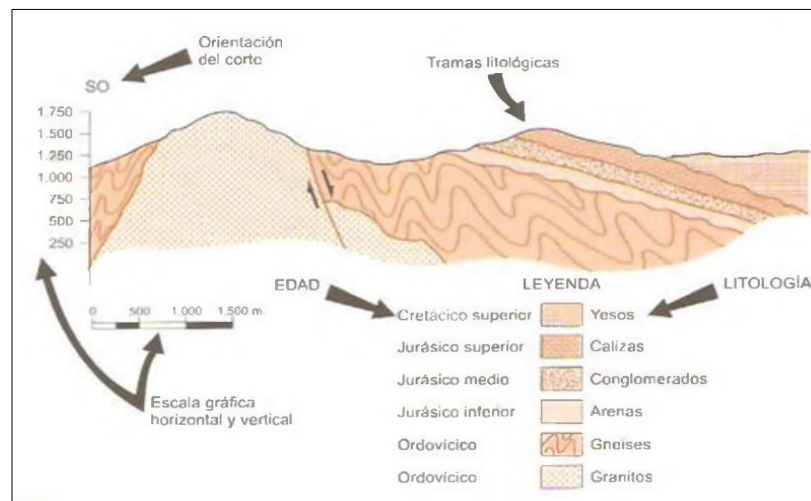
4.11. Mapa Geológico

Los mapas utilizan puntos, líneas y polígonos para proporcionar información terrestre sobre varios cuerpos rocosos. Los mapas deben hacer referencia a un sistema de coordenadas que permita medir distancias, ángulos o superficies. (Varela, 2014)

4.12. Perfiles Geológicos

Los perfiles geológicos es una sección vertical de una estructura, una interpretación gráfica de una estructura geológica en un plano vertical, y su representación se muestra en la Figura 1. (López Moratalla, y otros)

Figura 1. Elementos de presentación de un perfil geológico



Nota: Obtenido de (Pozo Rodríguez, González Yélamos, Giner Robles, & Carenas Fernández, 2018)

5. Metodología

5.1. Área de estudio

En el desarrollo del trabajo de titulación es necesario considerar aspectos generales, entre los cuales se describe las características del área de estudio específica y brinda una explicación más profunda del lugar, en este caso se destacados a continuación:

5.1.1. Ubicación

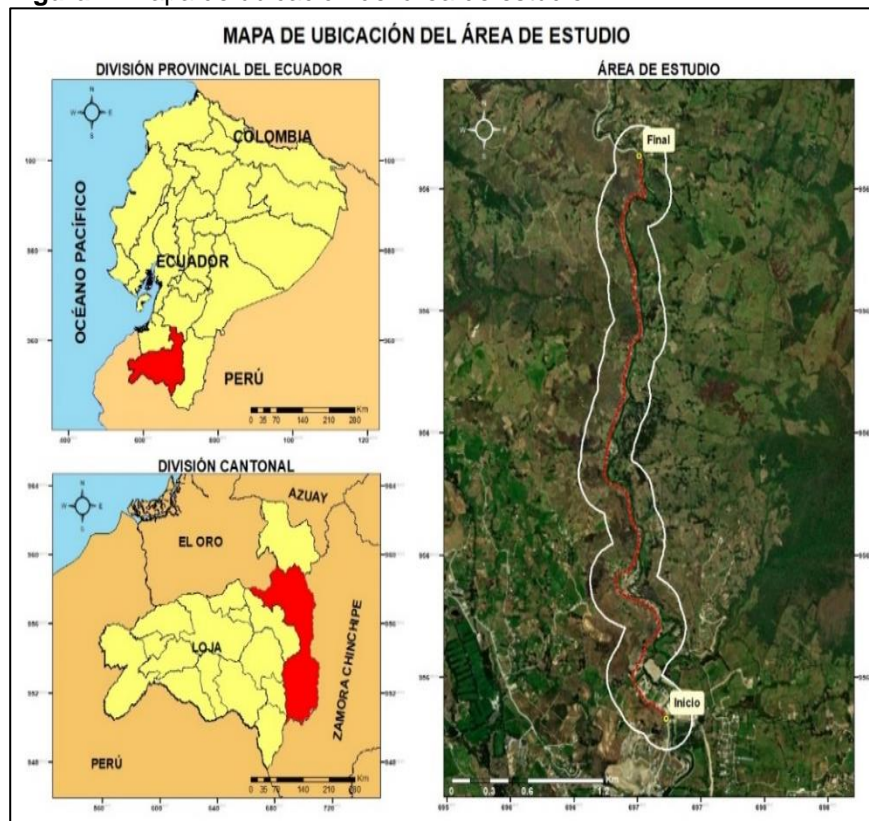
El área de estudio se encuentra ubicado en el parte norte del cantón Loja, en el sector la Florencia, abarcando un tramo de la vía antigua Loja – Cuenca, de 4.5 km entre las abscisas km 0+00 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales hasta km 4+550 Escuela Mixta Clotilde Guillen, comprendiendo una faja de 200 m a cada lado del eje de la vía abarcando un área total de 180 Ha (ver *figura 2*).

En la siguiente tabla se especifican las coordenadas del área de estudio:

Tabla 3. Coordenadas de inicio – final del tramo de estudio

Punto	Abscisas (Km)	Coordenadas		
		Este (X)	Norte (Y)	Z (m.s.n.m)
Inicio	0+000	697228	9565330	1989
Final	4+550	697015	9569016	1981

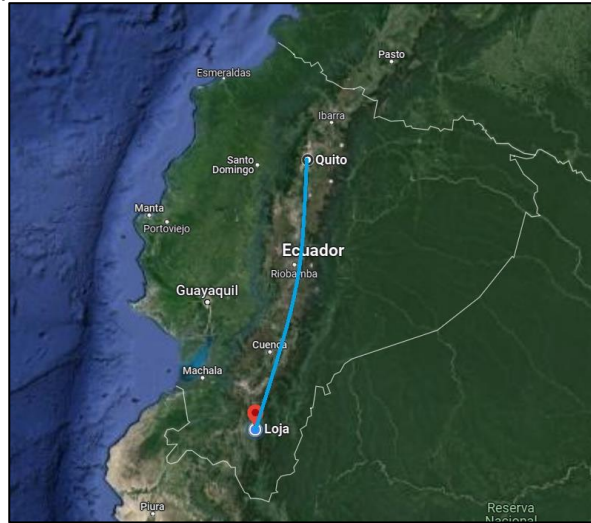
Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio.



5.1.2. Acceso

Se lo puede realizar por vía aérea, en donde se toma con referencia el aeropuerto Internacional Mariscal Sucre, en el cantón Quito hasta el aeropuerto Ciudad de Catamayo, en el cantón Catamayo, (*ver figura 3*) con un tiempo aproximando de 55 minutos y luego por vía terrestre hasta la ciudad de Loja.

Figura 3. Acceso por vía aérea desde la ciudad de Quito hasta la ciudad de Catamayo.



Nota: Obtenido de Google Maps 2023.

Además, se lo puede realizar por vía terrestre, se toma como referencia la ciudad de Quito, desde el Terminal Terrestre Quitumbe hasta el Terminal Reina del Cisne, ciudad de Loja, con un recorrido de 670 Km, con un tiempo aproximado de 11 horas y 36 min, (*ver figura 4*) tomando el trayecto comprendido por la carretera Panamericana/Troncal de la Sierra (E35).

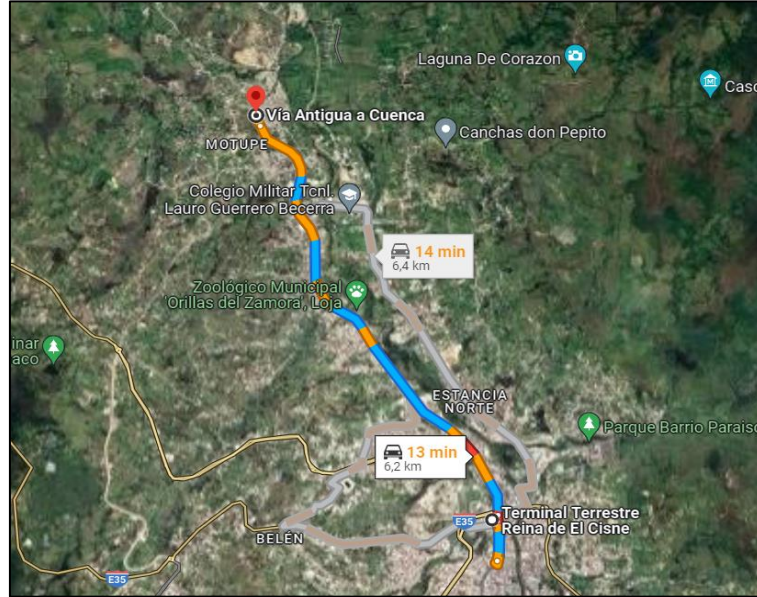
Figura 4. Acceso por vía terrestre desde la ciudad de Quito hasta la ciudad de Loja.



Nota: Obtenido de Google Maps 2023.

Ya ubicados en la ciudad de Loja, en el Terminal Reina del Cisne, se toma la Avenida 8 de diciembre, con una longitud de 6.2 km, abarcando un tiempo de 13 min, hasta llegar al área de estudio (ver figura 5).

Figura 5. Acceso vía terrestres al área de estudio desde el Terminal Reina del Cisne.

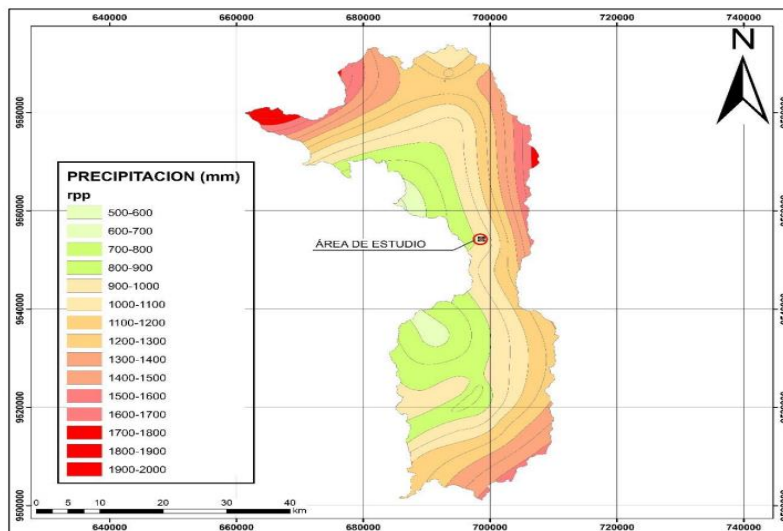


Nota: Obtenido de Google Maps 2023.

5.1.3. Clima

El clima de la ciudad de Loja se encuentra catalogado como Templado Andino, el cual es influenciado por el clima tipo amazónico y los vientos alisios. En la figura 6 se muestran que las temperaturas fluctúan entre los 14°C y 21°C y con una humedad relativa del 75%. (INAMHI, 2005).

Figura 6. Precipitaciones en el cantón Loja



Nota: INAMHI, 2005.

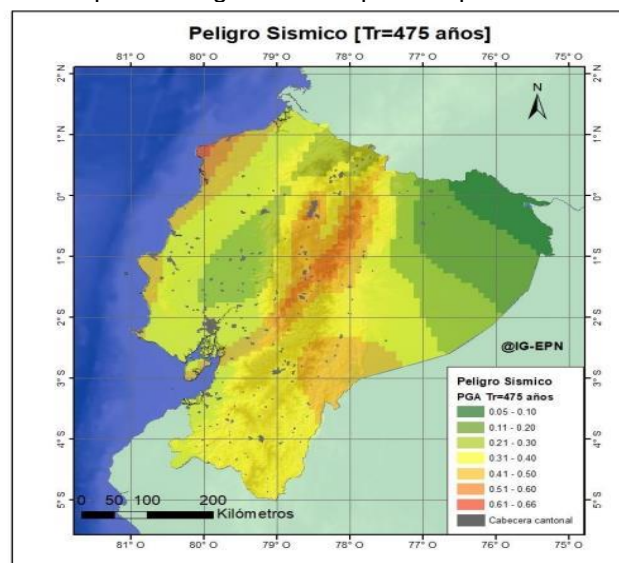
5.1.4. Hidrología

El carácter hidrológico de la cuenca de Loja se debe a que su parte central es drenada por los ríos Zamora y Malacatos, que se unen en la ciudad y continúan hasta la zona de las Juntas, donde se cambian completamente de dirección hacia el Este pasando por Jimbilla, adquiriendo el nombre único de Río Zamora, el cual es afluente del río Amazonas. Como unidades hidrológicas secundarias, cuyo caudal es más o menos perpendicular al sistema de drenaje principal mencionado anteriormente, pueden considerarse los ríos Zamora Huayco y Jipiro, así como las quebradas, Quillollaco, Potrerillos, Violeta, Alumbre, Las Pavas, San Cayetano, La Banda, El Salado, etc. (INAMHI, 2005)

5.1.5. Sismicidad

En Ecuador se han producido terremotos de gran magnitud, los cuales han provocado daños considerables a la población e infraestructura del país. De acuerdo con el Código Ecuatoriano de la construcción, la ciudad de Loja presenta un riesgo sísmico alto, con valores de aceleración pico en roca de 0.25 g con una probabilidad 10% de excedencia en 50 años (*ver figura 7*), correspondiente a un periodo de retorno de 475 años. (Segovia,2012)

Figura 7. Mapa de Peligro Sísmico para un periodo de 475 años.



Nota: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional.

5.1.6. Geología regional

La ciudad de Loja está constituida por un basamento de la Cordillera Real proveniente de la acreción de varios terrenos contra la placa continental sudamericana, donde se origina el Terreno Loja, representado por rocas metamórficas de bajo grado indiferenciadas de edad paleozoicas, agrupadas a las unidades litotectónicas definidas por (Litherland, Aspden, & Jemielita, 1994) como Chigüinda, Agoyán, Tres Lagunas, Monte Olivo y Sabanilla.

Las formaciones geológicas que se encuentran dentro del área de estudio están asociadas a rocas metamórficas como esquistos, grafito muscovita, gneis y filita, consistiendo por rocas de edad Paleozoico.

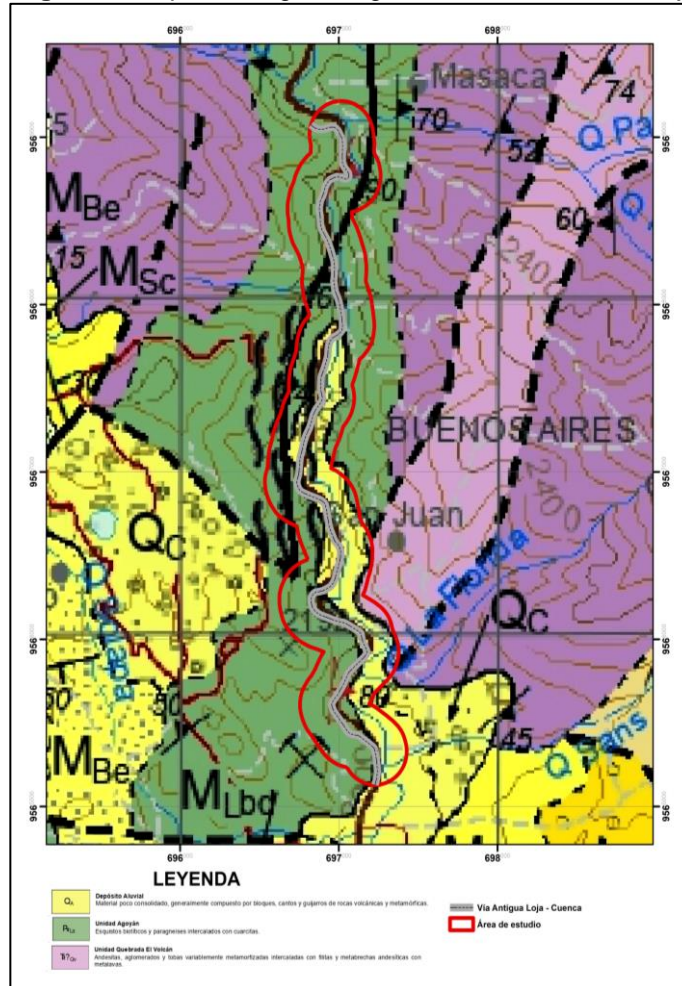
De acuerdo al mapa de Loja realizado por el IIGE 2017; la cuenca sedimentaria de Loja yace discordantemente sobre un basamento de rocas metamórficas (Unidad Chigüinda, Unidad Quebrada el Volcán, Unidad tres Lagunas).

- *Unidad Agoyán* (Pz La). (Litherland y otros, 1994). Es definida por el autor como la Cordillera Real central, pero proyectada al norte de la Cuenca de Loja desde la región de Quilloloma hasta Solamar, en el cual consiste en clastos de biotita intercalados con cuarcita gris y paragneis con bandeamiento de cuarzo y biotita. Litherland et al (1994) lo interpretaron como Paleozoico.
- *Unidad Quebrada el Volcán (TR?Qv)*.- Definida como una secuencia meta volcánica en forma de cinturón estructural con orientación noreste-suroeste ubicada en la parte noreste de la Cuenca del Loja. Aflora en los cortes de las quebradas Mamanuma (UTM: 698 200 E; 9 569000N), y El Volcán (UTM: 702500E; 9562500N), de donde toma su nombre, consiste en una serie de andesitas, aglomerados y tobas de diversos metamorfismos. En la vía Loja-Zamora (UTM: 705737E; 9558440N), afloran metabrechas andesíticas alternadas con metalavas. Esta unidad se interpreta como una fase volcánica que ocurrió cuando se abrió inicialmente el rift del Triásico.
- *Formación Quillollaco* (MPLQ). (Kennerley, 1973). Tiene amplia exposición en toda la cuenca sedimentaria de Loja, se desarrolla en los alrededores de la comunidad de Virgen Pamba y en las salidas de Loja a Zamora y Turunuma-Cristo Rey. Litológicamente consiste en un espeso conglomerado a base de arenisca sobre una matriz arenosa interrumpida por lentes métricas de

areniscas Kennerley y Almeida (1975) asumen una edad mio-pliocénica para la formación.

El área de estudio se concentra en la parte norte de la cuenca de Loja y de acuerdo al mapa regional a escala 1:10000 está conformada por las Unidades Agoyán, depósitos coluviales y depósitos aluvial (*ver figura 8*).

Figura 8. Mapa Geológico Regional de la Cuenca de Loja.



Nota: (IIGE, 2017).

5.2. Materiales

Para realizar la presente investigación fue mediante el uso de materiales de campo y oficina, como la recolección de información de campo necesaria para dar el cumplimiento de los objetivos propuestos.

5.2.1. Materiales de campo

- Brújula Brunton.
- Piqueta.
- Lupa.
- GPS.
- Estación Total Trimble S6.
- Prismas.
- Jalones.
- Cinta métrica.
- Fichas de caracterización de afloramientos.
- Fichas descripción macroscópica de rocas.
- Ácido clorhídrico al 10%.
- Funda de plástico Ziploc.
- Cámara fotográfica.
- Libreta de campo.

5.2.2. Materiales de Oficina

- Computador.
- Impresora.
- Microsoft Office 2019 (Word – Excel).
- Software Foresight 221.
- Software ArcGIS 10.5.
- Google Earth Pro.

5.3. Procedimiento

• Fase preliminar

En la fase inicial se recoge toda la información existente sobre el área de estudio, como el Plan de Ordenamiento Territorial de Loja 2019 – 2023, a su vez información de diversas fuentes y trabajos relacionados al ámbito geológico.

Para la caracterización de la geología y estructuras geológicas se utiliza como guía para los trabajos de campo y oficina la hoja geológica de Loja en escala 1:100.000.

• Fase de campo

Se realizó un levantamiento del área de estudio y se determinaron sectores representativos para ubicar los puntos de verificación, seguido de un levantamiento

topográfico utilizando una estación total Trimble S6, y adicionalmente se describieron las condiciones del suelo en las mediciones de los equipos.

Para realizar el levantamiento geológico – estructural, se lo realizó mediante el método de mapeo de afloramientos, en el cual se hizo visitas técnicas a campo y la recopilación de información geológica por medio de fichas de afloramientos del área de estudio, la medición de estructuras geológicas se la realizó usando brújula, GPS, lupa y fichas de descripción geológica.

Para la descripción macroscópicas de las muestras recolectadas en campo se lo realizó, utilizando ácido clorhídrico al 10%, lupa 20x, rayador magnético, escalímetro, además fundas Ziploc entre otros. Las muestras constituyeron la base fundamental de la información de campo y apoyaron a la caracterización de la litología del área de estudio.

- **Fase de gabinete**

Luego del levantamiento topográfico se elaboró un mapa topográfico del área de estudio, se utilizaron herramientas ArcGIS, para crear un mapa geológico-estructural, se utilizó la información levantada en campo (litología, estructuras geológicas) y luego se procedió a realizar los perfiles geológicos, con la finalidad de tener una mayor interpretación finalmente enlazar toda información levantada y poder realizar un análisis geológico – estructural.

5.4. Metodología para el primer objetivo

“Caracterizar la litología y estructuras geológicas presentes en el área de estudio”

- ❖ **Generación de la Topografía del área de estudio**

Para determinar la topografía se utilizó el método taquimétrico utilizando una estación total Trimble S6, donde se consideró un polígono cerrado, con ubicación de la estación en puntos estratégicos, nivelación y calibración mediante GPS, tomando dos puntos de referencia A y B con sus respectivas coordenadas. Antes de la recolección de datos, se debe fijar el punto B con respecto al punto A, al cual se debe calibrar, encerar y georreferenciar la estación, el valor debe ser cero o cercano a cero.

La información se recolecta mediante un prisma a una altura de 1,50 m (altura del pecho) donde es visible el láser emitido por la estación para recolectar datos y determinar la distancia y ubicación de cada punto, este proceso se continuó hasta cubrir toda el área de estudio.

La estación total Trimble S6 proporcionará datos en formato txt para ser analizados usando herramientas Excel y luego exportados a herramientas ArcGIS y continuará con el diseño del mapa topográfico, con curvas de nivel principales 50 m y curvas secundarias cada 10 m, con escala 1.1000. Además, se agregaron elementos para completar la topografía en el área de estudio.

Los mapas topográficos son la base del levantamiento geológicos estructurales.

❖ Levantamiento de las litología y estructuras geológicas

El levantamiento de las unidades litológicas y estructuras geológicas del área de estudio se empezó con la recolección de información geológica y cartográfica en trabajos o investigaciones existentes cerca del área de estudio con la intención de tener una idea anticipada sobre la litología.

Posteriormente se realizó un mapeo detallado del terreno, considerando el mapeo de contactos y mapeo de afloramientos; para lo cual se realizó el levantamiento de 33 afloramientos del área de estudio como se muestra en la figura 9 , la metodología de acuerdo a la escala de trabajo, comprende el levantamiento de información en un mallado de cada 100 x 100 m que se tendrá en cuenta en campo, para la toma de muestras se ha utilizado fichas descriptivas (*Ver Anexo 1*), en las que se representan las características más importantes de estos, además de los elementos estructurales (rumbo y buzamiento), mediante la utilización de la brújula y cinta (*ver figura 10*).

Figura 9. Puntos levantados en el área de estudio

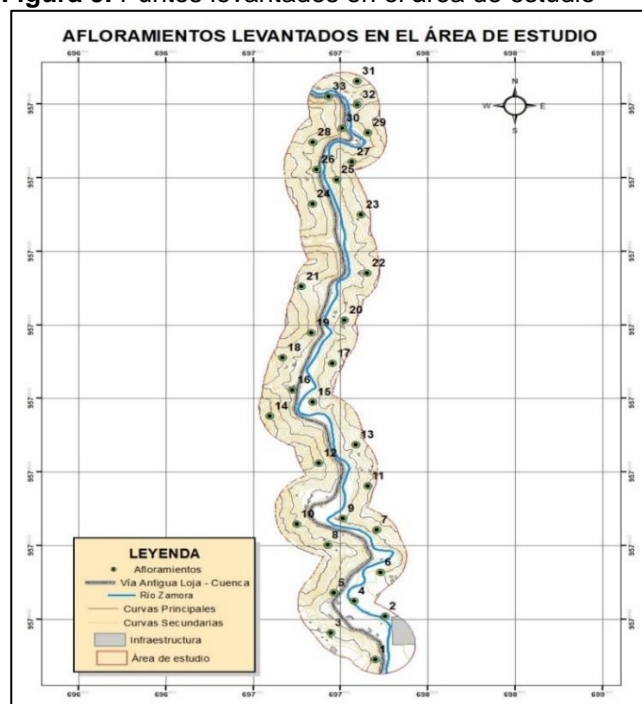


Figura 10. Levantamiento de información en campo.



Posteriormente se extrajo 5 muestras de rocas (*ver tabla 4*), en las que condiciona en relación a los cambios litológicos del sector, para su desarrollo se consideró el siguiente protocolo de recolección, ubicación del lugar en el que se extraerá la muestra, recolección de la muestra en bolsas herméticas, con su respectiva etiqueta y transporte, adecuado evitando la alteración de la muestra (*ver figura 11*).

Este procedimiento se ejecutó con la finalidad de analizarlas a nivel macroscópico en campo y laboratorio.

Figura 11. Recolección de las muestras en campo.



Tabla 4. Coordenadas de muestras obtenidas en campo.

Código Muestras	Coordenadas		
	Este (X)	Norte (Y)	Z (m.s.n.m)
M001	697058	9568951	1954
M002	697011	9566129	1964
M003	696884	9567524	1957
M004	696710	9566924	1960
M005	696964	9565680	1987

Para determinar las estructuras geológicas, en primera fase se usó ortofotos proporcionadas por SIGTIERRAS en el cual se desarrolló una fotointerpretación de estructuras, tomando en consideración los siguientes parámetros: alineaciones de drenaje, vegetación o humedad y rasgos morfológicos.

Para luego se efectuó un levantamiento de información en campo referente a las estructuras geológicas inferidas en la fotointerpretación; a través de la caracterización y medición de elementos de yacencia (rumbo y buzamiento) y se identificó en campo estructuras secundarias: fallas, pliegues, contactos.

El resultado final es la obtención de información cualitativa y cuantitativa sobre las estructuras geológicas del área de estudio, que constituye la base para elaborar un mapa geológico – estructural escala 1:000.

5.5. Metodología para el segundo objetivo

“Determinar petrográficamente a nivel macroscópico, las litologías encontradas en el
área de estudio”

Se tomaron 3 muestras representativas de rocas de afloramientos naturales y antrópicos, las mismas fueron analizadas y caracterizadas macroscópicamente, utilizando ácido clorhídrico al 10%, lupa 20x, rayador magnético, escalímetro, además fundas Ziploc entre otros.

Las muestras constituyeron la base fundamental de la información de campo y apoyaron a la caracterización de la litología de la zona de estudio.

Dentro del análisis litológico de las muestras de rocas se determinó: datos generales, coordenadas, nombre de roca, color, estructura, textura, tamaño, forma de grano y minerales principales y secundarios y grado de meteorización. Esta información se plasmó en la ficha de descripción de muestras de roca (*Ver Anexo 2*) y para su caracterización se usaron los fundamentos teóricos de la clasificación granulométrica de sedimentos clásticos de Teruggi 1982 y los lineamientos del “Instructivo para el manejo de fichas de descripción macroscópica de muestras de rocas” de (Viteri, 2013).

Para determinar las rocas metamórficas se utilizó la clasificación que propone Tarbuck y Lutgens (2005), como se lo puede observar en la Figura 12, enfocándose en las rocas metamórficas pueden clasificarse en líneas generales según el tipo de foliación que exhiben y, en menor medida, según la composición química del protolito.

Figura 12. Clasificación de las rocas metamórficas comunes.

Nombre de la roca	Textura	Tamaño de grano	Observaciones	Protolito
Pizarra	Foliada	Muy fino	Pizarrosidad excelente, superficies lisas sin brillo	Lutitas, pelitas
Filita		Fino	Se rompe a lo largo de superficies onduladas, brillo satinado	Pizarra
Esquisto		Medio a grueso	Predominan los minerales micáceos, foliación escamosa	Filita
Gneis		Medio a grueso	Bandeado composicional debido a la segregación de los minerales	Esquisto, granito o rocas volcánicas
Migmatita		Medio a grueso	Roca bandeada con zonas de minerales cristalinos claros	Gneis, esquisto
Milonita	Poco foliada	Fino	Cuando el grano es muy fino, parece sílex, suele romperse en láminas	Cualquier tipo de roca
Metaconglomerato		De grano grueso	Cantos alargados con orientación preferente	Conglomerado rico en cuarzo
Mármol	No foliada	Medio a grueso	Granos de calcita o dolomita entrelazados	Caliza, dolomía
Cuarcita		Medio a grueso	Granos de cuarzo fundidos, masiva, muy dura	Cuarzoarenita
Corneana		Fino	Normalmente, roca masiva oscura con brillo mate	Cualquier tipo de roca
Antracita		Fino	Roca negra brillante que puede mostrar fractura concoide	Carbón bituminoso
Brecha de falla		Medio a muy grueso	Fragmentos rotos con una disposición aleatoria	Cualquier tipo de roca

Nota: (Tarbuck y Lutgens, 2005)

5.6. Metodología para el tercer objetivo

“Realizar el mapa geológico – estructural a escala 1:1000, del área de estudio”

Para la elaboración del mapa geológico – estructura a escala 1:1000, se aplicó la metodología propuesta por el Instituto de Investigación Geológico y Energético del Ecuador (IIGE, 2019) en el cual se integró la información de campo y gabinete y se desarrolló con el siguiente procedimiento:

Se empezó con la fase de preliminar, en la que consiste la agrupación del mapa topográfico y de la información geológico – estructural recolectada en campo y respaldada por el análisis macroscópico.

Seguidamente se elaboró una base de datos en Microsoft Excel, con todos los datos obtenidos de los afloramientos descritos en campo (coordenadas, litología, datos estructurales) del área de estudio, luego el traslado de los datos a Sistemas de Información Geográfica, en el software ArcGIS 10.5.

Para representar las litologías se agregaron los puntos, y con un shape se fueron digitalizando la litología en polígonos, estructuras geológicas, y topografía, determinadas en los objetivos anteriores, procediendo a la elaboración del mapa geológico estructural sobre el área de estudio referenciado en coordenadas UTM/WGS84 Zona 17S.

A partir del mapa geológico-estructural se elaboró un corte geológico con la finalidad de representar la litología y las estructuras geológicas a profundidad, siguiendo la metodología desarrollada en el libro de Matinez J. (1981) la cual nos da las directrices generales desde la elaboración del perfil topográfico, hasta la interpretación geológica de las líneas del perfil.

Finalmente se obtuvo el mapa geológico estructural a escala 1:1 000 de la vía antigua Loja - Cuenca, abscisas km 0+000 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales hasta km 4 +550 Escuela Mixta Clotilde, referenciado en coordenadas UTM/WGS 84 Zona 17S, en el cual tendrá la información recolectada en campo y post trabajo de oficina como lo es: litología, estructuras geológicas, contactos geológicos, topografía.

6. Resultados

6.1. Topografía

El mapa topográfico del área de estudio consta de un relieve irregular con altitudes que oscilan entre la parte más baja 1950 m.s.n.m y la parte más alta de 2040 m.s.n.m, estas elevaciones se presentan a los dos costados del tramo de estudio donde hay colinas altas, relieves montañosos.

El mapa también tiene en cuenta la infraestructura que se encuentra en el área de estudio, cuya distribución es mínima; y también la red hídrica teniendo en cuenta el río Zamora y los caminos vecinales. (Ver Anexo 4).

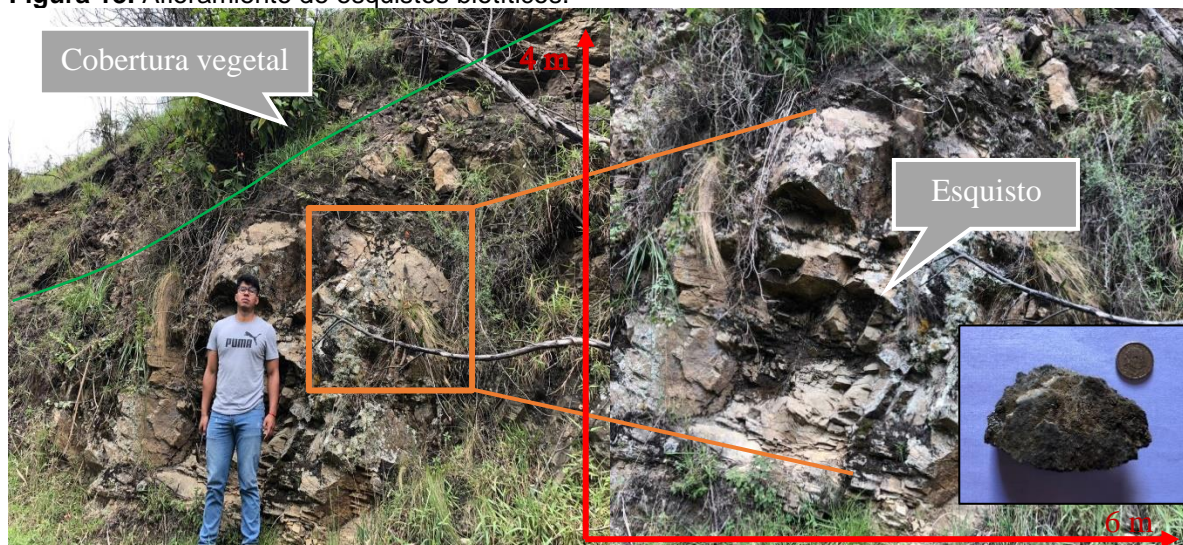
6.2. Litología Local

El área de estudio se encuentra dentro de una formación geológica, la Unidad Agoyán, en las cuales se permitieron identificar la presencia de 3 litologías como: esquistos biotíticos, depósitos coluviales y depósitos aluviales a la orilla de Río Zamora.

6.2.1. Unidad Agoyán (PzLa)

➤ Afloramiento Nro. 20 de esquistos biotíticos.

Figura 13. Afloramiento de esquistos biotíticos.



Este afloramiento de origen natural (ver figura 13), se ubica en la parte occidental del área de estudio, en el flanco derecho del río Zamora, con coordenadas UTM en X: 697058, Y: 9568951.

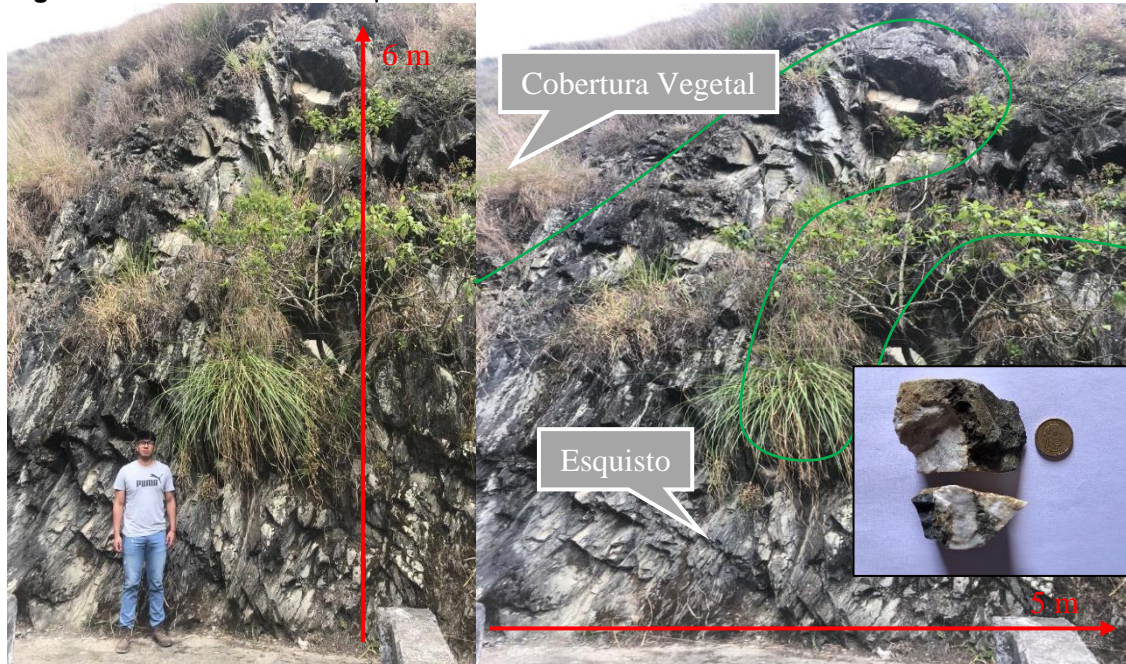
Este afloramiento es de origen natural, tiene 6 metros de ancho y 4 metros de alto, con un alto relieve y en la parte superior tiene una vegetación herbácea.

En su litología está constituida por esquistos de color gris verdoso debido a la alta meteorización por agua y viento, según el análisis de la muestra de mano (M001) tiene una estructura laminar y contiene minerales de mica, plagioclasas, biotita y cuarzo.

Presentan una dureza media dependiendo del grado de meteorización de la roca. Sus elementos de yacencia son: rumbo de S42°E, buzamiento de 45°.

➤ **Afloramiento Nro. 15 de esquistos biotíticos.**

Figura 14. Afloramiento de esquistos biotíticos.



El presente afloramiento (*ver figura 14*), se encuentra en la parte Oeste del área de estudio, en el flanco derecho del río Zamora, con coordenadas UTM en X: 697011, Y: 9566129.

Este afloramiento es de origen antrópico, cuyas dimensiones son 5 metros de ancho y 6 metros de alto, tiene una baja erosión, con presencia de vegetación herbácea con una cobertura vegetal de 50 cm y presenta una meteorización moderada debido a los agentes externos.

Litológicamente se encuentra constituido por esquisto biotítico de coloración n gris oscuro, de acuerdo al análisis de la muestra de mano (M002), presenta una textura foliada por su esquistosidad, de grano medio donde predominan minerales biotita y cuarzo, la resistencia de matriz rocosa es media y tiene un fracturamiento de bloques pequeños, cuyas fracturas tienen pequeñas intercalaciones de cuarcita. Sus elementos de yacencia son: rumbo de N21°E, buzamiento de 53°.

➤ **Afloramiento Nro. 12 de esquistos meteorizados.**

Figura 15. Afloramiento de esquistos meteorizados.



Este afloramiento de origen antrópico (*ver figura 15*), se encuentra localizado en la zona central del área de estudio, cerca de un parque infantil en la vía antigua Loja - Cuenca, con coordenadas UTM en X: 696884, Y: 9567524.

Este afloramiento es producto de la apertura de la vía y tiene las siguientes dimensiones: 10 metros de ancho y 7 metros de alto. En la parte superior del afloramiento se evidencia la presencia de una vegetación arbórea.

En su litología está compuesto por esquistos altamente meteorizados debido a las condiciones atmosféricas y de acuerdo con la muestra de mano (M003), se establece en forma masiva de grano medio (1-5mm) de coloración gris verdosa debido a la alta meteorización, cuenta con una textura foliada representada por los minerales clorita, epidota, actinolita, biotita y plagioclasas, su resistencia rocosa es mediana, no presenta agua, los elementos de yacencia son: rumbo de N20°E. buzamiento de 42°.

➤ **Afloramiento Nro. 30 de esquistos altamente meteorizados.**

Figura 16. Afloramiento de esquistos altamente meteorizados.



Este afloramiento de origen antrópico (*ver figura 16*), se encuentra en la parte Sur del área de estudio, cerca de la escuela Rosa Sánchez de Fierro, con coordenadas UTM en X: 696710, Y: 9566924.

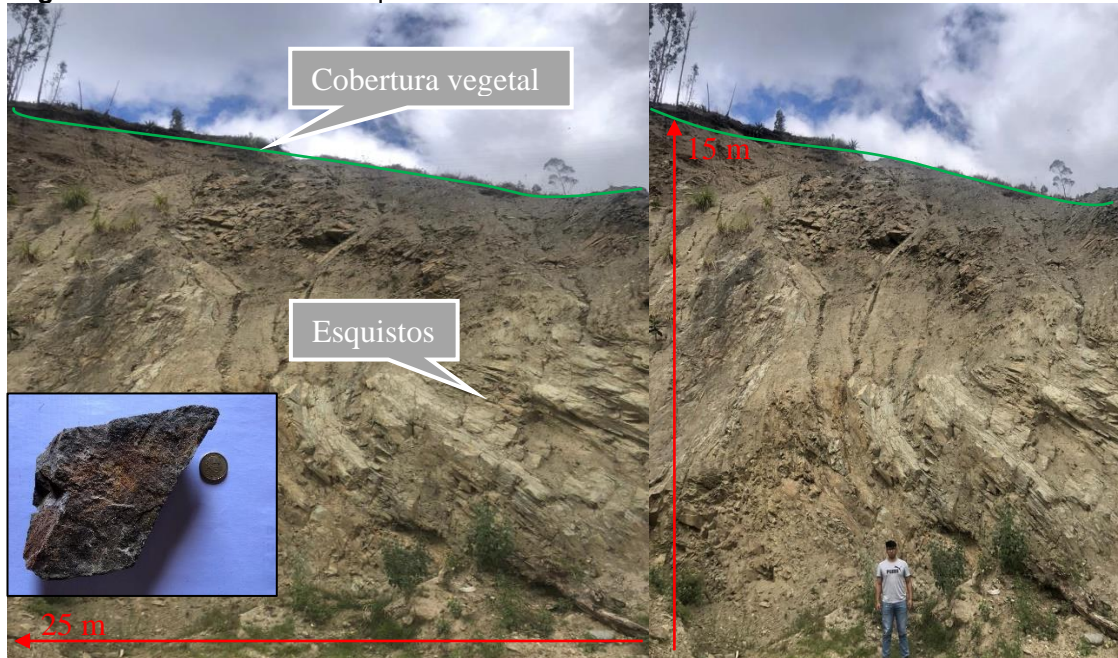
Este afloramiento presenta en la parte superior una vegetación herbácea con una cobertura vegetal del 0.70 cm, cuyas dimensiones son 23 metros de ancho y 19 metros de alto, se evidencia un alto grado de meteorización.

Litológicamente está formado por esquisto verde y según muestra de mano (M004), tiene una textura foliada lo cual presenta esquistosidad, dicha muestra presenta una cloración verdosa debido al alto contenido minerales como clorita, también contiene pequeñas cantidades de cuarcita de grano medio.

La presencia de abundante agua en este afloramiento impidió la toma de datos estructurales.

➤ **Afloramiento Nro. 5 de esquistos meteorizados.**

Figura 17. Afloramiento de esquistos verdes.



Este afloramiento de origen antrópico (*ver figura 17*), se encuentra en la parte Sur del área de estudio, cerca de la Planta de Aguas Residuales, con coordenadas UTM en X: 696964, Y: 9565680.

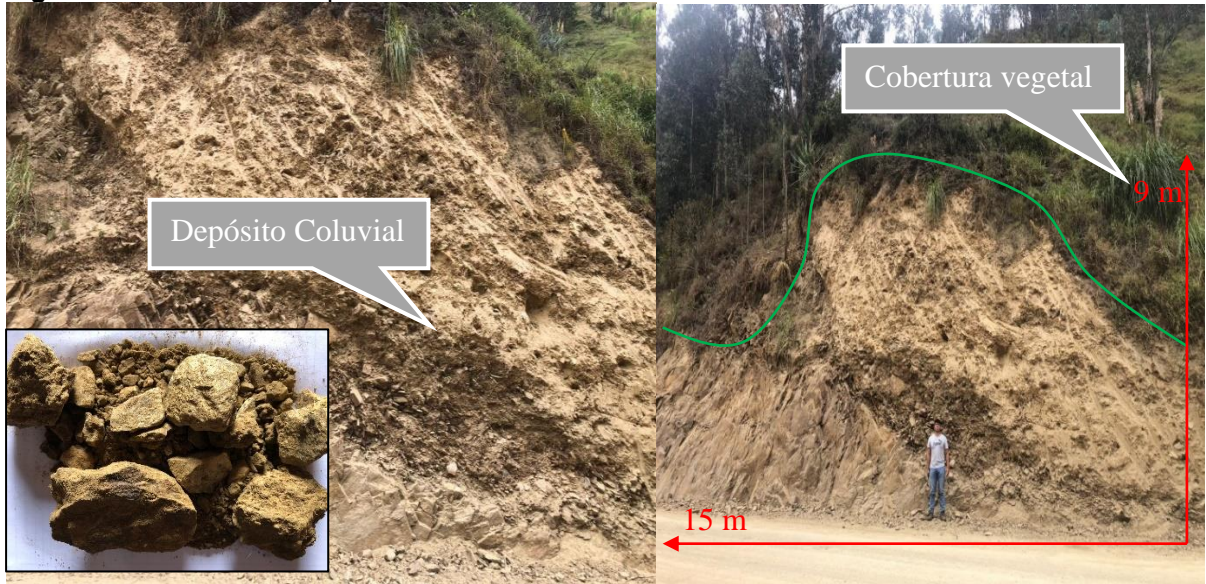
El afloramiento tiene un ancho de 25 metros y una altura de 15 metros, su origen es artificial debido de la abertura vial, se encuentra dentro del relieve montañoso, tiene vegetación herbácea con una cobertura vegetal de 0.30 cm.

Litológicamente consiste en un esquistos verde que tiene una textura foliada de grano medio según la muestra de mano (M005). Dicho esquistos contiene minerales como plagioclasas, cuarzo, feldespatos y mica como la biotita y moscovita. Presentan una matriz limo arenosa y una dureza media dependiendo de la meteorización de la roca.

6.2.2. Depósitos coluviales.

➤ Afloramiento Nro. 24 depósitos coluviales.

Figura 18. Afloramiento depósito coluvial.



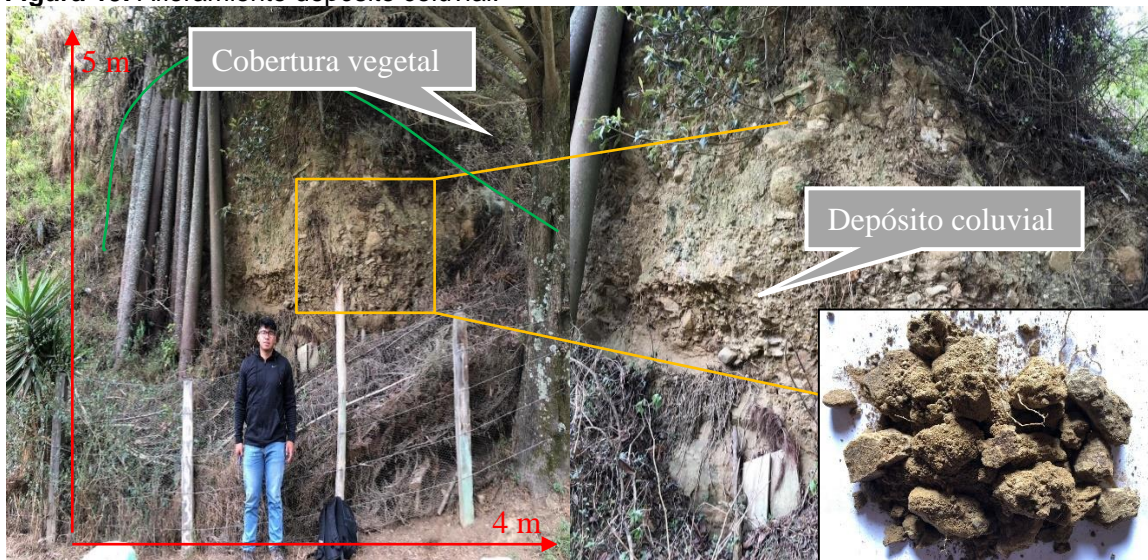
Este afloramiento de origen antrópico (*ver figura 18*), se encuentra en la parte suroeste del área de estudio, en el flanco derecho del río Zamora, con coordenadas UTM en X: 696881, Y: 9568669.

El afloramiento tiene 15 metros de ancho y 9 metros de alto, presenta una vegetación herbácea con una cobertura vegetal de 0.60 cm.

Litológicamente se pudo evidenciar que son acumulaciones de bloques de rocas metamórficas casi redondos de diversos tamaños, dispuestos de diferentes formas, en la que se puede observar que la matriz está compuesta por esquistos altamente meteorizados.

➤ **Afloramiento Nro. 29 depósito coluvial.**

Figura 19. Afloramiento depósito coluvial.



Este afloramiento de origen natural (*ver figura 19*), se encuentra en la parte norte del área de estudio, en el flanco derecho del río Zamora, con coordenadas UTM en X: 697056, Y: 9569004.

Las dimensiones del afloramiento cuentan con un ancho de 4 metros y una altura de 5 metros, su vegetación de tipo arbustiva y herbácea con una potencia de 0.80 cm de cobertura vegetal, su relieve es montañoso.

Se encuentran en el suroeste del área de estudio constituido por acumulaciones de cantos y bloques de rocas metamórficas subangulares y matriz limo-arenosa de coloración café claro, poseen un tamaño de grano medio de hasta 80mm de diámetro.

6.2.3. Depósitos aluviales

Estos depósitos se ubican a lo largo de todo el tramo de la vía antigua Loja – Cuenca en la ribera del río Zamora (*ver figura 20*). Se trata de sedimentos poco consolidados como gravas, arenas gruesas, arenas finas de origen plutónico como la granodiorita, dioritas y metagranodioritas; y rocas metamórficas que son arrastradas por el río Zamora como el gneis y el esquisto.

Tienen una matriz limo arenosa de color gris y café, su forma es muy variadas desde casi angulosas hasta muy redondeadas.

Se los puede evidenciar en montículos que se encuentran en las orillas del río Zamora en donde hay la presencia de áreas mineras de áridos y pétreos de minería artesanal.

Figura 20. Deposito Aluvial y material arrastrado por el río Zamora.



6.3. Geología estructural

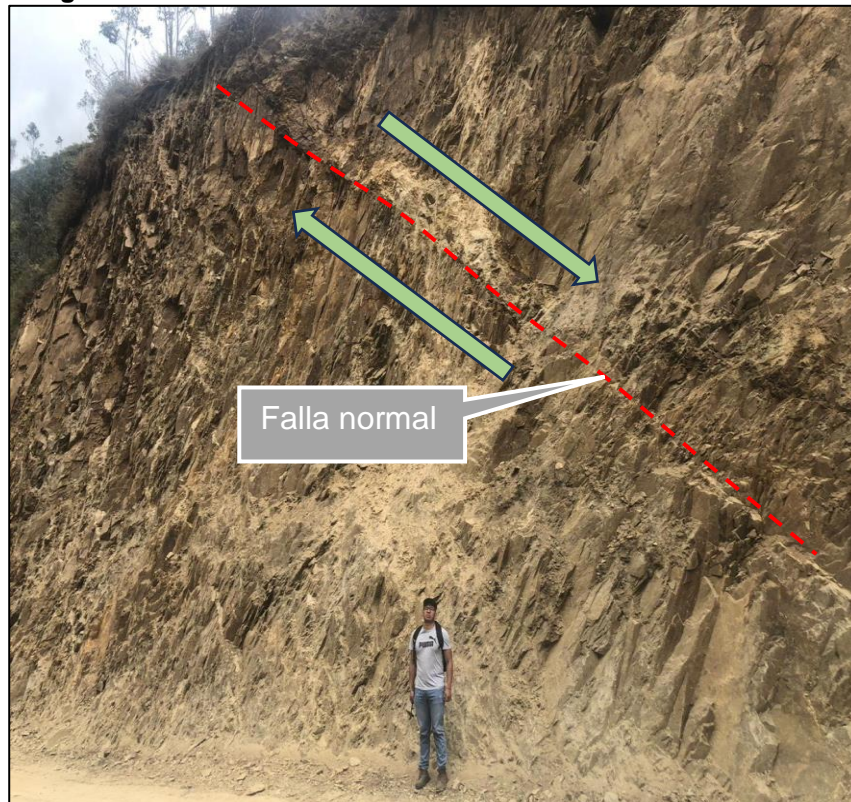
Las estructuras geológicas que se encontraron en el área de estudio son fallas, pliegues y contactos.

6.3.1. Falla geológica

Según la carta geológica de Loja (2017) a escala 1:100.000, el área de estudio está formada por una falla inferida que va desde el norte al sur. A lo largo del recorrido en el área de estudio se pueden observar algunos posibles lugares de origen de las fallas.

La figura 21 se observa una falla normal observada en la visita técnica a campo con un rumbo $N10^{\circ}W$ buzando 40° hacia el NE. que atraviesa un macizo rocoso conformado por esquistos que pertenecen a la Unidad Agoyán y se encuentra ubicado en las coordenadas x: 697005; y: 9568908.

Figura 21. Falla normal en el área de estudio



6.3.2. Pliegues

En la siguiente figura 22 se presenta la ubicación de un pliegue tumbado observado con rumbo N85°E buzando 35° hacia el NE que atraviesa un macizo rocoso conformado por esquistos altamente meteorizado, muestran un fuerte plegamiento, en donde la roca no se rompe, la roca produce una deformación plástica. Los esquistos pertenecen a la Unidad Agoyán y se encuentra ubicado en las coordenadas x: 696964; y: 9565680.

Figura 22. Pliegue tumbado en el área de estudio.



6.3.3. Contacto

Se presenta un contacto litológico (*ver figura 23*), en la zona central del área de estudio, entre las dos formaciones: la Unidad Agoyán que está constituido litológicamente por esquistos moderadamente meteorizados (parte inferior izquierda) y depósito coluvial de bloques angulosos de rocas volcánicas y metamórficas (parte superior derecha).

Se puede evidenciar en campo debido a la tonalidad del material que son muy diferentes y a su vez a las características propias de su composición litológica, se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas x: 696881; y: 9568669.

Figura 23. Contacto litológico entre la Unidad Agoyán y depósito coluvial.



6.4. Análisis macroscópico de muestras de campo.

Para la determinación petrográfica se toman en cuenta 3 muestras representativas que fueron analizadas e identificadas obteniendo los siguientes resultados:

➤ **Muestra M001.**

Figura 24. Análisis macroscópico de la muestra M001.



Descripción macroscópica.

La muestra M001 (*ver figura 24*), obtenida del afloramiento Nro. 20, con coordenadas x: 697058; y: 9568951, presenta un textura foliada y estructura esquistosa, la composición mineral principal está dada por plagioclasa, clorita, actinolita, muscovita, cuarzo y sulfuros diseminados.

Esta muestra de roca se identificó con esquistos posee una tonalidad verdosa, afectadas por cloritización y presencia de sulfuros diseminados entre las fracturas, originados de una mineralización posterior e influenciadas por un vetilleo milimétrico de cuarzo.

➤ **Muestra M003.**

Figura 25. Análisis macroscópico de la muestra M003.



Descripción macroscópica.

La muestra M003 (*ver figura 25*), obtenida en el afloramiento 12, en las coordenadas x: 696884; y: 9567524, fue identificó como un esquistos que posee el tamaño de grano media a grueso con textura foliada, y estructura esquistosa definida por micas alineadas y granos de cuarzo, sus minerales principales son el cuarzo, feldespato, plagioclasas, y minerales accesorios como la biotita, moscovita, clorita, posee un color verdoso, tiene un alto grado de meteorización

Los esquistos se caracterizan por su alto nivel de deformación y contenido de clorita y micas, además de cuarzo lechoso como segregaciones.

➤ **Muestra M004.**

Figura 26. Análisis macroscópico muestra M004.



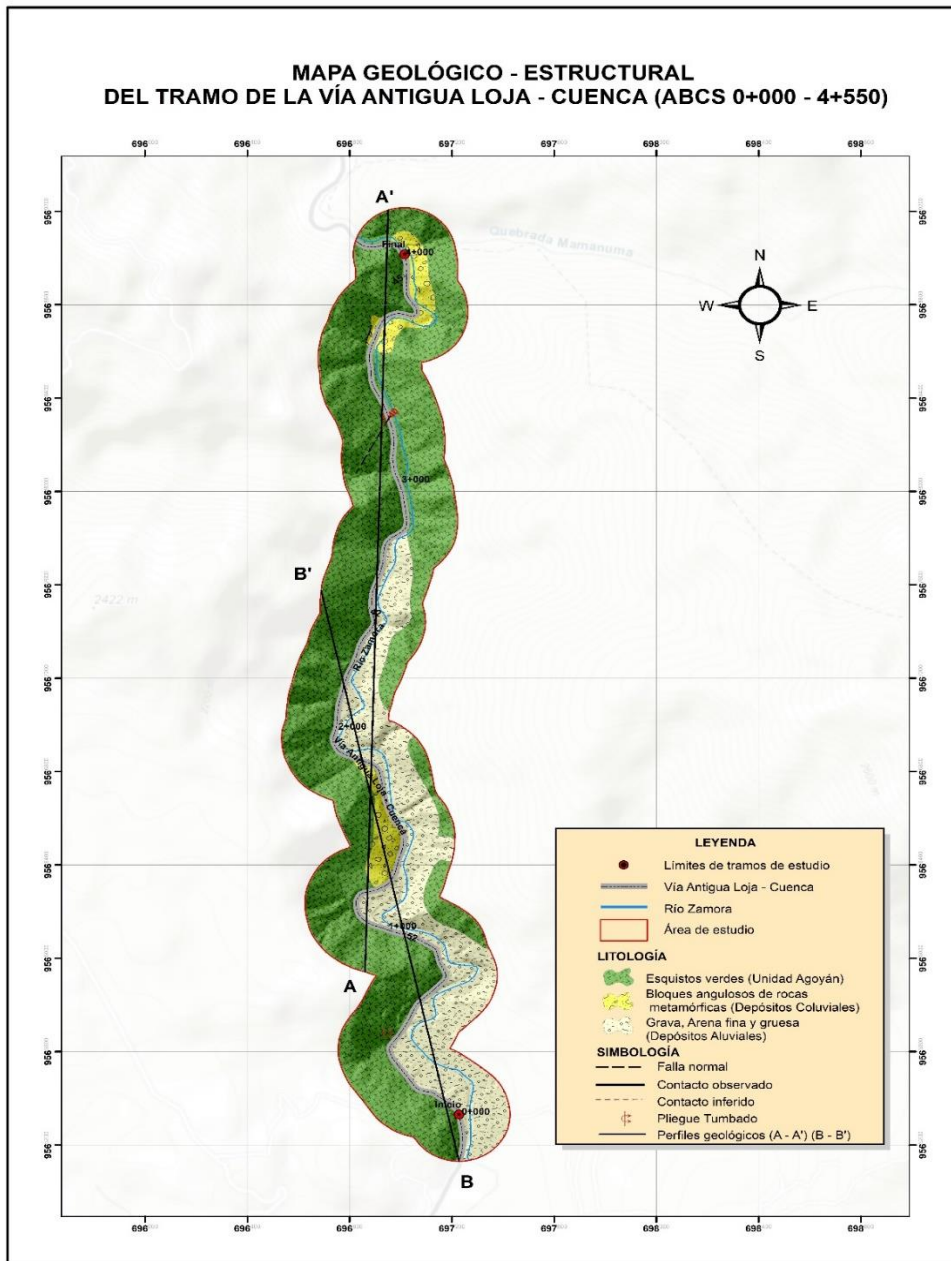
Descripción macroscópica.

La muestra M004 (*ver figura 26*), obtenida en el afloramiento 30, en las coordenadas x: 696710; y: 9566924, se identificó como un esquistos de coloración verdosa que posee el tamaño de grano muy fino con textura foliada y estructura esquistosa, de grano medio donde predominan minerales clorita actinolita, plagioclasa y el cuarzo se presenta de forma granular y está compuesto por suelo arcilloso de alto contenido de hierro

6.5. Cartografía geológica estructural del área de estudio.

En el mapa geológico estructural (Ver Anexo 5), se puede observar las litologías que conforman el área de estudio, donde el basamento se componen por rocas metamórficas como el esquisto de la Unidad Agoyán y depósitos cuaternarios como los aluviales que se forman a partir de materiales que son transportados por corrientes de agua formados por el arrastre de materiales; y coluviales los cuales se conforman por materiales jóvenes acumulados al pie de laderas resultado de procesos gravitatorios (ver figura 27).

Figura 27. Mapa geológico – estructural del área de estudio.

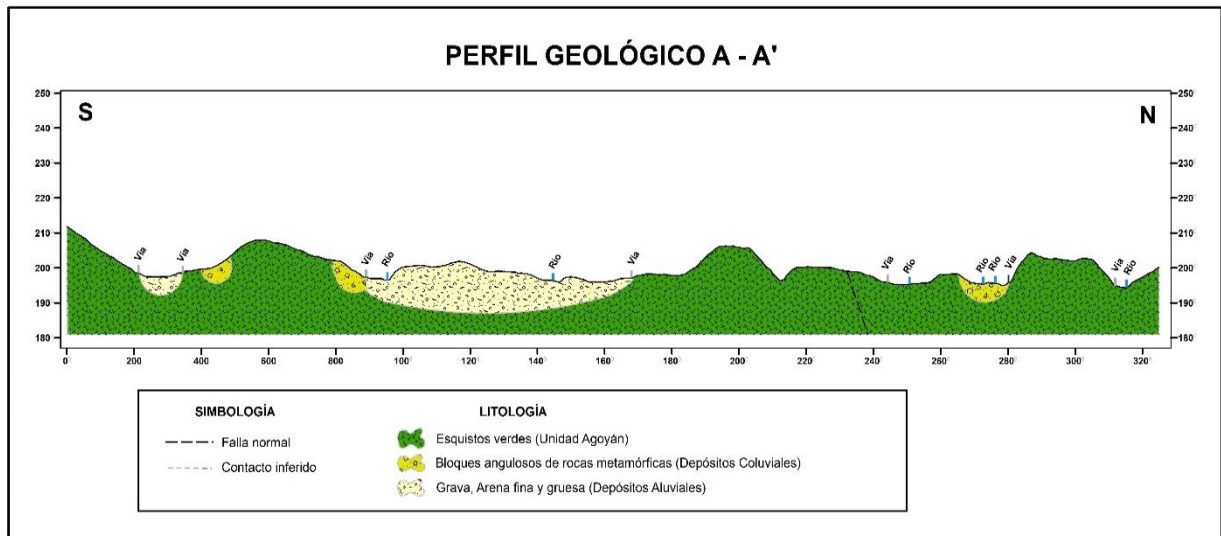


6.5.1. Perfiles geológicos

Una vez elaborado el mapa geológico – estructural a escala 1:1 000 del tramo de la vía antigua Loja – Cuenca y con el propósito de tener una apreciación de la disposición de los materiales geológicos en profundidad, se efectuó dos perfiles geológicos interpretativos (A - A') (B – B') considerando la mayor cantidad de formaciones y estructuras posibles del sector.

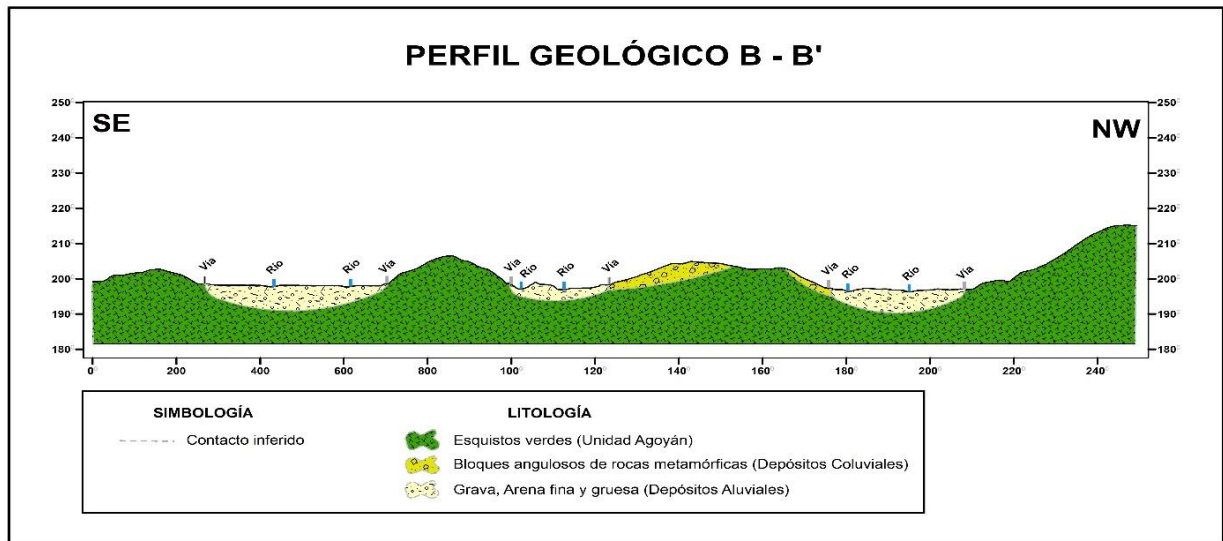
El perfil geológico (A-A'), tiene una dirección S-N, (ver figura 28), se evidencia por un rango superficial que va desde los 1800 - 2100 m.s.n.m, su composición litológica está distribuida desde el sur por un basamento de rocas metamórficas, conformado por esquistos de la Unidad Agoyán, atraviesa contactos inferidos entre los materiales de depósitos aluviales que se encuentran en la orilla del Rio Zamora como arena fina, arena gruesa, seguidamente por depósitos coluviales, y luego atraviesa una falla normal de buzamiento hacia el NE en los esquistos.

Figura 28. Perfil geológico A-A' del área de estudio.



El perfil geológico (B-B'), tiene una dirección SE-NW, (ver figura 29), se evidencia por un rango superficial que va desde los 1800 - 2100 m.s.n.m, su composición litológica está distribuida desde el sureste por un basamento de rocas metamórficas, conformado por esquistos de la Unidad Agoyán, atraviesa contactos inferidos entre los materiales de depósitos aluviales que se encuentran en la orilla del Rio Zamora como arena fina, arena gruesa, seguidamente por una parte de depósitos coluviales.

Figura 29. Perfil geológico B-B' del área de estudio.



7. Discusión

En la ciudad de Loja en épocas de invierno, los deslaves obstruyen las vías deteniendo por varios días el transporte, además, los deslaves destruyen tuberías, afectan a la estructura de vivienda siendo un problema que radica directamente, por ello radica la importancia el levantamiento geológico - estructural en el área de estudio, tramo de vía antigua Loja – Cuenca para elevar el conocimiento geológico, haciendo referencia desde el contexto litológico y sus estructuras.

El método empleado para el levantamiento geológico estructural se aplicó el método de levantamiento por afloramientos y aplicación de SIG en el área de estudio que según Echeveste (2017) consiste en identificar las litologías, las cuales fueron identificados en campo mediante observación directa con la respectiva toma de datos estructurales.

De acuerdo a litología del área de estudio se encontró la presencia de esquistos, depósitos aluviales y coluviales pertenecientes a la Unidad Agoyán y depósitos cuaternarios misma que coincide con la Hoja Geológica de Loja (2017), sin embargo en el PDOT de Loja (2019), la base geológica se centra en la formación Serie Zamora, y se basa en Lihterland et al., (1994), en donde indica que este tipo de materiales se encuentra al norte de la cuenca de Loja, en el sector Quilloloma hasta Solamar y está constituida por esquistos bióticos intercaladas por cuarcitas grises que regularmente presentan segregación de biotita.

En base a la investigación desarrollada por Villareal Sánchez (2014), quien ha identificado la presencia de rocas metamórficas de bajo grado en el límite noroeste de la cuenca de Loja, específicamente en el sector de Sauces Norte, en donde estas rocas se caracterizan principalmente por la presencia de esquistos y algunas cuarcitas, con una ligera foliación compuesta mayormente por cuarzo, y a su vez diversos levantamientos geológicos por parte del Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico, realizado en la provincia de Loja revelan afloramientos de rocas masivas de tamaños de grano medio a grueso, litológicamente comprende gneises ligeramente foliados compuestos principalmente por cuarzo, plagioclasas sódica, feldespato alcalino, biotita y moscovita, lo que concuerda con los resultados obtenidos en la presente investigación que durante el desarrollo del trabajo de campo y el análisis macroscópico de las muestras recolectadas en el área de estudio, se ha podido identificar que en dicho sector hay esquistos de grano medio que contienen minerales significativos como clorita,

actinolita, plagioclasa y cuarzo de forma granular y está compuesto por suelo arcilloso de alto contenido de hierro.

En la Hoja Geológica de Loja (2017), se define una falla de tipo regional, esta información se muestra coherente con la presencia de plegamientos y fallas en el área de estudio, adicionalmente se evidencio por medio de la fotointerpretación y con una posterior corroboración en campo, una deformación plástica que dio origen a un pliegue tumbado, una falla de tipo normal y un contacto observado en un borde la vía.

Finalmente, en base a los resultados anteriores, se realizó un mapa geológico – estructural a escala 1:1000, mostrando todos los aspectos observados, analizados y verificados en campo, con el propósito de tener una idea litológica, estructural y topográfica de vía antigua Loja – Cuenca.

8. Conclusiones

- ✓ El área de estudio se encuentra asentada en el basamento metamórfico de la Unidad Agoyán y está compuesta por esquistos bióticos, que son los más abundantes y comunes en toda el área de estudio. Al noreste se encuentran los depósitos coluviales, siendo producto del arrastre del material de las partes altas, mientras que al sur se encuentran los depósitos aluviales a los lados del cauce del río Zamora, están formados por clastos angulosos de esquisto y cuarcita incrustados en los llamados Depósitos Cuaternarios.
- ✓ El análisis macroscópico permitió identificar los principales minerales de los esquistos que son cuarzo, plagioclasas sódicas, feldespato alcalino, biotita y moscovita.
- ✓ La fotointerpretación desarrollada permitió una mejor identificación geológica, además, fue posible identificar estructuras geológicas para posterior identificación y corroboración en campo.
- ✓ Se identificó un total de 3 estructuras geológicas presentes en el área de estudio, como son una falla de tipo normal que se evidencian en un afloramiento de esquistos, un contacto observado entre la Unidad Agoyán y depósito coluvial, finalmente un pliegue tumbado en esquistos altamente meteorizado donde se observa un fuerte plegamiento, la roca no se rompe y produce una deformación plástica.
- ✓ Basado en los datos obtenidos en campo se realizó la elaboración del mapa geológico estructural a escala 1: 1000 del área de estudio en el cual se plasmó la litología y estructuras que se pudieron evidenciar y mapear.

9. Recomendaciones

- ✓ Efectuar estudios geofísicos en puntos estratégicos de la vía antigua Loja – Cuenca en todas las unidades litológicas en el área de estudio a fin de delimitar y tener una mejor interpretación de las profundidades.
- ✓ Realizar laminas delgadas de las muestras de roca para poder analizar la composición mineralógica y obtener una descripción petrográfica más precisa.
- ✓ El levantamiento geológico-estructural a escala 1: 1 000, proporciona las condiciones geológicas y estructurales del área de estudio, siendo información útil principalmente para las comunidades cercanas, así también para actualizaciones del PDOT de Loja, además de ser información base de estudios geotécnicos.


10. Bibliografía


- Capa y Villata, A. O. (2011). *Zonificación de amenazas geológicas por movimientos en masa que permitan el ordenamiento territorial en la urbanización Ciudad de Victoria de Loja*. Loja: Univeridad Nacional de Loja.
- Duque Escobar, G. (2020). *Manual de Geología para Ingenieros*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Echeveste, H. (2018). *Métodos de Mapeo Geológico. Manual de Levantamiento Geológico*. Primera Edición. EDULP.
- González de Vallejo, F. O. (2002). *Ingeniería Geológica*. Madrid: Pearson Educación .
- Griem. (2020). *Apuntes Geología*. Obtenido de <https://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap11.htm>
- Guillen, M. G. (2019). *Análisis de amenaza por deslizamientos en la ciudad de Loja (Ecuador)*. Loja: Universidad de Salzburg.
- López Moratalla, N., Alfageme Benitez, V., Fernández, J., Gil Agero, M., Rico Romero, O., Somoza Zazo, J., & Vitoria Ruiz, V. (s.f.). *Biología y Geología*. Editex.
- Pozo Rodríguez, M., González Yélamos, J., Giner Robles, J. L., & Carenas Fernández, M. B. (2018). *Geología*. Madrid, España: Ediciones Paraninfa S.A.
- Suarez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales*. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos.
- Tarbuck, E. L. (2005). *Ciencias de la Tierra*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Varela, R. (2014). *Manual de Geología*. Buenos Aires, Argentina: Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán.
- Villareal Sánchez, F. J. (2014). *Levantamiento de datos tectónico-estructural del borde oriental de la cuenca de Loja, zona nororiental*. Loja - Ecuador .
- Viteri, F. y. (2013). *Instructivo para el manejo de fichas de descripción macroscópica de muestras de rocas*.


11. Anexos

Anexo 1. Fichas para descripción de afloramientos.

Ficha para Descripción de Afloramientos			
Afloramiento N. 20		Código Muestra: M001	
Fecha	29/11/2023	Ubicación Geográfica	
Coordenadas DATUM WGS84	X: 697058	Provincia:	Loja
	Y: 9568951	Cantón:	Loja
	Z: 1971	Sector:	Florencia
Dimensiones	Ancho total: 5 m	Datos estructurales	
	Altura total: 6 m	Rumbo	S42°E
Tipo de Afloramiento	Natural	Buzamiento	45°
Formación	Unidad Agoyán	Litología	Esquistos
Descripción y observaciones		Fotografía	
<p>Esquisto en forma masiva de grano medio de coloración verdoso debido a la alta meteorización, cuenta con una textura foliada representada por los minerales del grupo de las micas, contiene biotita y clorita y cuarcita. Se encuentra ubicado en el flanco derecho del río Zamora.</p>			

Ficha para Descripción de Afloramientos			
Afloramiento N. 15		Código Muestra: M002	
Fecha	29/11/2023	Ubicación Geográfica	
Coordenadas DATUM WGS84	X: 697011	Provincia:	Loja
	Y: 9566129	Cantón:	Loja
	Z: 1996	Sector:	Florencia
Dimensiones	Ancho total: 6 m	Datos estructurales	
	Altura total: 4 m	Rumbo	N22°E
Tipo de Afloramiento	Natural	Buzamiento	52°
Formación	Unidad Agoyán	Litología	Esquistos
Descripción y observaciones		Fotografía	
<p>Se encuentra constituido por esquistos de coloración gris oscuro de textura foliada de grano medio donde predominan minerales laminados o micáceos Se encuentra ubicado en el flanco derecho del rio Zamora.</p>			

Ficha para Descripción de Afloramientos			
Afloramiento N. 12		Código Muestra: M003	
Fecha	29/11/2023	Ubicación Geográfica	
Coordenadas DATUM WGS84	X: 696884	Provincia:	Loja
	Y: 9567524	Cantón:	Loja
	Z: 1988	Sector:	Florencia
Dimensiones	Ancho total: 10 m	Datos estructurales	
	Altura total: 7 m	Rumbo	N20°E
Tipo de Afloramiento	Antrópico	Buzamiento	42°
Formación	Unidad Agoyán	Litología	Esquistos
Descripción y observaciones		Fotografía	
<p>Se encuentra constituido por esquistos altamente meteorizados debido a las condiciones atmosféricas, de coloración gris verdosa debido a la alta meteorización, su resistencia rocosa es mediana, no presenta agua.</p>			

Ficha para Descripción de Afloramientos			
Afloramiento N. 30		Código Muestra: M004	
Fecha	29/11/2023	Ubicación Geográfica	
Coordenadas DATUM WGS84	X: 696710	Provincia:	Loja
	Y: 9566924	Cantón:	Loja
	Z: 1994	Sector:	Florencia
Dimensiones	Ancho total: 23 m	Datos estructurales	
	Altura total: 19 m	Rumbo	---
Tipo de Afloramiento	Antrópico	Buzamiento	---
Formación	Unidad Agoyán	Litología	Esquistos
Descripción y observaciones		Fotografía	
<p>Se encuentra constituido por esquistos de coloración verdosa, cerca de la escuela Rosa Sánchez de Fierro. Existe abundante presencia de agua en este afloramiento, y por alto grado de meteorización al encontrarse en exposición directa a los agentes externos, impidió la toma de datos estructurales.</p>			

Ficha para Descripción de Afloramientos			
Afloramiento N. 24		Código Muestra: ---	
Fecha	29/11/2023	Ubicación Geográfica	
Coordenadas DATUM WGS84	X: 696881	Provincia:	Loja
	Y: 9568669	Cantón:	Loja
	Z: 1963	Sector:	Florencia
Dimensiones	Ancho total: 15 m	Datos estructurales	
	Altura total: 9 m	Rumbo	---
Tipo de Afloramiento	Antrópico	Buzamiento	---
Formación	Depósito coluvial	Litología	Esquistos y Conglomerados
Descripción y observaciones		Fotografía	
<p>Se presenta un contacto litológico inferido entre esquistos moderadamente meteorizados de la Unidad Agoyán (parte inferior izquierda) y Depósito coluvial (parte superior derecha). Son clastos de formas muy variadas desde subangulosas a muy redondeadas, de tamaños centimétricos. Tienen una matriz areno-limosa de color gris y café claro.</p>			

Ficha para Descripción de Afloramientos			
Afloramiento N. 29		Código Muestra: ---	
Fecha	29/11/2023	Ubicación Geográfica	
Coordenadas DATUM WGS84	X: 697056	Provincia:	Loja
	Y: 9569004	Cantón:	Loja
	Z: 1964	Sector:	Florencia
Dimensiones	Ancho total: 4 m	Datos estructurales	
	Altura total: 5 m	Rumbo	---
Tipo de Afloramiento	Natural	Buzamiento	---
Formación	Depósito coluvial	Litología	Conglomerados
Descripción y observaciones		Fotografía	
<p>Son clastos de formas muy variadas desde subangulosas a muy redondeadas, de tamaños centimétricos. Tienen una matriz areno-limosa de color gris y café claro.</p>			


Ficha para Descripción de Afloramientos			
Afloramiento N. 4		Código Muestra: ---	
Fecha	29/11/2023	Ubicación Geográfica	
Coordenadas DATUM WGS84	X: 697056	Provincia:	Loja
	Y: 9569004	Cantón:	Loja
	Z: 1964	Sector:	Florencia
Dimensiones	Ancho total: 4 m	Datos estructurales	
	Altura total: 5 m	Rumbo	---
Tipo de Afloramiento	Natural	Buzamiento	---
Formación	Deposito aluvial	Litología	Gravas, arena fina, arena gruesa y limos
Descripción y observaciones		Fotografía	
<p>Se los encuentra como terrazas y montículos a la orilla del río Zamora donde hay la presencia de áreas mineras de áridos y pétreos con régimen especial de minería artesanal.</p>			

Ficha para Descripción de Afloramientos			
Afloramiento N. 5		Código Muestra: M005	
Fecha	29/11/2023	Ubicación Geográfica	
Coordenadas DATUM WGS84	X: 696964	Provincia:	Loja
	Y: 9565680	Cantón:	Loja
	Z: 1990	Sector:	Florencia
Dimensiones	Ancho total: 25 m	Datos estructurales	
	Altura total: 15 m	Rumbo	N85°E
Tipo de Afloramiento	Antrópico	Buzamiento	35°
Formación	Unidad Agoyán	Litología	Esquistos
Descripción y observaciones		Fotografía	
<p>Se presenta la ubicación de un pliegue tumbado observado con rumbo N85°E buzando 35° hacia el NE que atraviesa un macizo rocoso conformado por esquistos, Presentan una dureza media dependiendo del grado de meteorización de la roca.</p>			

Anexo 2. Fichas de descripción macroscópica.

Ficha para Descripción de Rocas			
Tipo de muestra	Afloramiento	Código Muestra: M001	
Fecha	29/11/2023	Ubicación Geográfica	
Coordenadas DATUM WGS84	X: 697058	Provincia:	Loja
	Y: 9568951	Cantón:	Loja
Fotografía		Sector:	Florencia
		Descripción Petrográfica	
		Color	Gris Verdosa
		Textura	Esquistosa
		Estructura	Foliada
		Tamaño de grano	Medio
		Forma de los clastos	Alargados
		% Fenocristales	---
% matriz	100		
Contenido de Minerales		Datos estructurales	
Minerales Principales	Biotita, clorita	Estratificación: S42°E/45NE	
Minerales accesorios	Plagioclasas y cuarzo		
Mineralización			
Grado de meteorización	Alta	Análisis de laboratorio	No
Nombre de roca	Esquisto	Lamina delgada	No


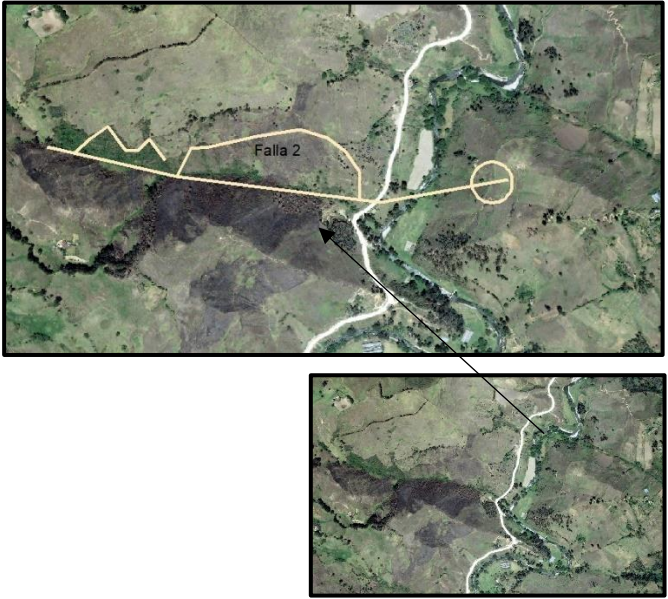
Ficha para Descripción de Rocas			
Tipo de muestra	Afloramiento	Código Muestra: M002	
Fecha	29/11/2023	Ubicación Geográfica	
Coordenadas DATUM WGS84	X: 697011	Provincia:	Loja
	Y: 9566129	Cantón:	Loja
Fotografía		Sector:	Florencia
		Descripción Petrográfica	
		Color	Gris Verdosa
		Textura	Esquistosa
		Estructura	Foliada
		Tamaño de grano	Medio
		Forma de los clastos	Alargados
		% Fenocristales	---
% matriz	100		
Contenido de Minerales		Datos estructurales	
Minerales Principales	Biotita, clorita	Estratificación: N22°E/52NE	
Minerales accesorios	Cuarzo		
Mineralización			
Grado de meteorización	Alta	Análisis de laboratorio	No
Nombre de roca	Esquisto	Lamina delgada	No

Ficha para Descripción de Rocas			
Tipo de muestra	Afloramiento	Código Muestra: M005	
Fecha	29/11/2023	Ubicación Geográfica	
Coordenadas DATUM WGS84	X: 696964	Provincia:	Loja
	Y: 9565680	Cantón:	Loja
Fotografía		Sector:	Florencia
		Descripción Petrográfica	
		Color	Gris Verdosa
		Textura	Esquistosa
		Estructura	Foliada
		Tamaño de grano	Medio
		Forma de los clastos	Alargados
		% Fenocristales	---
% matriz	100		
Contenido de Minerales		Datos estructurales	
Minerales Principales	clorita actinolita, zoisita	Estratificación: N85°E/35NE	
Minerales accesorios	plagioclasas		
Mineralización			
Grado de meteorización	Alta	Análisis de laboratorio	No
Nombre de roca	Esquisto	Lamina delgada	No

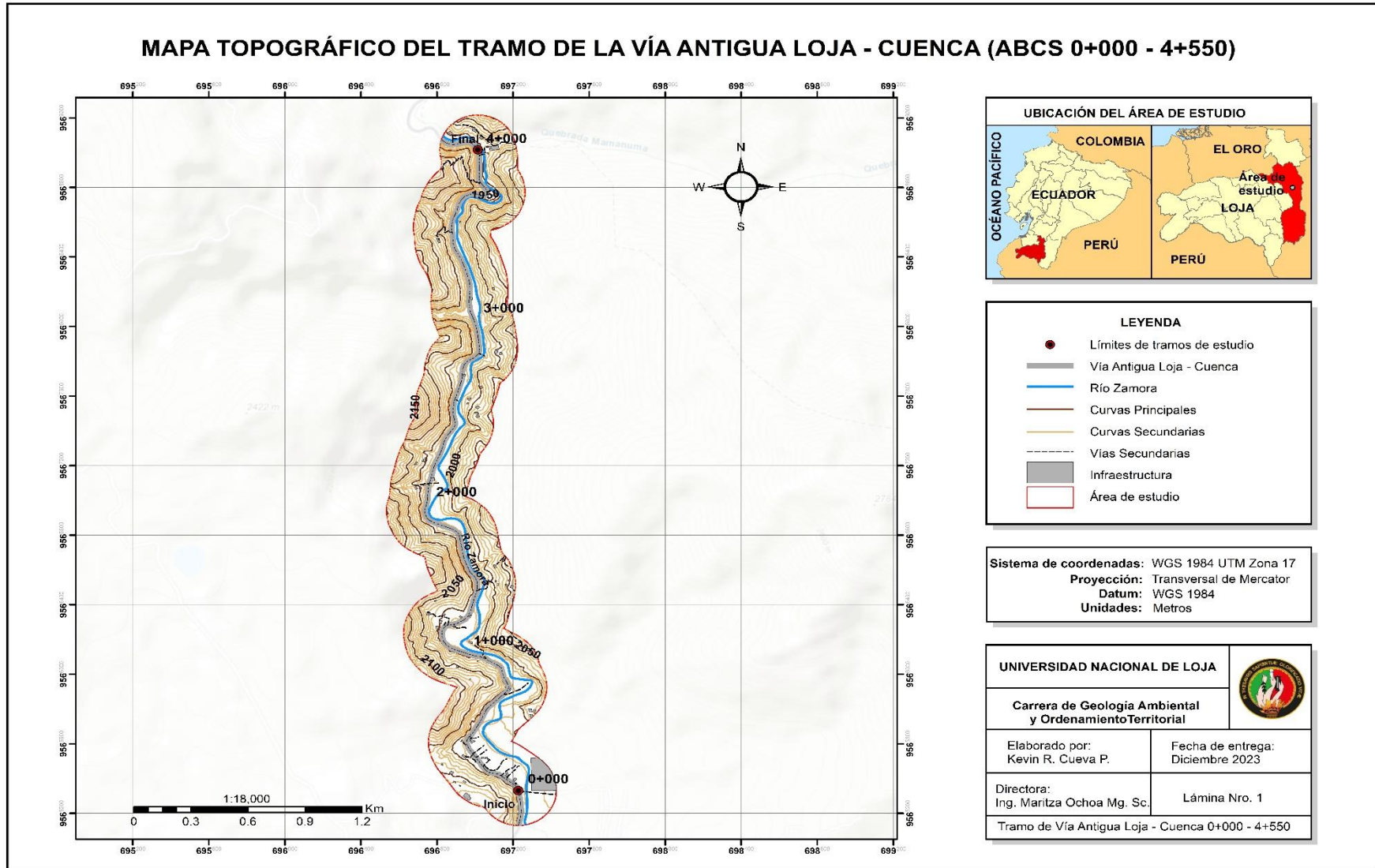
Ficha para Descripción de Rocas			
Tipo de muestra	Afloramiento	Código Muestra: M003	
Fecha	29/11/2023	Ubicación Geográfica	
Coordenadas DATUM WGS84	X: 696710	Provincia:	Loja
	Y: 9566924	Cantón:	Loja
Fotografía		Sector:	Florencia
		Descripción Petrográfica	
		Color	Gris Verdosa
		Textura	Esquistosa
		Estructura	Foliada
		Tamaño de grano	Medio
		Forma de los clastos	Alargados
		% Fenocristales	---
% matriz	100		
Contenido de Minerales		Datos estructurales	
Minerales Principales	clorita	-----	
Minerales accesorios	cuarcitas		
Mineralización			
Grado de meteorización	Alta	Análisis de laboratorio	No
Nombre de roca	Esquisto	Lamina delgada	No

Ficha para Descripción de Rocas			
Tipo de muestra	Afloramiento	Código Muestra: M003	
Fecha	29/11/2023	Ubicación Geográfica	
Coordenadas DATUM WGS84	X: 696884	Provincia:	Loja
	Y: 9567524	Cantón:	Loja
Fotografía		Sector:	Florencia
		Descripción Petrográfica	
		Color	Verdosa
		Textura	Esquistosa
		Estructura	Foliada
		Tamaño de grano	Medio
		Forma de los clastos	Alargados
		% Fenocristales	---
		% matriz	100
Contenido de Minerales		Datos estructurales	
Minerales Principales	clorita, epidota, actinolita	Estratificación: N20°E/42NE	
Minerales accesorios	plagioclasas		
Mineralización			
Grado de meteorización	Alta	Análisis de laboratorio	No
Nombre de roca	Esquisto	Lamina delgada	No

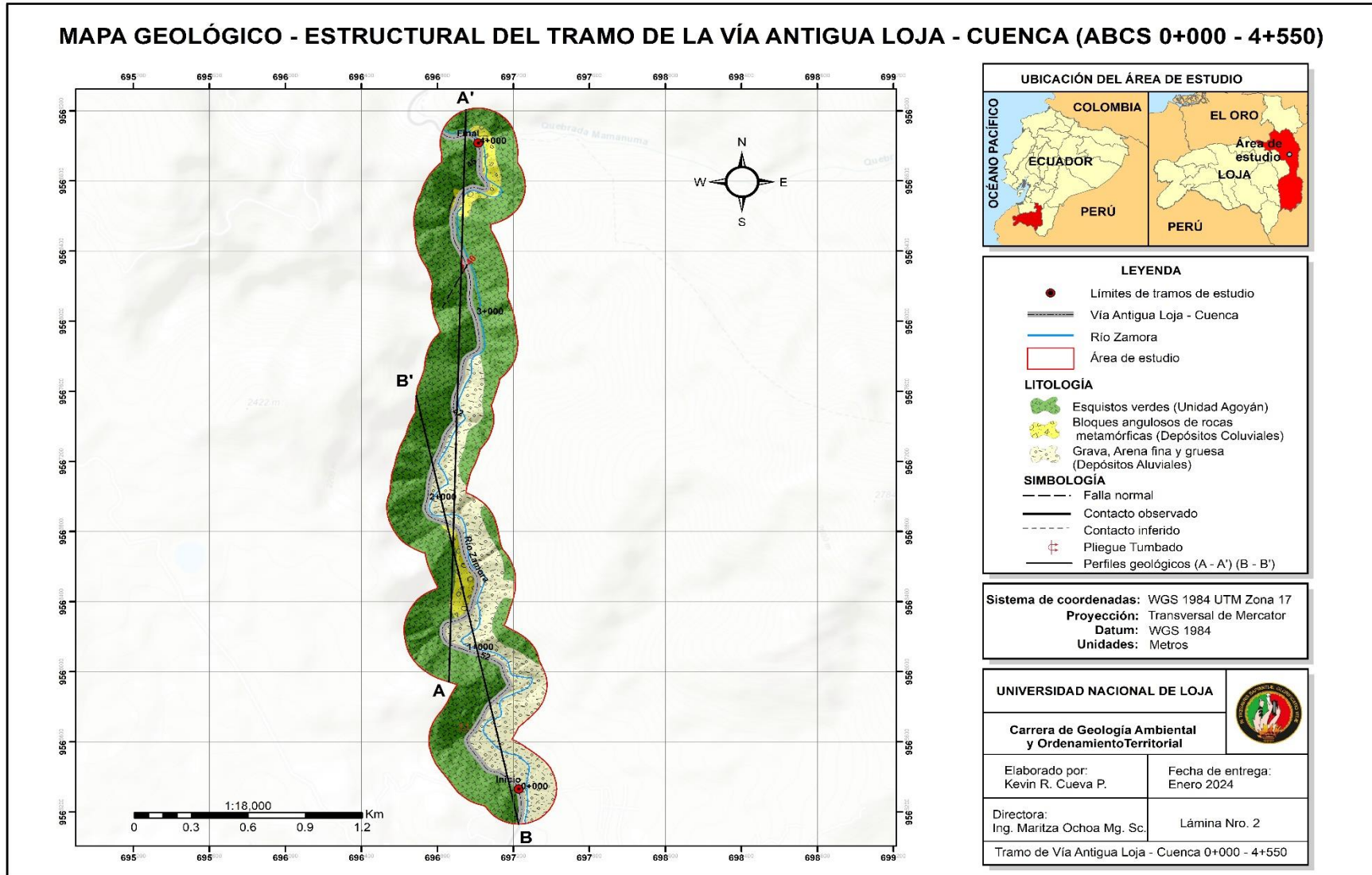
Anexo 3. Análisis estructural fotointerpretativo.

	<p style="text-align: center;">Falla 1</p> <p>Se aprecia la posible falla geológica lo cual está definida como una falla normal, esto basándose en algunos rasgos geológicos como son las presencias de pequeñas facetas triangulares (FT) así mismo por el relieve de la superficie de falla, siguiendo el alineamiento, la diferencia de tonalidad más oscuro en ambos lados, esta forma de sinuosidad según Narango (2015) es muy característica de una falla normal.</p>
	<p style="text-align: center;">Falla 2</p> <p>Su interpretación se basó en la exposición de la superficie o escarpe de la falla alineados en la zona de su traza, se puede notar la presencia de la falla por las facetas triangulares que están ubicada en el extremo noreste de la traza; también se puede apreciar otra característica de esta falla en la zona delimitada con un círculo, donde se puede notar la ensilladura de la falla, que es la geometría que resulta de la intersección del rumbo de la falla con la fila o divisorias de agua de una unidad geomorfológica.</p>

Anexo 4. Mapa topográfico del área de estudio.



Anexo 5. Mapa geológico del área de estudio.



Anexo 6. Certificado de traducción del resumen del trabajo de titulación.

Loja, 29 de febrero del 2024

Yo, **Michelle Alejandra Pereira Azuero**, con cédula de identidad Nro. 1104800667, Licenciada en Pedagogía del Idioma Inglés.

CERTIFICO:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma Español a Inglés correspondiente a un resumen del Trabajo de Titulación, el cual se realizó en base a los documentos originales entregados por su autor, el Sr. **Kevin Roberto Cueva Pacheco**, con cédula de identidad Nro. 1105675381, con el tema denominado “**Levantamiento geológico - estructural, escala 1:1000, de la vía antigua Loja - Cuenca, abscisas km 0+000 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales hasta km 4 +550 Escuela Mixta Clotilde Guillen, sector la Florencia, cantón Loja, provincia de Loja**”, traducción que servirá para fines personales y académicos de uso del cliente.

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

Atentamente,



Firmado digitalmente por:
MICHELLE
ALEJANDRA
PEREIRA AZUERO

Michelle Alejandra Pereira Azuero
C.I.: 1104800667