



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

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

Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la
parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja, a
escala 1:10000**

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

AUTOR:

Romney Marconi Mora Vélez

DIRECTOR:

Ing. Walter Simón Tambo Encalada Msc

Loja-Ecuador

2024

Educamos para Transformar

Certificación

Loja, 08 de septiembre de 2023

Ing. Walter Simón Tambo Encalada Msc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000.**; previo a la obtención del título de **Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, de la autoría del estudiante **Romney Marconi Mora Vélez**, con **cédula de identidad Nro. 1104728546**, 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. Walter Simón Tambo Encalada Msc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Romney Marconi Mora Vélez**, 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 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 Institucional – Biblioteca Virtual.



Firma:

Cédula de identidad: 1104728546

Fecha: 19 de enero del 2024

Correo electrónico: romney.mora@unl.edu.ec

Teléfono: 0993821845

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 **Romney Marconi Mora Vélez**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja, a escala 1:10000**, como requisito para optar el título de **Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del trabajo de titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los diecinueve días del mes de enero del dos mil veinticuatro.

Firma:



Cédula de Identidad: 1104728546

Fecha: 19 de enero del 2024

Correo electrónico: romney.m.mora@unl.edu.ec

Teléfono: 0993821845

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Walter Simón Tambo Encalada Msc.

Dedicatoria

El presente Trabajo de Titulación lo dedico con gran cariño a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza a lo largo de este camino. En Él he encontrado la inspiración y la sabiduría necesarias para superar cada desafío que se presentó en mi travesía académica. Agradezco su inquebrantable amor y apoyo divino.

A mis padres, Romney Marconi Mora Erraez y Sonia Beatriz Vélez Guaricela les dedico este trabajo con todo mi cariño y gratitud. Su amor, sacrificio y constante aliento han sido la fuerza motriz detrás de este logro. Cada paso que he dado en este viaje ha sido posible gracias a su apoyo incondicional y confianza en mí.

A mis queridos hermanos, Jenner Marconi Mora Vélez y Rosa Beatriz Mora Vélez les dedico este logro con alegría en mi corazón. Su compañía, amor y apoyo incondicional han sido una fuente de inspiración constante. Juntos, hemos enfrentado desafíos y celebrados triunfos, y este logro es un testimonio de nuestro vínculo y unidad.

Romney Marconi Mora Vélez

Agradecimiento

En este momento especial, quiero expresar mi sincero agradecimiento a las personas que han sido fundamentales en mi camino hacia la culminación de esta tesis. En primer lugar, quiero dedicar un profundo agradecimiento a mis queridos padres. Su apoyo inquebrantable, amor incondicional y sacrificio continuo, son la razón por la que he llegado hasta aquí. Sin su aliento constante y su fe en mí, este logro no sería posible.

A mis hermanos, quienes han sido una fuente constante de inspiración y alegría en mi vida, les agradezco por estar a mi lado durante este viaje. Su aliento y comprensión me han dado fuerza en los momentos más desafiantes.

A mis amigos de la universidad, de manera particular agradezco a Cinthya Chuncho que siempre supo brindarme su apoyo incondicional, conocimiento, tiempo, risas, discusiones y consejos. A mis amigos en este trayecto universitario de forma peculiar a Liz, David, Leonardo; por su apoyo y amistad desinteresada en estos años de vida universitaria y que ha sido fundamental para conseguir este logro

A mi director del Trabajo de Titulación Ing. Walter Tambo, quiero expresar mi más profundo agradecimiento. Su experiencia, orientación y paciencia han sido cruciales para dar forma a esta investigación. Me ha inspirado a esforzarme por la excelencia académica y profesional, y estoy agradecido por la oportunidad de aprender de su sabiduría y experiencia.

Romney Marconi Mora Vélez

Índice de contenidos

Portada	i
Certificado de tesis	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	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
4.1.1. <i>Características Litológicas</i>	6
4.1.2. <i>Ciclo de las rocas</i>	6
4.1.3. <i>Rocas Ígneas</i>	7
4.1.4. <i>Rocas Sedimentarias</i>	8
4.1.5. <i>Rocas Metamórficas</i>	8
4.2. Geología Estructural	9
4.2.1. <i>Deformación</i>	9
4.2.2. <i>Pliegues</i>	11
4.2.3. <i>Fallas</i>	11
4.2.4. <i>Diaclasas</i>	12
4.3. Topografía.....	13
4.4. Relaciones Estratigráficas	13
4.5. Mineralogía.....	14
4.6. Mineralogía Descriptiva	14
4.7. Elementos de Yacencia.....	15
4.8. Levantamiento Geológico.....	15
4.9. Corte Geológico.....	16
4.10. Proyecciones estereográficas	17
4.11. Geomorfología.....	17
4.12. Fotointerpretación.....	18
5.12.1 <i>Análisis Geológico por fotointerpretación</i>	18
4.13. Sistema de Información Geográfica	21
4.13.1. <i>Ventajas del SIG</i>	21
5. Metodología	22
5.1. Área de estudio	22
5.1.1. <i>Ubicación</i>	22
5.1.2. <i>Acceso</i>	22
5.2. Descripción biofísica del sector	24
5.2.1. <i>Hidrografía</i>	24

5.2.2.	<i>Geomorfología</i>	24
5.2.3.	<i>Pendientes</i>	25
5.2.4.	<i>Clima</i>	26
5.3	Geología Regional	27
5.3.1	<i>Estudios Previos</i>	27
5.3.1	<i>Unidades Geológicas</i>	28
5.4	Materiales y Equipos	31
5.5	Procedimiento	31
5.5.1	<i>Metodología para el Primer Objetivo</i>	32
5.5.2	<i>Metodología para el Segundo Objetivo.</i>	35
5.5.3	<i>Metodología para el Tercer Objetivo</i>	36
6.	Resultados	37
6.1.	Geología Local.....	37
6.1.1.	<i>Unidad Catacocha:</i>	37
6.1.2.	<i>Unidad Bramaderos.</i>	40
6.1.3.	<i>Unidad Ciano</i>	42
6.1.4.	<i>Unidad Chaguarpamba</i>	45
6.1.5.	<i>Unidad Celica</i>	47
6.2.	Estratigrafía.....	49
6.3.	Geología Estructural	50
6.3.1.	<i>Pliegues</i>	50
6.3.2.	<i>Diaclasas</i>	53
6.3.3.	<i>Fallas</i>	54
6.4	Corte de Secciones Geológicas Locales	57
7.	Discusión	59
8.	Conclusiones	61
9.	Recomendaciones	62
10.	Bibliografía	63
11.	Anexos	66

Índice de tablas:

Tabla 1. <i>Coordenadas o Puntos de Ubicación</i>	22
Tabla 2. <i>Unidades Geomorfológicas de la Zona de la Parroquia Olmedo</i>	25
Tabla 3. <i>Categorías Utilizadas en el Mapa de Pendientes</i>	25
Tabla 4. <i>Mapa de Pendientes de la Zona Este de la Parroquia Olmedo</i>	25
Tabla 5. <i>Materiales a utilizar en el proyecto</i>	31
Tabla 6. <i>Fallas Cartografiadas de la Zona Este de Olmedo</i>	54

Índice de figuras:

Figura 1. <i>Clasificación General de la Ingeniería de los Diversos Materiales Litológicos</i>	6
Figura 2. <i>Ciclo de las Rocas</i>	7
Figura 3. <i>Formación de una Falla Inversa</i>	10
Figura 4. <i>Formación de una Falla Normal</i>	10
Figura 5. <i>Esfuerzos de Cizalla</i>	10
Figura 6. <i>Partes de un Pliegue</i>	11
Figura 7. <i>Partes de una Falla</i>	12
Figura 8. <i>Correlaciones Estratigráficas</i>	14
Figura 9. <i>Falsilla de Proyección Estereográfica</i>	17
Figura 10. <i>Tipos de Drenaje</i>	19
Figura 11. <i>Tipos de Texturas</i>	20
Figura 12. <i>Mapa de Ubicación de la Zona de Estudio</i>	22
Figura 13. <i>Mapa de Acceso a la Zona de Estudio</i>	23
Figura 14. <i>Mapa Hidrográfico de la Zona de Estudio</i>	24
Figura 15. <i>Mapa de Pendientes de la Zona de Estudio</i>	26
Figura 16. <i>Mapa de Clima de la Zona de Estudio</i>	27
Figura 17. <i>Diagrama de Flujo de la Metodología a Utilizar en el Proyecto de Investigación</i>	32
Figura 18. <i>Mapa de Afloramientos de la Zona de Estudio</i>	34
Figura 19. <i>Afloramiento de Tobas Masivas en la Unidad Catacocha</i>	38
Figura 20. <i>Afloramiento de Andesitas en la Unidad Catacocha</i>	39
Figura 21. <i>Afloramiento de Toba Volcánica en la Unidad Bramaderos</i>	40
Figura 22. <i>Afloramiento de Aglomerado Volcánico en la Unidad Bramaderos</i>	41
Figura 23. <i>Afloramiento de Limolitas en la Unidad Ciano</i>	42
Figura 24. <i>Afloramiento de Lutitas en la Unidad Ciano</i>	43
Figura 25. <i>Afloramiento de Areniscas en la Unidad Ciano</i>	44
Figura 26. <i>Afloramiento de Aglomerados Volcánicos en la Unidad Chaguarpamba</i> ...	45
Figura 27. <i>Afloramiento de Limolitas Tobáceas en la Unidad Chaguarpamba</i>	46
Figura 28. <i>Afloramiento de Andesitas Basálticas en la Unidad Celica</i>	47
Figura 29. <i>Afloramiento de Tobas Volcánicas en la Unidad Celica</i>	48
Figura 30. <i>Sucesión Estratigráfica de las Unidades Geológicas de la Zona Este de la Parroquia Olmedo</i>	49
Figura 31. <i>Pliegue Sinclinal Inclinado</i>	51
Figura 32. <i>Pliegue Sinclinal</i>	51
Figura 33. <i>Mapa de Pliegues de la Zona Este de la Parroquia</i>	52
Figura 34. <i>Diaclasas del Sector Olmedo</i>	53
Figura 35. <i>Diaclasas del Sector</i>	54
Figura 36. <i>Mapa de Fallas Encontradas en el Área de Estudio</i>	55
Figura 37. <i>Falla Normal de la Zona Sonata</i>	57

Figura 38. Perfil Geológico A-A' de la Zona Este de La Parroquia Olmedo 58

Índice de anexos:

Anexo 1 . Ficha de Descripción y Etiquetas	66
Anexo 2. Mapa Topográfico a Escala 1:10 000 de la Este de la Parroquia Olmedo. .	68
Anexo 3. Listado de Afloramientos	69
Anexo 4. Descripción de Afloramientos Principales	72
Anexo 5. Descripción Petrográfica Macroscópica	88
Anexo 6. Análisis Geológico por Fotointerpretación	93
Anexo 7. Análisis Estructural por Fotointerpretación	97
Anexo 8. Mapa de Afloramientos de la Zona de Estudio	103
Anexo 9. Mapa Hidrográfico de la Zona de Estudio	103
Anexo 10. Mapa Geomorfológico de la Zona de Estudio.....	103
Anexo 11. Mapa de Pendientes de la Zona de Estudio.....	103
Anexo 12. Mapa de Clima de la Zona de Estudio	103
Anexo 13. Mapa Geológico Regional de la Zona de Estudio	103
Anexo 14. Mapa Geológico – Estructural a Escala 1:10 000 de la Este de la Parroquia Olmedo.....	103
Anexo 15. Certificación de traducción del resumen.....	104

1. Título

**Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia
Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja, a escala 1:10000**

2. Resumen

El levantamiento geológico y estructural a escala 1:10.000, llevado a cabo en la zona Este de la parroquia Olmedo, se ubica en el cantón Olmedo de la provincia de Loja, abarcando una extensión de 30 Km². En esta área, se distinguen características biofísicas notables, principalmente marcadas por relieves que varían entre colinados altos y montañosos, con pendientes que se encuentran en el rango de 15° a 35° y de 35° a 55°, lo que se traduce en pendientes sumamente inclinadas y empinadas. Asimismo, se destaca una red hidrográfica de tipo detrítico y subparalelo, y el clima predominante en esta región se clasifica como mesotérmico.

La caracterización de la geología local en el área de estudio se llevó a cabo mediante el método de mapeo por afloramientos, lo que permitió identificar cinco unidades litológicas con las siguientes características distintivas: La Unidad Chaguarpamba, situada al N y abarcando un área de 6.6 Km², está compuesta principalmente por materiales volcanoclásticos, incluyendo aglomerados volcánicos y limolitas tobáceas. La Unidad Celica, que se encuentra tanto al NE como al SW, cubre una superficie de 2.6 Km² y constituye el basamento geológico del área de estudio. Esta unidad está compuesta por materiales volcánicos y volcanoclásticos, como andesitas basálticas y tobas volcánicas. La Unidad Bramaderos se encuentra al SW con una superficie 12,2 Km² está constituida por tobas volcánicas y aglomerados volcánicos. La Unidad Ciano, ubicada al N de la zona de estudio y extendiéndose desde el SW hasta el NE con una superficie de 4.6 Km², está compuesta por lutitas, areniscas volcánicas y limolitas. La Unidad Catacocha, que se localiza al SE del área de estudio y abarca 2.65 Km², presenta materiales geológicos que incluyen tobas masivas y andesitas.

En lo que respecta a la geología estructural, se realizó fotointerpretación y el levantamiento de campo de afloramientos. Entre las estructuras geológicas de relevancia identificadas se encuentran: Pliegues anticlinales y sinclinales, los cuales evidencian la existencia de deformaciones en las capas de roca, resultando en formaciones arqueadas y cóncavas, así mismo diaclasas con diversas orientaciones y ángulos de inclinación, y un total de 9 fallas geológicas, de las cuales 8 son inferidas y 1 ha sido observada directamente. La falla más sobresaliente y representativa es una falla inferida que atraviesa la zona de estudio de S a N.

Palabras Claves: mapeo por afloramientos, levantamiento geológico, geología estructural.

Abstract

The geological and structural survey at a scale of 1:10,000, carried out in the eastern zone of the Olmedo parish, is located in the Olmedo canton of the province of Loja, covering an area of 30 km². In this area, there are notable biophysical characteristics, mainly marked by reliefs that vary between high hills and mountains, with slopes ranging from 15° to 35° and from 35° to 55°, which translates into extremely steep and steep slopes. There is also a detritic and sub-parallel hydrographic network, and the predominant climate in this region is classified as mesothermal.

The characterization of the local geology in the study area was carried out using the outcrop mapping method, which allowed the identification of five lithological units with the following distinctive characteristics: The Chaguarpamba Unit, located to the N and covering an area of 6.6 Km², is mainly composed of volcanoclastic materials, including volcanic agglomerates and tuffaceous siltstones. The Celica Unit, which is located both to the NE and SW, covers an area of 2.6 km² and constitutes the geological basement of the study area. This unit is composed of volcanic and volcanoclastic materials, such as basaltic andesites and volcanic tuffs. The Bramaderos Unit is located to the SW with a surface area of 12.2 km² and is made up of volcanic tuffs and volcanic agglomerates. The Ciano Unit, located to the N of the study area and extending from the SW to the NE with an area of 4.6 Km², is composed of shales, volcanic sandstones and siltstones. The Catacocha Unit, located to the SE of the study area and covering 2.65 Km², presents geological materials that include massive tuffs and andesites

Regarding structural geology, photointerpretation and field survey of outcrops were carried out. Among the geological structures of relevance identified are: Anticlinal and synclinal folds, which evidence the existence of deformations in the rock layers, resulting in arched and concave formations, as well as diaclasses with diverse orientations and inclination angles, and a total of 9 geological faults, of which 8 are inferred and 1 has been directly observed. The most outstanding and representative fault is an inferred fault that crosses the study zone from S to N.

Keywords: outcrop mapping, geological survey, structural geology.

3. Introducción

En la actualidad en la zona sur del Ecuador la información de la cartografía geológica-estructural detalle es escasa, lo que no permite dar características litológicas de una zona en específico. Por ende, la importancia de realizar un estudio geológico – estructural, ya que, se caracteriza por obtener los diferentes tipos de litologías y rasgos estructurales a escala general o a detalle de un determinado sector, cumpliendo con el propósito de otorgar datos previos para ejecutar los siguientes proyectos: obras de infraestructura, asentamientos humanos, análisis de riesgos geológicos, y estabilidad de macizos rocosos.

El área de estudio que corresponde a la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, de la provincia de Loja es una zona que no cuenta con este tipo estudios a profundidad y sumando que su relieve es montañoso, la presencia de posibles fallas y suelos arcillosos, lo convierten en un sector vulnerable desde el punto de vista geológico.

La presente investigación técnica se titula “LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA ZONA ESTE DE LA PARROQUIA “OLMEDO”, CANTÓN OLMEDO, PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:10 000”, que tiene como finalidad en la recopilación y generación de datos geológicos - estructurales, determinando unidades litológicas y estructuras presentes (pliegues, diaclasas y fallas) en la zona de estudio, aplicando el método de mapeo de afloramientos.

Para la ejecución de esta investigación, primeramente, se inició con el marco geológico regional y la realización de la cartografía base del área estudiada, posteriormente, la fotointerpretación realizando un análisis geológico - estructural de la zona de estudio, datos que más adelante fueron corroborados en campo. Para la fase de campo se implementó el mapeo de todos los afloramientos, idóneo para cartografía detallada a escala 1:10 000, las muestras de roca recolectadas de afloramientos representativos se caracterizaron macroscópicamente para su distinción litológica. Toda la información geológica - estructural compilada se plasmó en el mapa geológico - estructural a escala 1:10 000 de la zona Este de la parroquia Olmedo, adicional a ello se realizaron cortes geológicos interpretativos complementarios.

Para el cumplimiento de este proyecto investigativo se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo General:

- Desarrollar un levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10.000.

Objetivos Específicos:

- Determinar la litología y relaciones estratigráficas de las unidades presentes en el área de estudio.
- Reconocer las estructuras geológicas y deformaciones que afectan a las unidades litológicas
- Elaborar el mapa geológico-estructural a escala 1:10.000 de la zona Este de la parroquia Olmedo

4. Marco Teórico

4.1. Geología

(Lyell, 1830) considera que:

La geología es la ciencia que investiga los cambios sucesivos que han tenido lugar en los reinos orgánicos e inorgánicos de la naturaleza: se pregunta por la causa de estos cambios y la influencia que han ejercido en modificar la superficie y estructura externa de nuestro planeta. (Lyell, 1830)

La geología es la ciencia que estudia tanto la parte interna como externa del globo terrestre, sus interacciones entre los procesos endógenas y exógenas dando como resultado formas y estructuras, para su posterior clasificación y estudio.

4.1.1. Características Litológicas

Según Abramson (1996) la litología de los materiales de acuerdo a su génesis o formación se diferencian en dos grandes grupos de materiales como: la roca y el suelo.

Figura 1

Clasificación General de la Ingeniería de los Diversos Materiales Litológicos

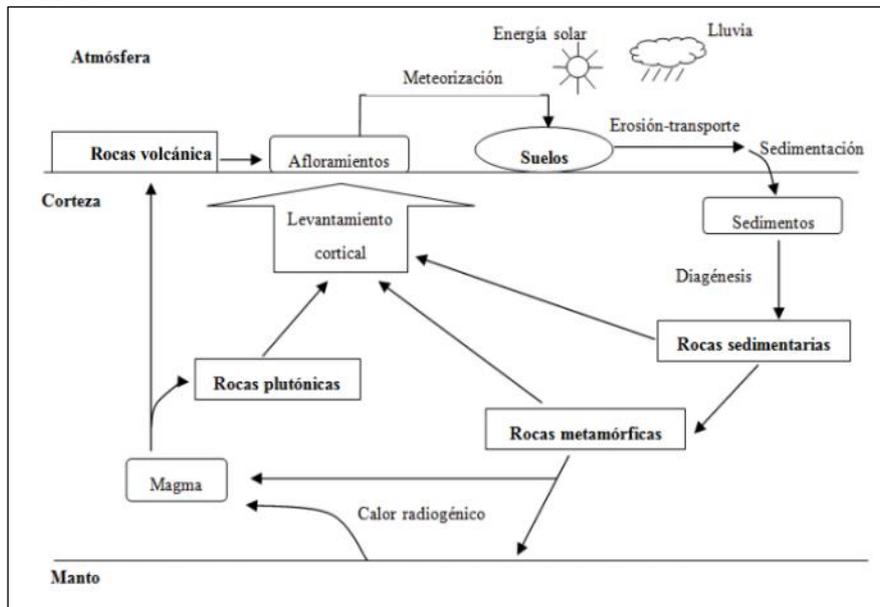
Tipo de Material	Formación	Características	Detalles Prioritarios
Roca	Ígnea Metamórfica	Rocas formadas por cristales de minerales.	Estructura geológica. Fracturas.
	Sedimentaria (debe definirse el tipo de roca en la forma más detallada posible).	Rocas formadas por granos cementados, depositados en capas.	Planos de estratificación.
Roca meteorizada (saprolito)	Ígnea Metamórfica Sedimentaria	Permanecen algunos rasgos de la roca pero ésta se encuentra descompuesta en las discontinuidades.	Estructura geológica Discontinuidades Estado de meteorización.
Suelo	Residual	Roca meteorizada en la cual ya no aparecen las características físicas de la roca.	Estructura geológica. Discontinuidades. Propiedades fisicoquímicas.
	Aluvial Coluvial. Glacial Loess	Grupos de partículas o bloques de suelo o roca.	Propiedades físicas.
Materiales heterogéneos	Roca, roca meteorizada, suelo.	Mezcla de diversos materiales en un mismo perfil.	Estructura geológica. Discontinuidades. Meteorización. Propiedades fisicoquímicas.

Nota. Recuperado de (Suarez, 1998)

4.1.2. Ciclo de las rocas

El ciclo litológico es un compendio de procesos y alteraciones naturales que permite que cualquier material sobre la corteza terrestre pueda con el paso del tiempo geológico, transformarse en una roca ya sea; sedimentaria, metamórfica o ígnea. (Duque G., 2013).

Figura 2
Ciclo de las Rocas



Nota. Recuperado de (Gisbert et al., s.f.)

Fue desarrollado por (Hutton, 1795) a finales del siglo XVIII y nos indica que: En una primera etapa de formación, el magma procedente del interior de la corteza terrestre se enfría en su camino de ascensión hacia capas superficiales, dando lugar a una roca ígnea. La erosión y el transporte producirían que las pequeñas partículas disgregadas, irán compactándose y sufriendo un proceso de diagénesis, aquel que a partir de los sedimentos se conforman las rocas sedimentarias, estas rocas ya consolidadas pueden levantarse corticalmente a la superficie terrestres o descender por procesos de orogénesis, por cambios de presión y temperatura ambiente se producen alteraciones minerales dando lugar a las rocas metamórficas. (p. 15)

4.1.3. Rocas Ígneas

Son rocas formadas en un ambiente profundo de altas presiones y altas temperaturas. Cuando enfrían en el interior terrestre son rocas granudas o faneríticas; cuando enfrían sobre la superficie terrestre generalmente son afaníticas. Son las más importantes en cuanto a su dureza, son rocas que se forman por el enfriamiento y solidificación del magma. Al descender la temperatura del magma o solución de roca fundida, se inicia la cristalización. El orden de la cristalización es el orden en que los componentes minerales se hacen insolubles en la solución de la roca (Lanzone, s.f.)

- **Rocas plutónicas, intrusivas o abisales:** Son aquellas que se han consolidado a partir de soluciones de roca fundida llamado magma en el interior de la corteza terrestre sin comunicación con el exterior que han penetrado en otras rocas.
- **Rocas efusivas, extrusivas, volcánicas:** Son aquellas que han sido llevadas a la superficie de la tierra por la fuerza volcánica, su granulometría es fina.
- **Rocas filonianas:** Son aquellas que se forman en las grietas u orificios de las salidas. Su granulometría es intermedia.

4.1.4. Rocas Sedimentarias

Cerca del 95% de la corteza terrestre se compone de rocas ígneas y metamórficas, pero las rocas sedimentarias son las más comunes en la superficie. Aproximadamente el 75% de la superficie en los continentes consiste en sedimentos o rocas sedimentarias. (Lanzone, s.f.)

- **Rocas sedimentarias detríticas:** consisten en detritus, las partículas sólidas de las rocas preexistentes. Se reconoce un gran número de variedades de estas rocas, cada una de las cuales se caracterizan por el tamaño de las partículas constitutivas.
- **Rocas sedimentarias químicas y bioquímicas:** las rocas sedimentarias químicas se originan de los materiales incorporados en la solución durante el intemperismo químico. Estos materiales disueltos son transportados a los lagos y océanos donde se concentran. Pueden ser extraídos del agua lacustre u oceánica para formar minerales, ya sea por procesos químicos inorgánicos, o por la actividad química de los organismos, a las rocas así formadas se las alude como.

4.1.5. Rocas Metamórficas

Duque G. (s.f) refiere que:

Es una clase coherente de roca, en otra, por debajo de la zona de intemperismo y por encima de la zona de fusión. Esos cambios dan el estado sólido como consecuencia de intensos cambios de presión, temperatura y ambiente químico; los cambios están asociados a las fuerzas que pliegan, fallan capas, inyectan magma y elevan o deprimen masas de roca

- **Rocas metamórficas foliadas:** Las rocas sometidas a calor y presión diferencial durante el metamorfismo se caracterizan por tener minerales dispuestos en una forma paralela que les da una textura foliada.
- **Rocas metamórficas no foliadas:** En algunas rocas metamórficas, los granos minerales no muestran una orientación preferencial distinguible.

En lugar de esto, tales rocas consisten en un mosaico de minerales un tanto equidimensionales y se caracterizan por tener textura no foliada. (p 338)

4.2. Geología Estructural

Lillo et al., (2013) menciona:

La Geología que se encarga del estudio de las características estructurales de las masas rocosas que forman la corteza terrestre, de la distribución geográfica de tales características, del tiempo geológico y de las causas que las originaron; también es importante su identificación, descripción y representación gráfica en mapas y secciones geológicas.

F. Lutgens y E. Tarbuck (2005) cita que:

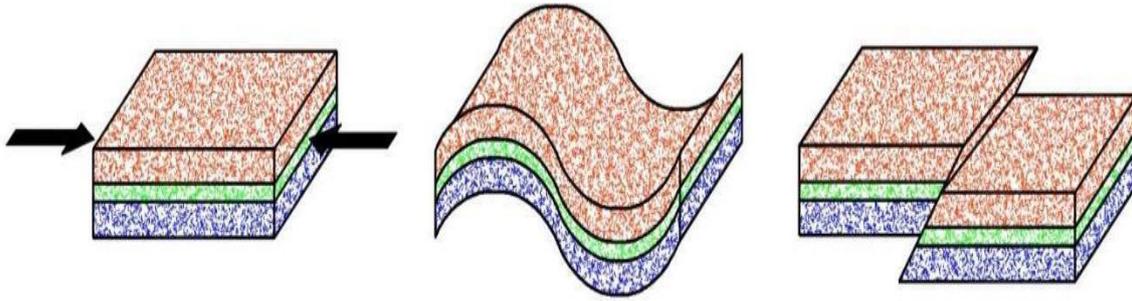
Las estructuras geológicas se encuentran en cualquier tipo de roca y se forman en todos los ambientes geológicos. Presentan características distintivas relacionadas con su origen, tiempo de formación y tipo de material, por lo que se dividen en estructuras primarias y secundarias, sin embargo, la Geología Estructural se encarga de estudiar únicamente a las estructuras geológicas producto de la deformación

- **Estructura Primaria:** Estructuras primarias son aquellas que se originan simultáneamente a la formación de las rocas como resultado de su depósito o su emplazamiento.
- **Estructura Secundaria:** Son aquellas estructuras geológicas que adquieren las rocas, posteriormente a su litificación como respuesta a un estado de esfuerzo y por cambios en la temperatura.

4.2.1. Deformación

Según define (Gil et al., 2002) la deformación como la expresión geométrica de la cantidad de cambios causada por la acción de un sistema de esfuerzo sobre un cuerpo. Si consideramos un cuerpo sin deformar al que le aplicamos un sistema de esfuerzos, siendo el esfuerzo principal compresivo, se pueden formar pliegues en el campo dúctil o una falla inversa en el campo frágil (*Figura 3*).

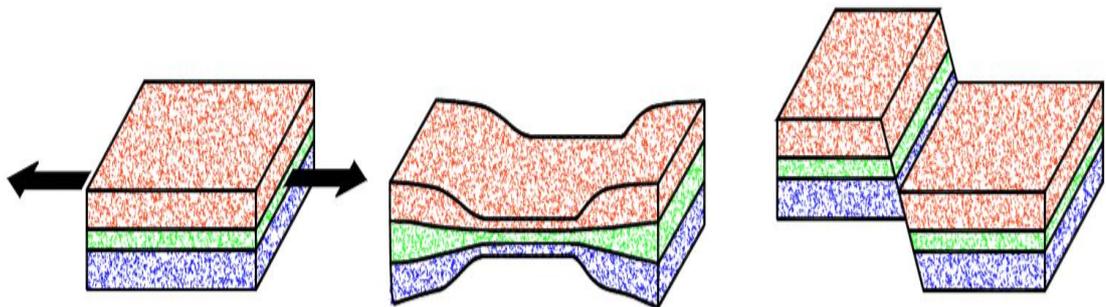
Figura 3
Formación de una Falla Inversa



Nota. Obtenido de (Gil et al., 2002)

- Cuando la deformación se debe a procesos de extensión puede ocurrir adelgazamiento, fracturamiento y fallamiento normal”

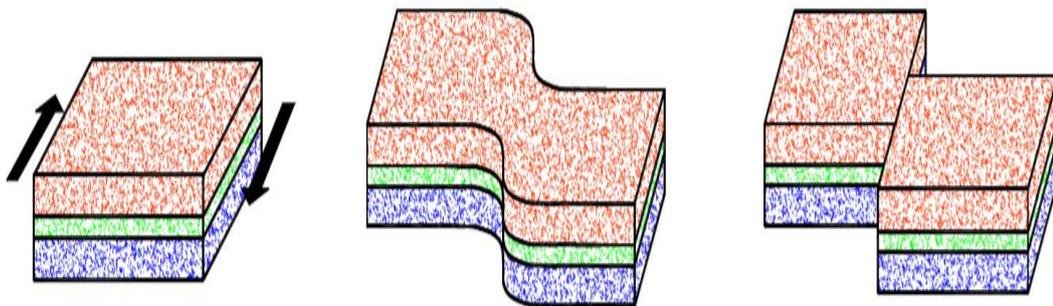
Figura 4
Formación de una Falla Normal



Nota. Obtenido de (Gil et al., 2002)

- Cuando la deformación es causada por esfuerzos de cizalla se pueden generar pliegues, fracturas, fallas laterales o zonas de cizalla.

Figura 5
Esfuerzos de Cizalla



Nota. Recuperado de (Gil et al., 2002)

4.2.2. Pliegues

(Suarez, 1998) afirma que:

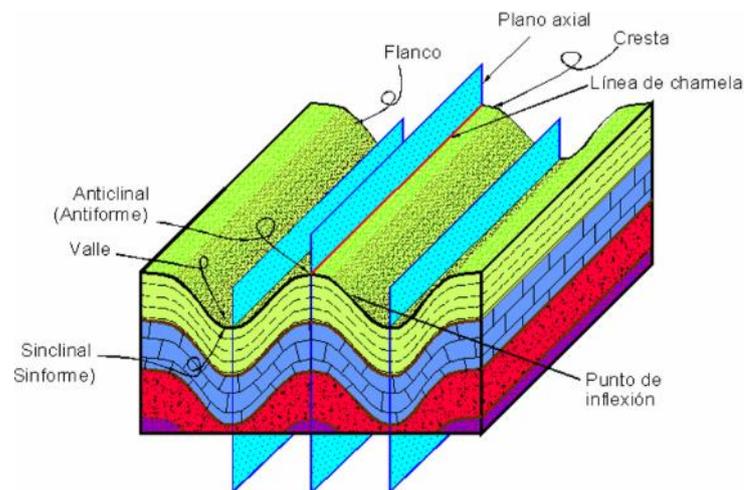
Son arrugas producidas en las rocas mientras se encuentran en su estado plástico; sus dimensiones van de centímetros a cientos de km. Los pliegues se producen preferentemente en los bordes compresivos de las placas.

Muchas rocas en la superficie se comportan frágilmente, pasan en profundidad al comportamiento dúctil, plegándose frente a esfuerzos de compresión y cizalla, ya que la mayor presión y temperatura que existen en el subsuelo, favorecen la deformación plástica de las rocas

Una superficie plegada varía de formas, desde muy simples a muy complejas; inclusive la geometría de una superficie curva puede ser muy difícil de describir, sobre todo cuando los pliegues son resultado de dos fases de deformación (Hans, 1999).

Figura 6

Partes de un Pliegue



Nota. Obtenido de (Lillo et al., 2013)

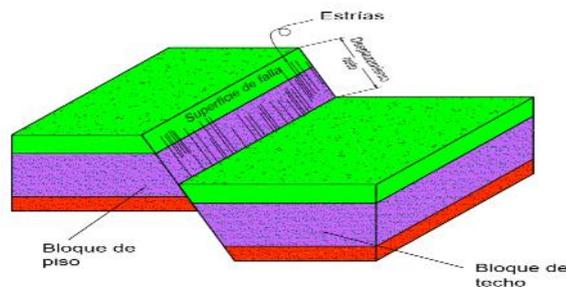
4.2.3. Fallas

Según Niemeyer Rubilar (1999) define una falla como una superficie o planos de discontinuidad en la roca, a lo largo de los cuales se pierde la cohesión del material. Complementando (Gil et al., 2002), que estos desplazamientos de bloques tendrán un movimiento paralelo al plano de discontinuidad, como consecuencia de la aplicación de un stress de cizalle.

Las fallas se describen y clasifican generalmente por el echado de la falla, la dirección y el sentido del movimiento. Las fallas pueden ser normales, inversas, transcurrentes, rotacionales y de crecimiento Niemeyer Rubilar (1999).

- **Falla normal:** Si el movimiento ocurre conforme a la línea de máxima pendiente, la falla es normal; el desplazamiento es tal que el bloque de techo se desliza hacia abajo con relación al bloque de piso.
- **Falla inversa:** La falla es inversa cuando el movimiento ocurre en dirección de la línea de máxima pendiente y el bloque de techo se desliza hacia arriba con relación al bloque de piso.
- **Falla transcurrente:** Si el movimiento de los bloques se da en dirección del rumbo del plano de falla, corresponde a una falla de transcurrencia o falla lateral, pudiendo ser lateral izquierda o lateral derecha.
- **Falla rotacional:** Si el movimiento entre los bloques es rotacional, se dice que es una falla rotacional, cilíndrica o de tijera.
- **Falla de crecimiento:** Tienen una componente de desplazamiento similar a una falla normal, a través de cuya superficie de falla existe un incremento del espesor de unidades litoestratigráficas.

Figura 7
Partes de una Falla.



Nota. Obtenido de (Lillo et al., 2013)

4.2.4. Diaclasas

Las diaclasas según F. Lutgens y E. Tarbuck (2005):

Son consideradas las más comunes. A diferencia de las fallas, las diaclasas son fracturas a lo largo de las cuales no se ha producido desplazamiento apreciable. Algunas diaclasas tienen una orientación aleatoria, pero la mayoría se produce en grupos aproximadamente paralelos.

Estas estructuras son de gran importancia en el levantamiento de información de la zona de estudio, ya que determina en gran parte las propiedades geomecánicas del macizo rocoso, presentando evidencias de desplazamiento de apertura. (p 301)

4.3. Topografía

Según García (1964):

La topografía es la ciencia que trata de los principios y métodos empleados para determinar las posiciones relativas de los puntos de la superficie terrestre, por medio de medidas, y usando los tres elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.

La topografía se encarga de medir los elementos naturales y humanos de la superficie terrestre, representar su forma y relieve plasmados en un plano a escala. La topografía nos ayuda a marcar límites y dividir terrenos determinando detalles u objetos dentro de la superficie que se requiera.

Para la realización de levantamientos topográficos se considera la superficie de la tierra como plana, se lo realiza en pequeñas extensiones pudiendo realizarlo con instrumentos y técnicas sencillas logrando la realización de un mapa o plano de las características naturales y hechas por el hombre. (Hernández, 2011)

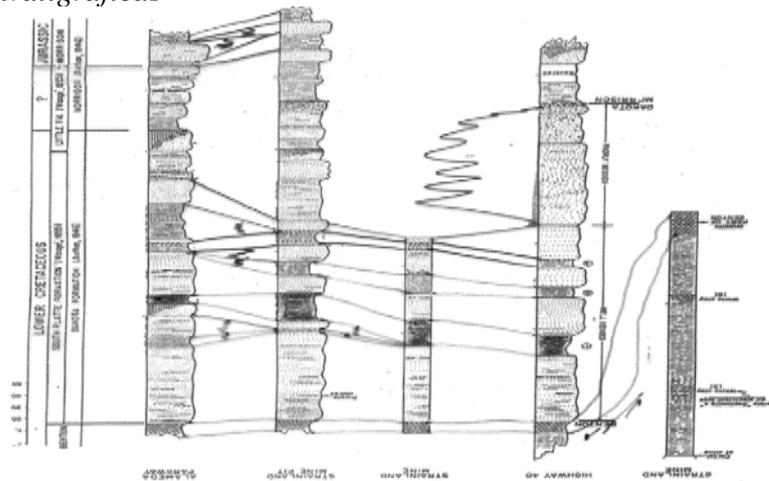
4.4. Relaciones Estratigráficas

Arellano (s. f.) cita que:

El propósito fundamental es tener una visión más completa de la historia geológica de una zona en general. Algunas veces esta correlación se la realiza sin tener una secuencia de las unidades estratigráficas comparadas, sin embargo, al realizar la correlación se tiene más información más completa del registro sedimentario.

La correlación es una de las mayores técnicas en la estratigrafía, ya que se utiliza para comparar dos o más. Secciones estratigráficas de unos intervalos de tiempo semejante, a partir de una propiedad definida. (lam 2)

Figura 8
Correlaciones Estratigráficas



Nota. Obtenido de (Arellano, s. f.)

4.5. Mineralogía

Ovejero (2015) se refiere:

La mineralogía es una rama de la Geología que estudia la estructura cristalina y las características propias de los minerales. Esta ciencia trata del conocimiento específico de la morfología geométrica y su relación con las propiedades ópticas, que encamina al conocimiento de minerales petrogenéticos.

Los minerales formadores de rocas están caracterizados por ser de aspecto no metálico y ópticamente ante la luz como transparentes. Los constituyentes minerales en una roca suelen ser esenciales, accesorios y secundarios.

Son esenciales cuando su presencia es necesaria para definir y caracterizar la roca. Los minerales accesorios son aquellos que en cantidades mínimas no afectan el carácter de una roca y por último los secundarios son productos de alteración de los minerales esenciales y/o accesorios. (p. 3)

4.6. Mineralogía Descriptiva

Los minerales son descritos por propiedades físicas que se relacionan con su estructura química y composición. Las características son la estructura cristalina y el hábito, el color, el rayado, la tenacidad, la exfoliación, la fractura, la partición y la densidad relativa. (Zegarra, 2018).

Según Maitre (2002) “Uno de los problemas para clasificar rocas ígneas, es que no se pueden clasificar en un solo sistema”, de tal manera que se utilizan diagramas ternarios en los que se representan los contenidos de minerales primarios. (González, 2016).

González (2016) hace referencia a los siguientes parámetros:

- Q: Polimorfos de SiO₂ (típicamente cuarzo, aunque también tridimita y cristobalita en algunas rocas ígneas cristalizadas a altas temperaturas).
- A: Feldespato alcalino, incluyendo feldespato potásico (sanidina, ortosa y/o microclina) y albita (término de la serie de las plagioclasas con porcentajes molares de anortita entre 0 y 5 %).
- P: Plagioclasa (todos los términos de la serie de las plagioclasas con porcentajes molares de anortita entre 95 y 100 %) y escapolita.
- F: Feldespatoideos (leucita, pseudoleucita, nefelina, analcima, sodalita, noseana, kalsilita, haiiyana, cancrinita).
- M: Minerales máficos (micas, anfíboles, piroxenos, olivino), minerales opacos en luz transmitida (magnetita, ilmenita), epidota, allanita, granate, melilita, monticellita, carbonatos primarios y accesorios (circón, apatito, titanita, etc).

4.7. Elementos de Yacencia

Describe que los elementos de yacencia de los yacimientos minerales definen sus dimensiones y la posición que estos ocupan en la corteza terrestre (Otaño & Blanco, 1988) y son:

Rumbo: Se le llama al ángulo formado por la línea de intersección de la superficie del cuerpo (techo o piso) con una superficie horizontal y el meridiano magnético

Buzamiento: Es la inclinación del cuerpo con respecto a una superficie horizontal

Ángulo de buzamiento: Es el ángulo formado entre la superficie del cuerpo y una superficie horizontal

Longitud: Se le llama a la distancia que alcanza el yacimiento según el rumbo.

Potencia: Es el ancho del cuerpo mineral, medido perpendicularmente a su eje.

Profundidad de Yacencia: Es la distancia vertical que hay desde la superficie, hasta la parte superior del cuerpo mineral.

4.8. Levantamiento Geológico

El levantamiento geológico está determinado como conjunto de procedimientos, en donde se sitúan puntos específicos de superficie del terreno para determinar características estructurales de la roca, además se describe si existen fenómenos de erosión (Morocho M., 2017)

Según Vallejo (2002), indica que los datos incluidos en los mapas geológicos (topografía, relieve, litología, estructuras básicas, entre otros) permiten deducir información valiosa sobre las propiedades de los materiales, pero no las descripciones de ingeniería geológica.

Con el levantamiento geológico como la herramienta principal en la recolección de información en nuestra zona de estudio, dándonos como resultado un mapa donde constarán las rocas litológicamente distintas, superficies de falla, contactos estratigráficos, pliegues, discordancias. (Eduardo, 2017)

Por lo que el método de mapeo geológico según el mismo autor los divide en tres tipos:

- **Mapeo de contactos:** La ubicación de contactos entre unidades litológicas o formaciones constituyen el objeto principal del levantamiento geológico. El mapeo de contactos es el método empleado en los mapeos regionales, de escala pequeña a intermedia, 1:20.000 y más pequeña; consiste en volcar en el mapa la traza de los contactos entre las distintas unidades de mapeo en su intersección con la superficie topográfica.
- **Mapeo por afloramientos:** El mapeo de afloramientos es la base de gran parte de la cartografía geológica detallada a escalas de 1:10.000 y más grandes.
- **Mapeo por perfiles:** Se suele adoptar este método para el mapeo de reconocimiento de grandes regiones, a escalas relativamente pequeñas (1:250.000 a 1:50.000). También puede ser el único método posible donde las exposiciones de las rocas están restringidas a cortes de carreteras, arroyos o filos.

4.9. Corte Geológico

(Gilluly et al., 1964) manifiesta que:

Los cortes se utilizan junto a diferentes mapas en casi todas las aplicaciones de la geología. Un corte geológico o estructural muestra el aspecto que presentan las rocas si aparecieran en la pared vertical de una trinchera hecha en la superficie terrestre.

El levantamiento de los mapas geológicos hay siempre un elemento de juicio personal; algunas correlaciones son ciertas, otras son bastante probables y en otras es posible encontrar dudas por elementos como sucesión estratigráfica, discordancias, contactos u otros

El corte geológico está limitado en la parte superior por el perfil topográfico por donde pasa una línea (A – A') que corta los elementos geológicos y estructurales que

contiene el mapa, identificando litología en profundidad de la zona en estudiada (Morocho M., 2017)

4.10. Proyecciones estereográficas

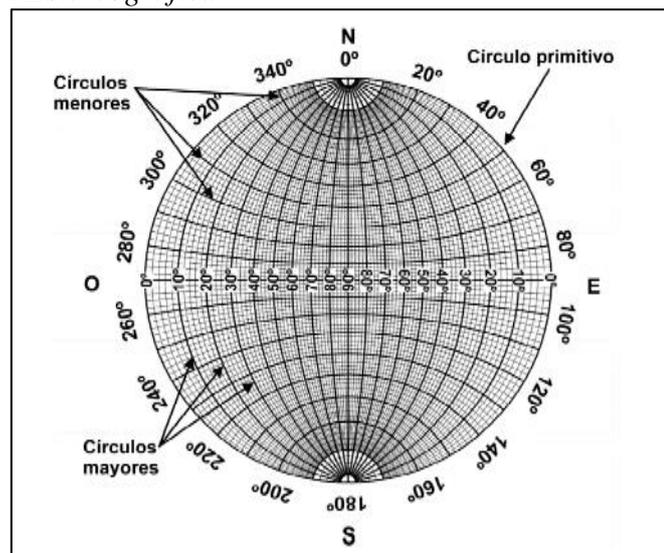
“La Proyección estereográfica, es una técnica de mucha utilidad que permite solucionar fácil y rápidamente problemas estructurales, que involucren relaciones angulares entre planos y líneas”. (Camargo J. A., 2004)

Según Andrade y Gavilanes (2004), manifiestan que

La Geología Estructural y en el análisis de problemas muy frecuentes de estabilidad de taludes y frentes de túneles en macizos rocosos, es necesario el estudio de las orientaciones de las discontinuidades estructurales predominantes a fin de determinar las posibilidades de desprendimientos de cuñas o bloques de rocas. Para llevar a cabo esta tarea, se recurre al manejo de las proyecciones para construir redes meridionales y polares que son: la de ángulos iguales (equiangular) y la de áreas iguales (equiareal). En la proyección equiangular, es también conocida como proyección de Wulff y la proyección equiareal, también conocida como proyección de Schmidt o Lambert.

Figura 9

Falsilla de Proyección Estereográfica



Nota. Obtenido de (Babín & Gomez, 2010).

4.11. Geomorfología

La definición más sencilla que se puede dar sobre la geomorfología es: la ciencia que estudia el relieve terrestre, que es el conjunto de deformaciones de la superficie de la Tierra. (Lugo Hubp, 1988)

Lugo Hubp (1988) refiere:

La geomorfología es una rama de la geología la cual describe los rasgos de un relieve determinado, y que procesos erosivos presenta la superficie, ordenando sistemáticamente estos campos y agrupándolos por medio de la forma de su relieve.

El relieve va evolucionando en la dinámica del ciclo gráfico mediante una serie de factores:

- Factores geográficos: se considera el relieve, el suelo, el clima, los cuerpos de agua.
- Factores bióticos: el efecto de la flora y fauna que contribuyen al proceso erosivo.
- Factores geológicos tales como la tectónica, el diastrofismo, vulcanismo, orogénesis

Factores antrópicos: la acción del hombre sobre el relieve

4.12. Fotointerpretación

La fotointerpretación puede definirse como la actividad de examinar las imágenes fotográficas de los objetos en el terreno a fin de identificarlos y entender su significado para extraer información pertinente a varias disciplinas. La interpretación de fotografías aéreas puede considerarse como un proceso de dos pasos, el primero incluye entre otros: la observación, recolección de datos, medida e investigación de rasgos sobre las fotografías aéreas, esta parte se considera como un proceso de selección empírica. El segundo paso se relaciona con el proceso racional, en el que se analiza y se buscan analogías entre objetos o evidencias de campo que por comparación o convergencia de evidencia conduzcan finalmente a la identificación e interpretación de esos datos. (Hernández, 2011).

5.12.1 Análisis Geológico por fotointerpretación

Según Proaño, (2010) los tipos y cantidades de información que se obtienen a partir de fotos aéreas depende principalmente del tipo de terreno, vegetación, clima y ciclo geomórfico. Asimismo, se puede reconocer los tipos de roca que forman la superficie del terreno por datos fotogeológicos, además de una combinación de rasgos geomorfológicos y análisis estructural.

5.12.1.1 Drenaje

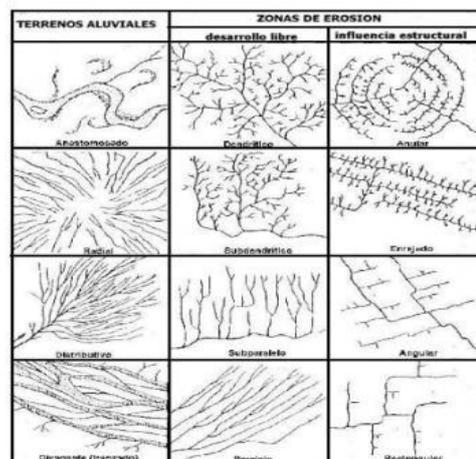
El concepto de drenaje en una imagen captada desde el aire se relaciona con las configuraciones por las cuales se desplaza el agua proveniente de precipitaciones o

deshielo en las masas terrestres. También puede describirse como cualquier vía a través de la cual el agua existente en una región se mueve siguiendo cursos naturales y se infiltra en el suelo. (Ospino, 2023)

Según Ospino, 2023. Los drenajes en la fointerpretación se clasifican de la siguiente manera.

- **Drenaje Dendrítico:** se distribuyen por la roca en todas las direcciones, con curvas que van de suaves a abruptas y en muchos casos se presentan en gran abundancia. Son característicos en rocas de resistencia uniforme, granulación fina, material homogéneo, baja permeabilidad, topografía horizontal, material duro, uniformemente resistente a la erosión
- **Drenajes Paralelo:** Característico de este grupo, como su nombre lo dice, se encuentran las corrientes principales y tributarias paralelas. Ocurren en presencia de pendientes pronunciadas o controles estructurales alineados paralelamente.
- **Drenaje Subparalelo:** Se distingue por la ramificación de afluentes en múltiples direcciones, creando una variedad de ángulos menores a 90°. Surge en áreas con rocas de resistencia homogénea y sugiere ausencia de patrones estructurales. Una versión modificada de este patrón es el sistema de drenaje en forma de peine, donde los afluentes corren subparalelamente al curso principal y se conectan a él en ángulos agudos.
- **Drenaje Radial:** Tienen lugar solamente en regiones donde procesos geológicos han generado elevaciones en forma de conos. Ejemplos incluyen volcanes y/o intrusiones magmáticas.

Figura 10
Tipos de Drenaje



Nota. Obtenido de (Naranjo, 2015)

5.12.1.2 Texturas

Es la sensación que se produce en la fotografía cuando pequeños rasgos u objetos que por su tamaño no son identificados de manera individual se agrupan o se repiten de una forma que los hace reconocibles. (Castro, 2022)

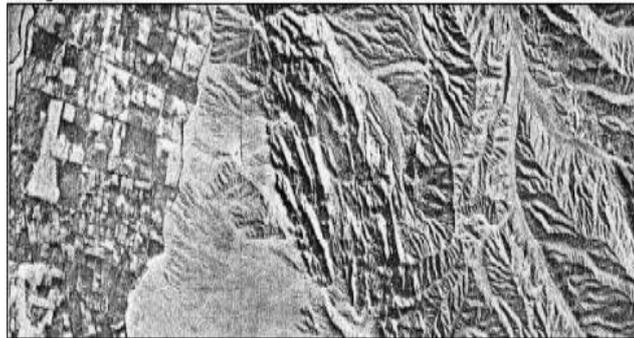
Castro, (2022) manifiesta que:

Las texturas se dividen en tres tipos que son:

- **Textura Suave:** Están asociadas a zonas desprovistas de vegetación, a áreas cultivadas en las que las plantas son pequeñas, a superficies de agua, un desierto.
- **Textura Media:** Son tonos oscuros, hace referencia a rastrojos bajos o algunos cultivos como frutales de porte alto o medio.
- **Textura Gruesa:** También conocida como rugosa o grosera y se caracteriza por un color verde oscuro como por ejemplo un bosque denso natural, cultivo forestal, o edificaciones.

Figura 11

Tipos de Texturas



Nota. Obtenido de Universidad Nacional de San Luis, 2011 (http://www0.unsl.edu.ar/~geo/materias/Elementos_de_Geologia/documentos/contenidos/apoyo_teorico/APU-2011-Fotointerpret.pdf).

5.12.1.3 Tonos

Alvarez & Murillo, (2014) manifiestan que:

El tono fotografico es un medida de la cantidad relativa de la luz reflejada por un objeto y grabada en fotografia en blanco y negro. Los tono fotograficos suelen ser tono gris, pero pueden ser de color negro o blanco.

Tres aspectos de tono usados en la fotointerpretación son:

- Tonalidad relativa
- Uniformidad de tono

- Grado de nitidez de las variaciones tonales

4.13. Sistema de Información Geográfica

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, de sus siglas en inglés Geographical Information System) es una herramienta indispensable para el tratamiento de datos espaciales que nos permite analizarlos y representarlos de múltiples maneras. (GeoInnova, 2021)

4.13.1. Ventajas del SIG

- Se puede utilizar una mayor variedad de técnicas de análisis, debido a la velocidad de los cálculos y a que las técnicas complejas requieren la superposición de un gran número de mapas y tablas.
- Es posible mejorar los modelos, evaluando los resultados y ajustando las variables de entrada. En ocasiones, se utiliza un sistema de prueba y error, corriendo el modelo varias veces hasta obtener un resultado satisfactorio.

5. Metodología

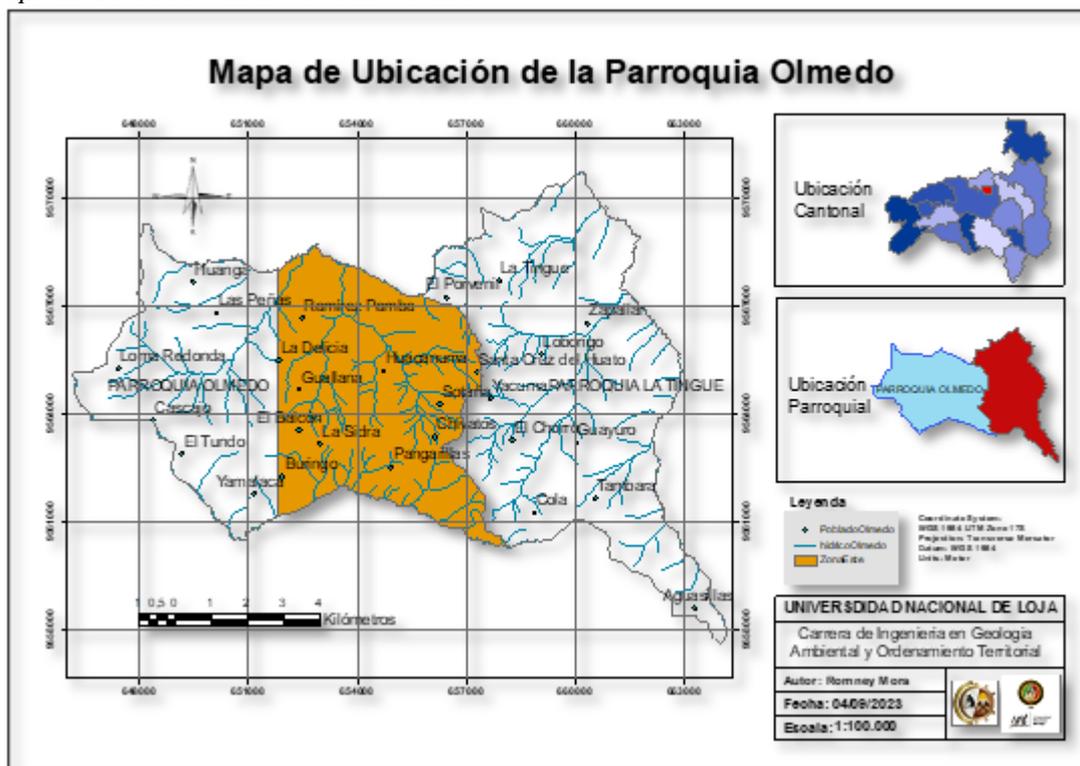
5.1. Área de estudio

5.1.1. Ubicación

El Cantón Olmedo se encuentra ubicado al noroeste de la provincia de Loja, en la región sur del Ecuador, a una distancia aproximada de 92,5 Km de la ciudad de Loja, capital provincial, dentro del cantón se encuentra la parroquia urbana Olmedo que consta de dos zonas Este y Oeste, el polígono de estudio se encuentra en la zona Este de la parroquia, y cuenta con una extensión aproximada de 30 km².

Figura 12

Mapa de Ubicación de la Zona de Estudio.



El polígono de estudio representado en el mapa empieza desde el límite entre parroquias y los puntos de división entre la zona Este y Oeste de la parroquia Olmedo.

Tabla 1

Coordenadas o Puntos de Ubicación

Código	Punto de Ubicación		
	X	Y	Z
P1	652390 m	9568217 m	1191 m
P2	652507m	9561514 m	1572m

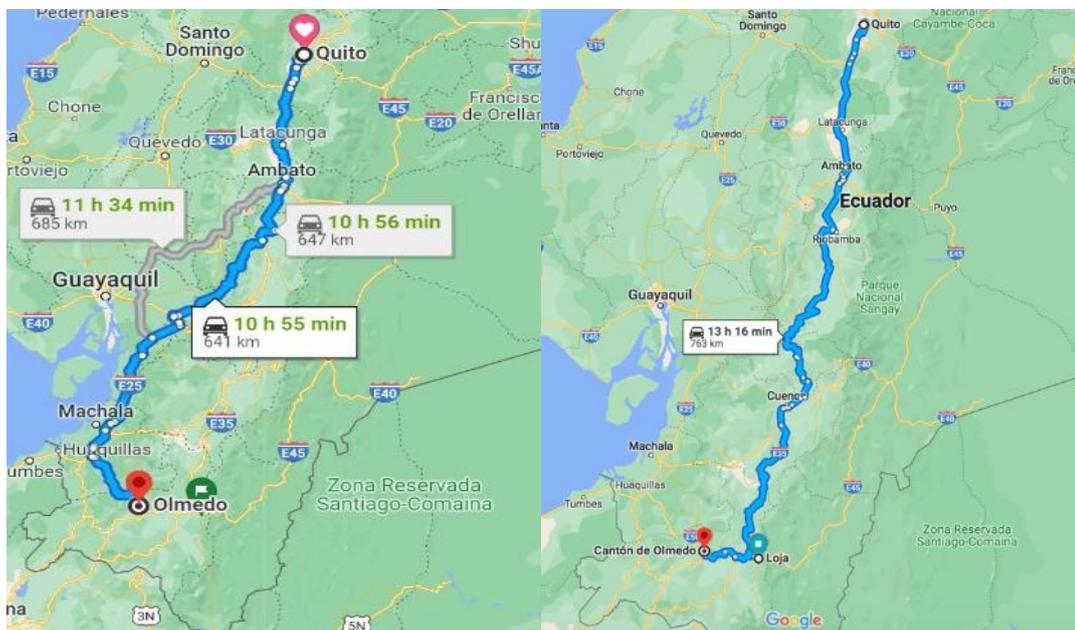
5.1.2. Acceso

Desde la capital del Ecuador, Quito, se tiene 3 rutas para llegar al cantón Olmedo, y a su parroquia Olmedo, en donde se desarrollará el proyecto.

- Se toma la carretera Panamericana y Troncal de la Sierra E/35, con una duración de 10 h con 56 min con un recorrido de 647 Km
- La segunda opción es tomar la Troncal de la Costa/E25, con una duración de 11 h con 34 min con un recorrido de 685 Km.
- La tercera opción es tomar la Carretera Panamericana/Troncal de la Sierra/E35, Vía Guarumales Méndez/E40 y Troncal de la Sierra/E35, desde la ciudad de Loja se toma la Av. Cuxibamba y Av. 8 de Diciembre hacia la Carretera. Panamericana/Av. Isidro Ayora, se sigue por E35 y Carretera. Panamericana Transversal Sur/Troncal de la Sierra/E50 y por último se toma la vía La Delicia hacia la vía Olmedo en Olmedo este recorrido tiene una duración de 13 h con 16 minutos

Figura 13

Mapa de Acceso a la Zona de Estudio.



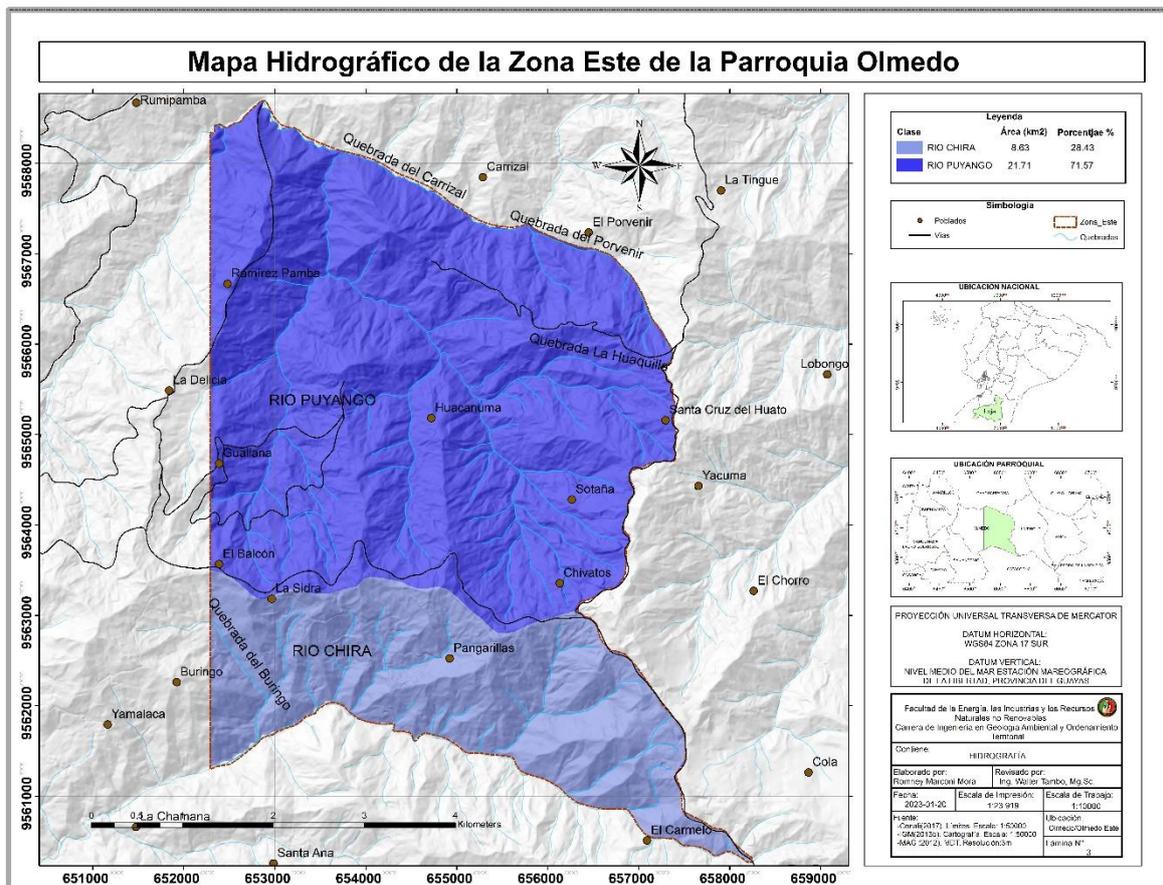
5.2. Descripción biofísica del sector

5.2.1. Hidrografía

La red hidrográfica de la parroquia Olmedo cuenta con 5 fuentes hidrográficas importantes las cuales se encuentran: quebrada Huacanumas, quebrada La Huaquilla, quebrada Toropo Sotaña, quebrada de Veracruz, y quebrada Burringo, cada una estas quebradas se encuentra la zona de estudio (ver Figura 14).

Figura 14

Mapa Hidrográfico de la Zona de Estudio



Nota: Obtenido de (MAG, 2012)

5.2.2. Geomorfología

Según la información del (IGM, 2013) en el “Proyecto de Generación de Geoinformación a Escala 1:25000 a nivel nacional”, la zona Este de la parroquia Olmedo cuenta con 8 geformas, en su mayoría relieves colinado alto y montañosos, en el *Anexo 10* se adjunta el mapa geomorfológico del sector de estudio detallado.

Tabla 2
Unidades Geomorfológicas de la Zona de la Parroquia Olmedo

Clase	Área (Km²)	Porcentaje (%)
Coluvión aluvial antiguo	1.48	4.88
Coluvión antiguo	0.42	1.36
Relieve colinado alto	3.05	10.08
Relieve colinado medio	0.56	1.84
Relieve colinado muy alto	4.56	15.04
Relieve montañoso	18.61	61.34
Superficie de erosión	0.27	0.90
Vertiente abrupta	1.36	4.50
Total	30.33	100

5.2.3. Pendientes

Con la ayuda del Modelo Digital del Terreno de la parroquia Olmedo y su procesamiento en el software ArcGIS 10.5 que fueron proporcionados por el MAG a través del programa SIGTIERRAS (*ver Figura 15*), se estableció el mapa de pendientes de la zona de estudio, cuales están clasificadas de acuerdo a los rangos en grados establecidos por (Demerk, 1972).

Tabla 3
Categorías Utilizadas en el Mapa de Pendientes

Clase	Rango (°)
Ligeramente inclinado	0-5
Fuertemente inclinado	5-15
Muy inclinado	15-35
Empinado	35-55
Vertical	>55

Nota: Obtenido de (MAG, 2012).

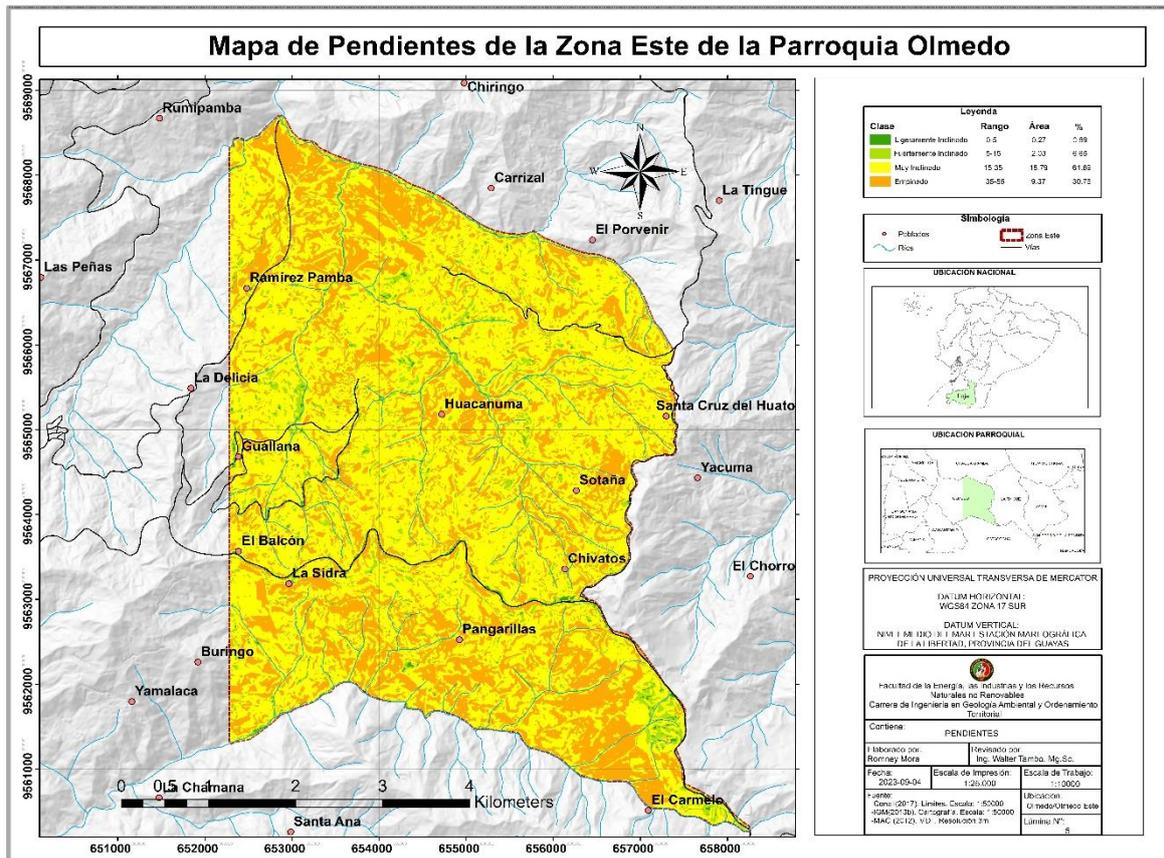
Una vez procesada la información se obtuvo como resultado que la zona Este de la parroquia Olmedo representan un 61.70% de pendiente muy inclinadas y un 30.76% de pendientes empinadas, por otro lado, los valores con menor porcentaje son las pendientes ligeramente inclinadas con 0.88 % y pendientes fuertemente inclinadas con 6.65%.

Tabla 4
Mapa de Pendientes de la Zona Este de la Parroquia Olmedo

Clase	Rango (°)	Área (Km²)	Porcentaje (%)
Ligeramente inclinado	0-5	0,27	0.88
Fuertemente inclinado	5-15	2.02	6.65
Muy inclinado	15-35	18.78	61.69
Empinado	35-55	9.36	30.76

Nota: Obtenido de (MAG, 2012).

Figura 15
Mapa de Pendientes de la Zona de Estudio



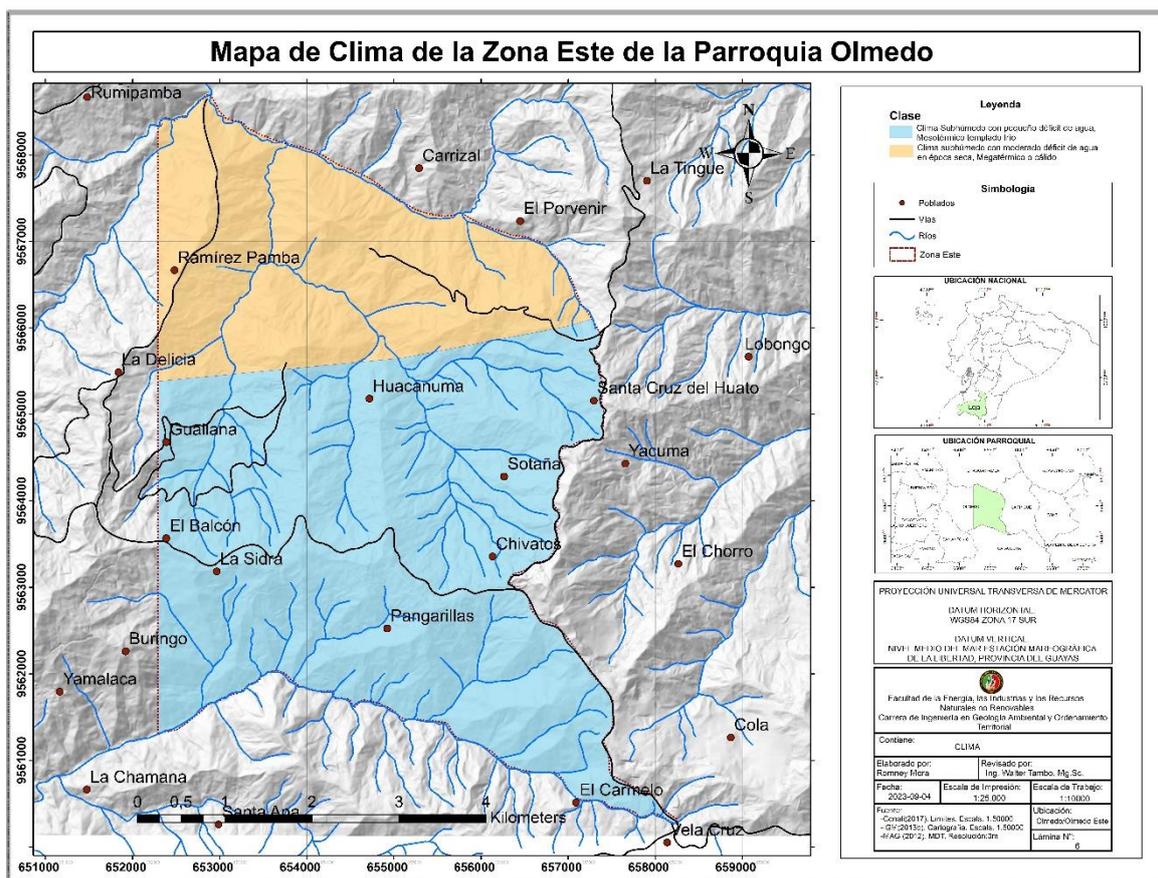
Nota: Obtenido de (CONALI, 2017; IGM, 2013b; MAG, 2012).

5.2.4. Clima

En base al (GAD de Olmedo, 2015) tiene dos pisos climáticos que se agrupan en Ecuatorial Mesotérmico y Ecuatorial Mesotérmico SemiHúmedo; con los cambios climáticos que se tiene hay sequías prolongadas acompañadas de fuertes temperaturas, y un fotoperiodo superior a 12 H00 diarias. Por otro lado, Según el INMAHI (2017), el área de trabajo presenta un clima subhúmedo con pequeño déficit de agua (Mesotérmico templado frío) y un clima subhúmedo moderado en época seca (Megatérmico o cálido) (ver Figura 16).

El clima megatérmico o cálido presenta una temperatura media de 22°C, Por otra parte, el clima mesotérmico templado frío se caracteriza por una temperatura media de 12 a 22°C (Pourrut, 1983).

Figura 16
Mapa de Clima de la Zona de Estudio



Nota: Obtenido de (CONALI, 2017; IGM, 2013b; MAG, 2012).

5.3 Geología Regional

5.3.1 Estudios Previos

La parroquia Olmedo no dispone de estudios geológicos – estructurales a detalle, únicamente existe algunas investigaciones de la zona sur del Ecuador, algunos ejemplos donde se da información son en los años 1975, 1980, 2005 y 2013.

Kennerley (1975) generó información geológica de la región sur de Ecuador experimentado un avance importante gracias al levantamiento geológico, particularmente en la Hoja Geológica Zaruma a una escala de 1:100,000, que engloba la zona de investigación.

En 1980 se dio la primera hoja geológica de Zaruma a escala 1:100.000 con información del levantamiento geológico que fue realizado por J.B Kennerley en 1970, A. Zamora y R. Nicolde en 1979 – 1980 y por la supervisión geológica de la Misión Británica. En esta hoja geológica se encuentra la zona de estudio que tiene 4 unidades geológicas importantes como son la unidad Catacocha, la unidad Ciano, la unidad Bramaderos, y la unidad Celica.

Según Pilatasing et al. (2005) en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas Ecuador - Perú – Canadá se señala que los primeros signos de la

geología en la zona sur del Ecuador están registrados en cartografías geológicas elaboradas desde 1892 (Wolf, T.) hasta el año 2000 (CODIGEM-BGS). Estos mapas se han creado en diferentes escalas, abarcando desde 1:2.000.000 hasta 1:200.000.

En el 2013 se realizó uno de los estudios más recientes, fundamentándose en el análisis de la cartografía geológica de las hojas Cariamanga y Zaruma a una escala de 1:100,000, así como en el análisis químico de la composición total de las unidades volcánicas. El Instituto que estuvo a cargo de la ejecución del estudio fue el (IIGE) Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE), que publicó el *Proyecto Modelo Piloto para la determinación del Potencial Geológico – Mineralógico de las zonas Zaruma y Cariamanga*, realizado por Pilatasig, Luis; Ibadango, Elías y Torres, Camilo.

5.3.1 Unidades Geológicas

Con la información recopilada del IGM, en la hoja geológica de Zaruma a escala 1:100 000 y del año 2013, la zona de estudio se encuentra conformada por las siguientes formaciones geológicas (véase Anexo 13):

- **Unidad Catacocha:** Consiste de una sucesión de rocas volcanoclásticas y volcánicas de composición intermedia a ácida. Las litologías incluyen aglomerados, tobas de cristales y andesitas. Los aglomerados son de color café constituidos por líticos volcánicos soportados en matriz arenosa de grano grueso. Las tobas mayormente meteorizadas, son de color púrpura y estructura masiva, con alto contenido de feldespatos, los mismos que se encuentran alterados a caolín y arcillas. Las andesitas relacionadas a cuellos volcánicos, son de color gris verdoso, masivas, textura porfirítica que por meteorización adquieren tonalidades de color crema. La secuencia sobryace discordantemente a las unidades Celica y Bramaderos, y en el caso del contacto con la Unidad Loma Blanca es concordante. Considerando que la secuencia sobryace concordantemente a la Unidad Loma Blanca, una edad Oligoceno-Mioceno se asigna para la Unidad Catacocha. (INIGEMM, 2013).
- **Unidad Bramaderos:** Constituye una secuencia volcanoclástica de color gris verdoso, finogranular, bien estratificada. Contiene aglomerados volcánicos de granulometría variable, fuertemente meteorizados y subordinadas tobas de cristales medianamente meteorizadas. Los aglomerados constituidos por líticos de composición básica a intermedia de color gris, rojizo y verde, soportados en matriz arenosa tobácea, en lámina delgada presentan textura piroclástica, contienen mayormente líticos volcánicos de composición básica a intermedia, además de fenocristales rotos de plagioclasa y clinopiroxeno como parte de la matriz. Las tobas de cristales de grano grueso, constituidas por líticos de composición básica a intermedia,

soportados en una matriz limo-arenosa, en lámina delgada presentan textura piroclástica, contienen fenocristales rotos de plagioclasa, relictos de clinopiroxeno y microlíticos volcánicos. Clorita, epidota, calcita, cuarzo, prehnita y minerales opacos como minerales secundarios. (IIGE, 2013)

- **Unidad Celica:** Se define como una secuencia volcanoclástica proximal de grano medio a grueso intercalada con mantos de rocas volcánicas, que forman varios cuerpos alargados de diferente magnitud. Las rocas volcanoclásticas incluyen hialoclastitas, tocas de cristales y microbrechas, mientras que las rocas volcánicas incluyen predominantemente lavas. Las hialoclastitas son gris verdosos, grano fino y textura piroclásticas, con líticos volcánicos en matriz con piroxeno, plagioclasa y vidrio volcánico. Las tobas de cristales son gris verdosas, grano medio y textura piroclástica, contienen líticos volcánicos en matriz compuesta de piroxeno, plagioclasa y vidrio volcánico. Las microbrechas son gris – verdosas, grano medio, textura brechosa, contienen fragmentos de composición básica a intermedia con textura traquítica en matriz constituida por microlitos de plagioclasa y fenocristales de plagioclasa y clinopiroxeno. Las lavas gris verdosas, masivas, grano fino, textura holocristalina, inequigranular y traquítica, contienen plagioclasa y clinopiroxeno, tienden a ser andesita basáltica. Como minerales de alteración ocurre clorita, epidota, cuarzo, calcita y minerales opacos en la matriz como en los líticos. Prehnita ocurre mayormente en la matriz y relacionada a la alteración de plagioclasa. Geoquímicamente, las rocas básicas del sector de Chivatos tienden a ser andesitas basálticas o basaltos, relacionados con toleítas de arco de islas. El contacto con las Unidades Bramaderos y Chaguarpamba es concordante, mientras el contacto con la Unidad Ciano al S de Orianga es discordante, aunque al N y S del sector Venados el contacto es tectónico (IIGE, 2013).

- **Unidad Ciano:** Consiste en capas bien estratificadas de lutitas, limolitas, arcillolitas y areniscas. Las lutitas, limolitas y arcillolitas son de color verde y negro, ocurren en capas centimétricas, finalmente laminadas, contienen mayormente granos de plagioclasa y esporádicos granos de cuarzo, además de esporádicos líticos volcánicos, clorita, epidota, circón y minerales opacos. Las areniscas son de color verde, grano fino a medio, contienen mayormente líticos de origen volcánico, además de granos de plagioclasa alterada, cuarzo, sericita, granos de cuarzo microgranular y arcillas. En Cangonamá las areniscas, limolitas y lutitas constituyen secuencias rítmicas de color gris verdoso a negro, silicificadas y con parches de oxidación. En las quebradas Zamanga y Shoa, y en La Chorrera, El Limón y La Florida, las areniscas son de color negro, grano medio, recristalizadas y ocurren intercaladas con capas centimétricas de limolitas. La secuencia sobreyace discordantemente a la Unidad

Bramaderos, mientras el contacto con las Unidades El Tigre y Chaguarpamba es tectónico (IIGE, 2013).

- **Unidad Zambí:** Forma una faja de dirección NO-SE. Consiste en filitas, pizarras y areniscas gris oscuras intensamente deformadas. Las filitas y pizarras están dispuestas en capas laminadas, incluyen niveles afectados por intenso clivaje pizarroso, presentan texturas lepidoblástica con granos de cuarzo con extinción ondulada y esporádica muscovita, en matriz con abundante mica de grano fino, arcilla, además de sílice y opacos como minerales secundarios. Las areniscas de grano fino a grueso, dispuestas en capas centimétricas, contienen fenocristales rotos de plagioclasa (++), granos de cuarzo (-) y pequeños líticos de metaareniscas cuarzosas, en matriz pelítica, incluyen sericita débilmente orientada (+), calcita y opacos como minerales secundarios. En el NE la secuencia sobreyace discordantemente a la Unidad Chaguarpamba, mientras al O el contacto con las Unidades Celica y Bramaderos es tectónico (IIGE, 2013).

- **Unidad Chaguarpamba:** La secuencia consiste de rocas de color verde, grano fino a medio, generalmente estratificadas, incluyen tobas arenosas, aglomerados finos y lentes subordinados de lutitas y limolitas, constituidas por materiales mayormente de origen volcanosedimentario. Las tobas arenosas con alineación de minerales, están constituidos por líticos oscuros de grano fino y granos de cuarzo, soportados en una matriz limosa. Los aglomerados están constituidos por clastos centimétricos de rocas de origen volcánico, soportados en escasa matriz limo-arenosa. Las lutitas y limolitas de color gris y negro, ocurren en capas métricas a decamétricas concordante a las facies gruesas, constituyendo las facies marinas más profundas de la cuenca. La relación con la Unidad Celica no está establecida, pero se interpreta como discordante por la presencia de ventanas erosionales de rocas volcanoclásticas de grano grueso al E de Chaguarpamba. El contacto con la Unidad Ciano es tectónico, marcado por la presencia de franjas de rocas variablemente afectadas por clivajes pizarroso y de fractura (IIGE, 2013).

5.4 Materiales y Equipos

Las visitas técnicas, el trabajo de oficina y el laboratorio se necesitaron los siguientes materiales y equipos que nos ayudaron al desarrollo de la investigación

Tabla 5
Materiales a utilizar en el proyecto

Campo	Gabinete	Geoprocesamiento	Laboratorio
Cámara fotográfica	Computadora	ArcGis 10.5	Microscopio
Fichas de caracterización	Impresora	Google Earth	Lupa
Brújula de geólogo	Microsoft Excel, Word	AutoCAD	Ácido
Martillo geológico	Memorias flash	Mapas referencia (mapa geológico de Zaruma a	clorhídrico al
GPS Garmin	Plotter	1:100000, mapa topográfico	10%
Lupa 30x,20x,10x	Plan de Desarrollo y	del cantón Olmedo a	
Libreta de campo	Ordenamiento Territorial del	1:50000)	
Cinta métrica	Cantón Olmedo 2019	Ortofotos del cantón Olmedo	
Ácido clorhídrico al 10%	Plan de Desarrollo y	a 1:5000	
Fundas Ziploc	Ordenamiento Territorial de	NVI-E4a-E4, NVI-E4b-B3,	
Marcadores	la parroquia La Tingue 2015	NVI-E4c-B1, NVI-E4a-E4,	
Bolígrafos		NVII-A2a-B2,	
Equipo Personal		NVII-A2b-A1, NVII-B1a-A1	

5.5 Procedimiento

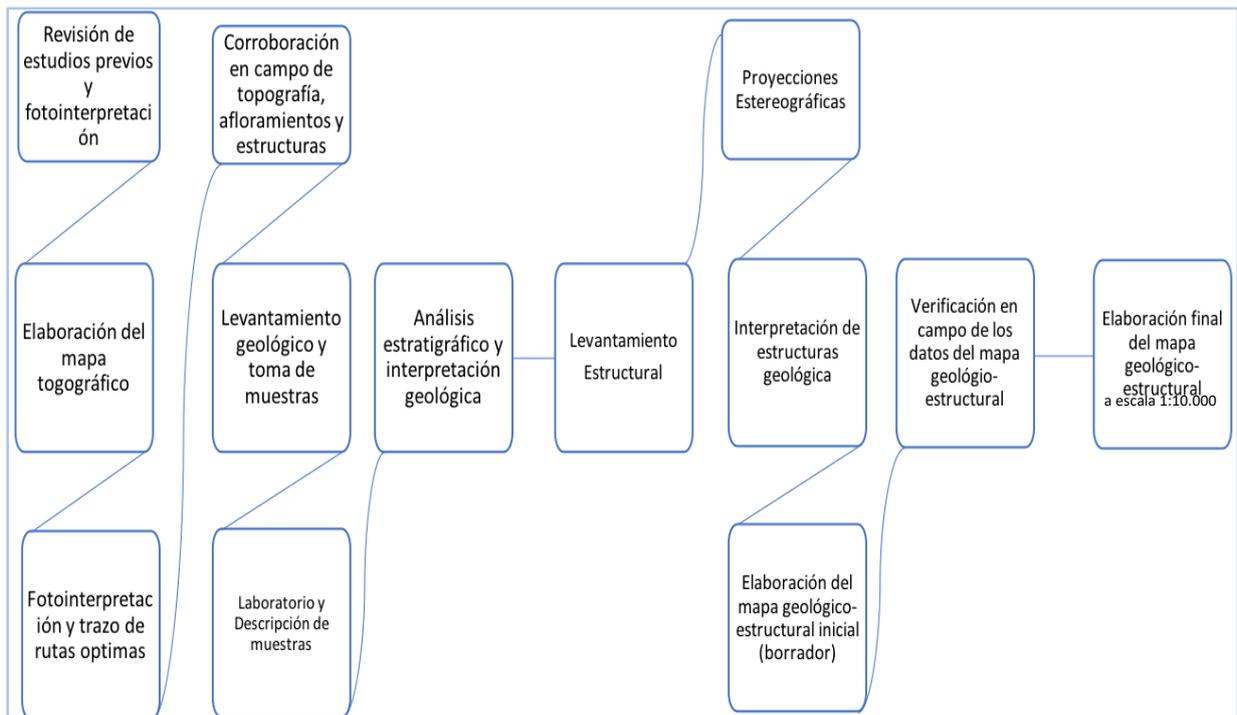
Fase de Oficina: Recopilación de información bibliográfica, cartográfica, geológica y de fotografía aérea del área de estudio enfocado en la elaboración de un mapa topográfico. Asimismo, la interpretación de ortofotos que nos ayudaron a identificar rasgos geológicos y estructuras a nivel regional y local. Por otro lado, la preparación logística para el trabajo de campo, una de las partes importantes es la socialización con la comunidad y la obtención de los permisos respectivos para poder llegar a ciertos lugares localizados dentro de la zona de estudio.

Fase de Campo: Salidas técnicas con la finalidad de apreciar a detalle las diferentes litologías, relaciones estratigráficas, fallas, contactos, diaclasamiento, anticlinales y sinclinales con el fin de identificar toda el área de estudio, además de ello puntualizar los afloramiento con sus respectivas litologías, estructuras y con sus medidas estructurales, asimismo la descripción macroscópica de las muestras de mano con todos los parámetros observables, las muestras fueron georeferenciadas y registradas en la libreta con la información obtenida en campo.

Fase Laboratorio: En el laboratorio se procedió a realizar una descripción macroscópica de muestras obtenidas en el campo, para la cual se basó en la ficha implementada por INIGEMM y modificado por la autor (*Anexo I*), que presenta la descripción petrográfica como: color, textura, estructura, tamaño del grano, forma de los clastos, porcentaje de fenocristales y matriz; datos de ubicación, datos estructurales, información de coordenadas, contenido de minerales: principales, accesorios, mineralización, grado de meteorización, tipo de alteración, y nombre de la roca.

Figura 17

Diagrama de Flujo de la Metodología a Utilizar en el Proyecto de Investigación



5.5.1 Metodología para el Primer Objetivo

- Determinar la litología y relaciones estratigráficas de las unidades presentes en el área de estudio.

Se recolectó información bibliográfica y cartográfica a partir de proyectos preexistentes en la zona sur del Ecuador, como el que realiza el IIGE catalogado “Investigación Geológica y Disponibilidad de Ocurrencias de Recursos Minerales en el Territorio Ecuatoriano”, proyecto que contiene datos litológicos, geológico – estructurales que permiten determinar asociaciones mineralógicas en zonas de interés geológico minero en el país, entre otros proyectos que son útiles como idea anticipada sobre la geológica regional en donde se ubica el área de estudio.

Para la mejor identificación de las estructuras se tuvo como base topográfica: modelos de elevación digital a escala 1:10000 tomada por los geoportales de SIGTIERRAS del año 2019, mapa topográfico del cantón Olmedo a escala 1:50000, realizados por IIGE (2013); así

como una base de fotografías aéreas de 0.3 m (pixel) de todo el cantón del año 2015, que se las pudo obtener por medio de un oficio enviado a la entidad SIGTIERRAS limitando el polígono requerido. Con esto se realizará el levantamiento de información que conlleva la fotointerpretación.

La elaboración del mapa topográfico, se trabajó con los MDT (Modelo Digital del Terreno) con el software ArcGIS 10.5 con la herramienta Contour, generando así las siguientes características técnicas: curvas de nivel principales cada 50 m y curvas de nivel secundarias cada 10 m debido a que según el IGM (2006): “La equidistancia de curvas para cartografía a escalas mayores ó iguales a 1:10000 será la milésima parte del denominador de la escala”. En cuanto a vías (ruta primaria, ruta secundaria, ruta local y sendero), quebradas, casas, escuelas e iglesias se digitalizaron a partir de las ortofotos anteriormente señaladas, obteniendo así un mapa topográfico del área de estudio, referenciado espacialmente con el DATUM WGS 84 UTM zona 17S, escala 1:10000. El resultado sirvió de base para la planificación de geotrasversías y para agregar información geológica preliminar y definitiva.

Seguidamente, se efectuó la interpretación preliminar de las ortofotos procediendo a identificar rasgos geológicos significativos y estructuras mayores a nivel regional (considerando criterios como: morfología, textura, color, contraste y relieve) (*Anexo 6*). Esta información fue tomada de las ortofotos, el proceso se realizó a fin de facilitar el trabajo de campo mediante la identificación y planificación de rutas óptimas a seguir, ya sea por vías, caminos, afluentes, etc. En el caso de no poder tener acceso a representaciones litológicas se realizó una interpolación de información con la fotointerpretación.

Se llevaron a cabo salidas técnicas siguiendo las rutas antes analizadas acopladas al método de mapeo por afloramientos, con la finalidad de apreciar a detalle las diferentes litologías, y relaciones estratigráficas, para lo cual se utilizó el levantamiento y análisis de afloramientos, llegando así a examinar la mayor cantidad de exposiciones geológicas posibles.

Se usaron fichas de descripción de afloramientos propuestas por Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE) (*ver Anexo 1*) adaptadas a la necesidad del presente trabajo investigativo, así mismo se recolectaron muestras de rocas lo más frescas posible.

El muestreo se llevó a cabo con el siguiente protocolo:

1. Ubicación de afloramiento del que extraerá la muestra de roca fresca in situ
2. Recolección de muestras en bolsas herméticas y etiquetadas respectivamente con una ficha de identificación (*ver Anexo 1*).

3. Toma de fotografías del afloramiento a escala con base en la ubicación, y marcando el techo y la base de ser posible.
4. En cuanto al transporte, se debe evitar la alteración de la muestra, efectuando el viaje en condiciones controladas.

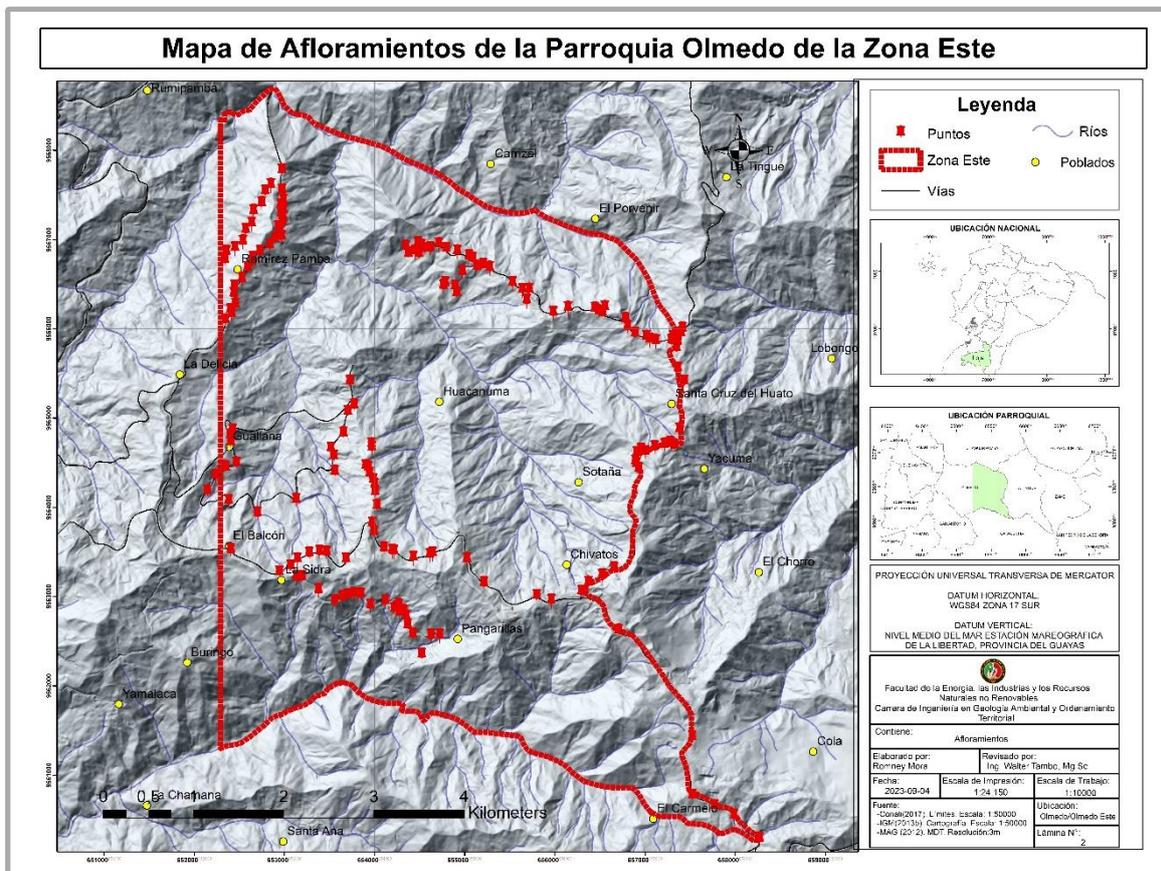
La descripción petrográfica se la realizó en base al “Instructivo para el manejo de fichas de macroscópicas de muestra” realizado por Viteri (2013) (*Anexo 5*), para la determinación de su descripción macroscópica, en donde se detalla las propiedades macros como color, textura, estructura y tamaño de grano.

Con base a la interpretación de los resultados extraídos del campo y corroborada en el laboratorio se definió las sucesiones estratigráficas locales con sus respectivas medidas y características geológicas, obteniendo así las unidades litológicas de las zonas de estudio.

Como resultado se obtuvo un mapa topográfico a escala 1:10000 e información teórica de la geología y la litoestratigrafía del área de estudio (*ver Anexo 2*), que servirá para la determinación de las estructuras geológicas y elaboración de un mapa geológico.

Figura 18

Mapa de Afloramientos de la Zona de Estudio.



Nota: Obtenido de (CONALI, 2017; IGM, 2013b; MAG, 2012).

5.5.2 Metodología para el Segundo Objetivo.

- Reconocer las estructuras geológicas y deformaciones que afectan a las unidades litológicas

Para el cumplimiento de este objetivo, se emplea la fotointerpretación, realizando un análisis geológico - estructural de la zona de estudio, en base a la metodología propuesta por López Vergara, en el Manual de fotogeología, publicado en el año 1988. Se trabajó con el software ArcGIS 10.5. Primero se hizo la creación del mosaico a partir de las ortofotos de zona este de la parroquia Olmedo, luego la superposición de información topográfica e hidrográfica a escala 1:10000, esto permitió tener la base para la fotointerpretación de estructuras geológicas de la zona de estudio.

La información guía que se utilizó para este análisis, corresponde a:

- ✓ Hoja geológica de Zaruma 1:100 000 del año 2013.
- ✓ Mapa topográfico del cantón Olmedo a escala 1:50000 del año 2013

La fotointerpretación (véase Anexo 6) consiste en la definición de contactos y estructuras geológicas, para la presente investigación tomará en consideración los siguientes parámetros.

1. Estudio del tono y vegetación
2. Análisis topográfico
3. Análisis morfológico
4. Análisis de red de drenaje
5. Análisis de control litológico
6. Análisis de control estructural

En el campo se identificó y detalló las estructuras geológicas inferidas e identificadas con la fotointerpretación de la zona de estudio; es decir se definió en el área de trabajo fallas, fracturas, diaclasas, contactos, entre otros, mediante la toma de los datos estructurales con el uso de la brújula Brunton.

Como resultado de este objetivo se obtuvo información cualitativa y cuantitativa de las estructuras geológicas del área de estudio, esta información en adición con los datos obtenidos del primer objetivo, ayudaron para la estructuración del mapa geológico-estructural a escala 1:10000 de la zona de estudio, determinado en el tercer objetivo de este proyecto de investigación

5.5.3 Metodología para el Tercer Objetivo.

- Elaborar el mapa geológico-estructural a escala 1:10000 de la zona Este de la parroquia Olmedo

El desarrollo de esta etapa se la llevó a cabo con el software ArcGIS 10.5, donde se efectuó trabajos de interpretación de las ortofotos, con el fin de ajustar las delineaciones y efectuar las respectivas correcciones en base el trabajo de campo.

Para la elaboración de perfiles geológicos se la realizó siguiendo la metodología de (Martínez, 1981) del libro de Mapa Geológicos, en donde se explica la construcción de perfiles geológicos.

Utilizando la información recopilada, se elaboró un mapa geológico-estructural a escala 1:10000. Este proceso incluyó la elaboración del primer borrador del mapa, el cual se referencia espacialmente con el DATUM WGS84 UTM zona 17S. Para llevar a cabo esta tarea, se siguieron las pautas del Manual de Geología Estructural, Interpretación y Elaboración de Mapas Geológicos de Camargo (2004) y los Estándares de Nomenclatura Estratigráfica, Simbolización y Abreviaturas para la Cartografía Geológica del IIGE (2019). El resultado de este objetivo se tradujo en la obtención del mapa geológico-estructural a escala 1:10000 de la zona Este de la parroquia Olmedo, utilizando el DATUM WGS84 UTM zona 17S. Este detallado mapa presenta información sobre unidades litológicas, estructuras geológicas, estratigrafía, contactos existentes y cortes geológicos.

6. Resultados

Para el desarrollo del presente trabajo investigativo se lo realizó por medio del método de estudio deductivo, el enfoque fue cuantitativo y el tipo de investigación del proyecto correlacional. La recopilación de información del área de estudio fue fundamental, ya que nos permitió tener un enfoque más conciso sobre la zona de estudio, así mismo se efectuó visitas técnicas tanto de reconocimiento, como de muestreo, donde se utilizaron fichas de descripción de afloramientos y se recolectaron muestras de rocas, además de ello, se hizo la toma de los datos estructurales de las diferentes fallas, fracturas o diaclasas que se encuentren en el sector, y con los datos obtenidos se elaboró un mapa geológico-estructural a escala 1:10000 del área de estudio.

6.1. Geología Local

La caracterización litoestratigráfica de la zona Este de la parroquia Olmedo desarrolló con el propósito de redefinir las unidades litológicas establecidas en la Hoja Geológica de Zaruma del año 2013 escala 1:100000 y para proporcionar interpretaciones geológicas nuevas que sirvan de base para la comprensión del comportamiento geológico del sector (*Anexo 14*).

La presente investigación se efectuó en base al método de mapeo por afloramientos, el cual se caracterizó 124 afloramientos (*ver Anexo 8*), estos se caracterizaron geológica y estructuralmente con la descripción en campo (*ver Anexo 4*), de los afloramientos más representativos se extrajo muestras de roca que luego fueron descritas a nivel macroscópico, determinando sus características petrográficas (*ver Anexo 5*) para la corroboración de contactos litológicos definidos en el primer borrador del mapa geológico – estructural local.

6.1.1. Unidad Catacocha:

La unidad Catacocha (Oligo-Mioceno) está constituida por una sucesión de rocas volcanoclásticas y volcánicas, específicamente contiene brechas, tobas masivas y andesitas (*Anexo 10*).

a) Tobas Masivas

Esta roca ocupa casi la totalidad de la Unidad expuesta en la zona de estudio extendiéndose en los sectores Loma Cayanchi y Loma Higuieron. Los afloramientos se visualizan en un tramo en la vía Vera Cruz-Chivatos. Las tobas en general están mayormente meteorizadas, son de color púrpura y estructura masiva, con alto contenido de feldespatos.

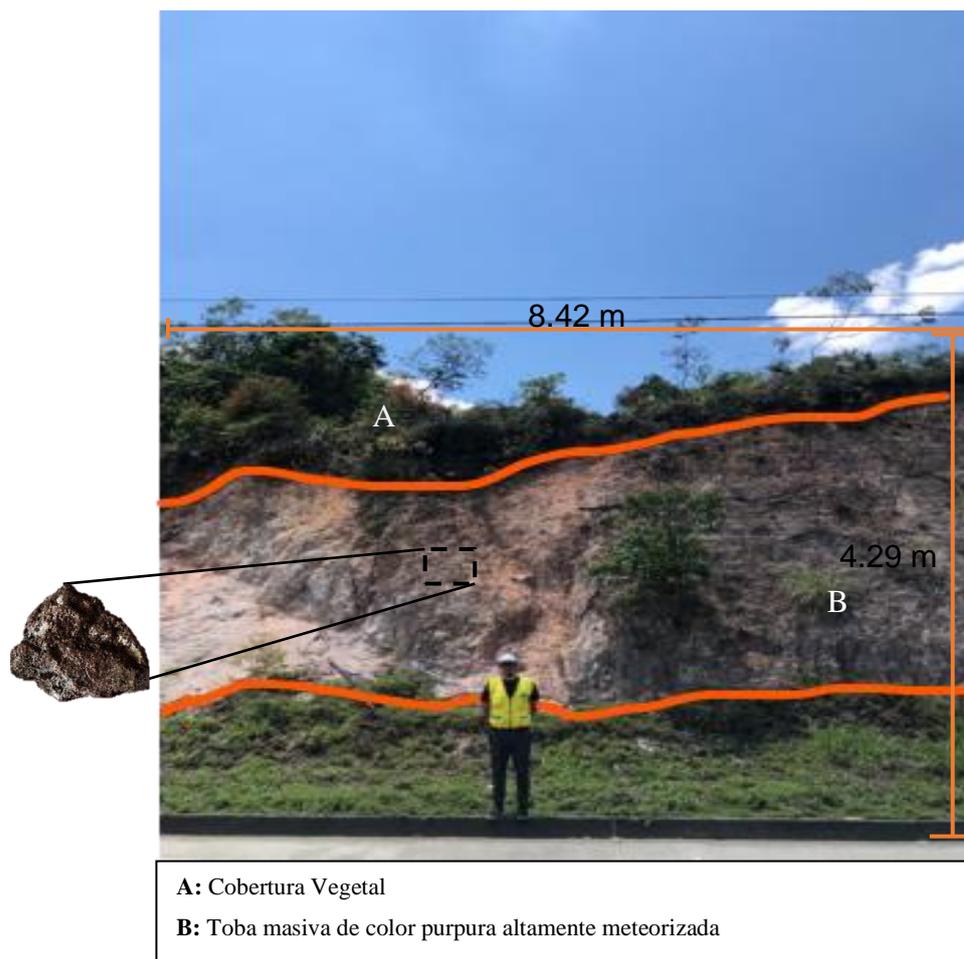
La *Figura 19* corresponde a un afloramiento antrópico (*véase Anexo 4*) de toba masiva ubicado en la Loma Cayanchi (UTM: 657251, 9562045), de 8.42m de largo y 4.29m de altura. Al analizar detenidamente una muestra de mano (*véase Anexo 5*) se observa una estructura

piroclástica con granos de tamaño que va desde fino (menos de 1 mm) a medio (1-5 mm). Los clastos tienen una forma irregular, compuestos por un 10% de fenocristales y el 90% restante de matriz limosa. Los minerales esenciales presentes son principalmente feldespatos, acompañados por minerales secundarios como epidota, cuarzo, prehnita y minerales opacos.

Los feldespatos muestran un proceso de alteración que los transforma tanto en caolín (de color blanco) como en arcilla. Las tobas mayormente meteorizadas, son de color púrpura y estructura masiva, con alto contenido de feldespatos, los mismos que se encuentran alterados a caolín y arcillas.

Figura 19

Afloramiento de Tobas Masivas en la Unidad Catacocha.



b) Andesitas

Como se indica en el Anexo 4 este afloramiento antrópico (AFM-110) de andesita porfirítica se observa puntualmente al SE de la zona de estudio en la Trocal Sierra con dimensiones tales como 30.36m de largo y 19.34m de altura, ubicado en el sector Chivatos (UTM: 656872, 9562515) donde se evidencia el cuello volcánico que la contiene (véase Anexo 4). En campo presenta estructura masiva, coloración gris verdosa, grado de meteorización medio y es altamente competente al golpeo con el martillo geológico.

Al examinar la muestra de mano (MCM-110), se concluye que el material exhibe una textura porfirítica, con granos de tamaño que va desde fino (menos de 1 mm) a medio (1-5 mm). Los cristales presentan una forma euhedral (bien definida). Se estima que aproximadamente el 15% del contenido son fenocristales, mientras que el 85% restante corresponde a la matriz. Los minerales primarios identificados son principalmente plagioclasa, hornblenda y piroxeno, acompañados de minerales accesorios como olivino, biotita y cuarzo (ver Anexo 5).

Figura 20
Afloramiento de Andesitas en la Unidad Catacocha



6.1.2. Unidad Bramaderos.

La Unidad Bramaderos, está constituida por una sucesión de aglomerados volcánicos, tobas volcánicas (*Anexo 10*).

a) Tobas Volcánicas

Las tobas de cristales de grano grueso, constituidas por líticos de composición básica a intermedia, soportados en una matriz limo-arenosa, en lámina delgada presentan textura piroclástica, contienen fenocristales rotos de plagioclasa, relictos de clinopiroxeno y microlíticos volcánicos, clorita, epidota, calcita, cuarzo, prehnita y minerales opacos como minerales secundarios (IIGE, 2013).

En la *Figura 21* se observa un afloramiento antrópico (AFM-051) de toba volcánica de 12 m de largo y 4,90 m de altura, ubicado en el sector La Sidra (UTM: 653072,93 9563289)(*ver Anexo 4*), en campo presenta estructura masiva, coloración marrón, grado de meteorización alto. Al analizar detenidamente una muestra de mano (MCM-051) se establece textura piroclástica, tamaño de grano fino o (<1mm) a medio (1-5mm), forma de los clastos irregular, con 20 % en fenocristales y el 80% de matriz limo-arenosa con fragmentos líticos de composición intermedia meteorizados de tamaño variable (5-10mm), sin dejar de lado la porosidad y ligereza característica de la roca. Presentando plagioclasa y clinopiroxeno como minerales principales, con clorita, epidota, cuarzo y prehnita como minerales secundarios (*Anexo 5*).

Figura 21

Afloramiento de Toba Volcánica en la Unidad Bramaderos

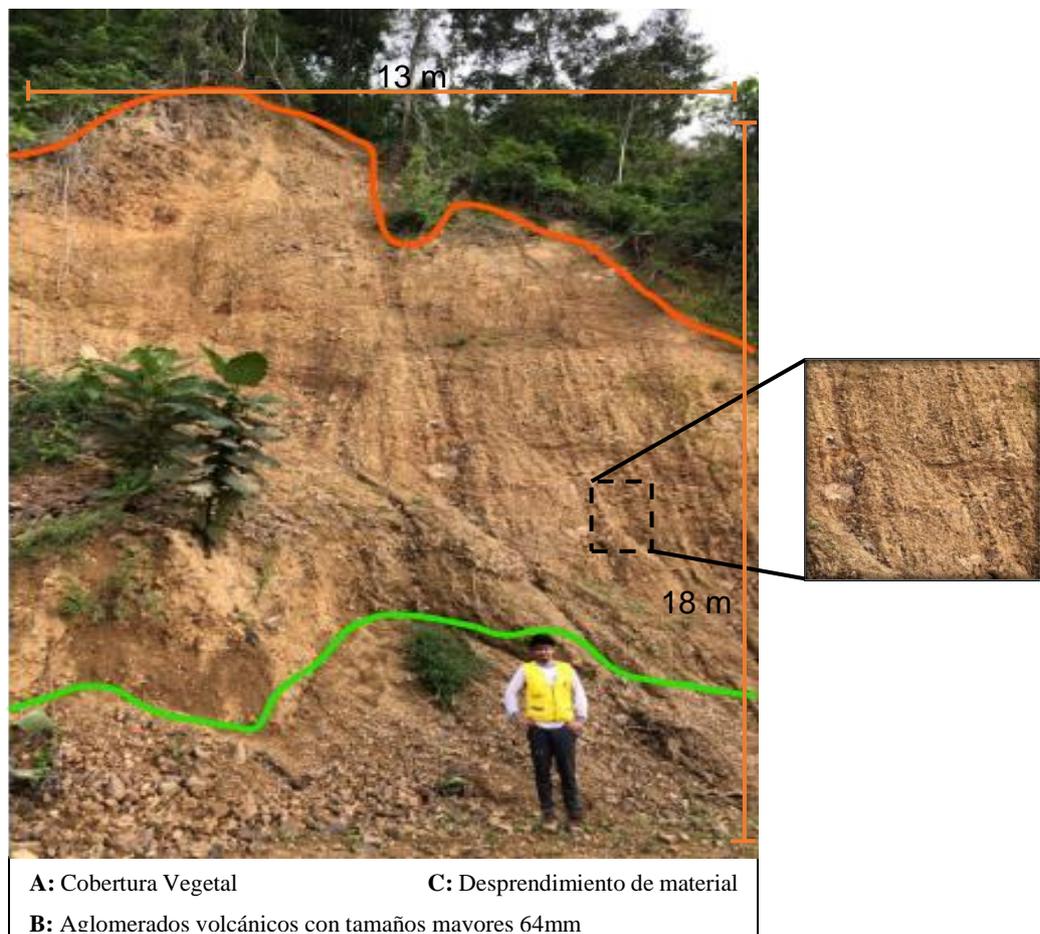


Los aglomerados constituidos por clastos de composición básica a intermedia de color gris, rojizo y verde, soportados en matriz arenosa tobácea, se presentan con textura piroclástica, contienen mayormente líticos volcánicos de composición básica a intermedia, además de fenocristales rotos de plagioclasa y clinopiroxeno como parte de la matriz. Cabe recalcar que los aglomerados volcánicos son una variedad de roca ígnea piroclástica que se compone mayoritariamente (>75%) de fragmentos de lava, ya sean angulares o redondeados, conocidos como bombas y bloques volcánicos. Estos fragmentos presentan una amplia gama de formas y tamaños.

En la *Figura 22* se observa un afloramiento antrópico (AFM-087) aglomerado volcánico de 13 m de largo y 18 m de altura, ubicado en la vía que conecta los barrios La Sidra con Pangarillas (UTM: 654329 m, 9562762 m) (*ver Anexo 4*), los aglomerados se encuentran compuestos principalmente por fragmentos de tamaño variable, preferentemente mayores a 64 mm, con una composición lítica andesítica. Estos fragmentos se hallan inmersos en una matriz que tiene características de arena y toba, y muestran signos de intensa meteorización.

Figura 22

Afloramiento de Aglomerado Volcánico en la Unidad Bramaderos



6.1.3. Unidad Ciano

La unidad Ciano está constituida por una sucesión de areniscas volcánicas, limolitas y lutitas (ver Anexo 10).

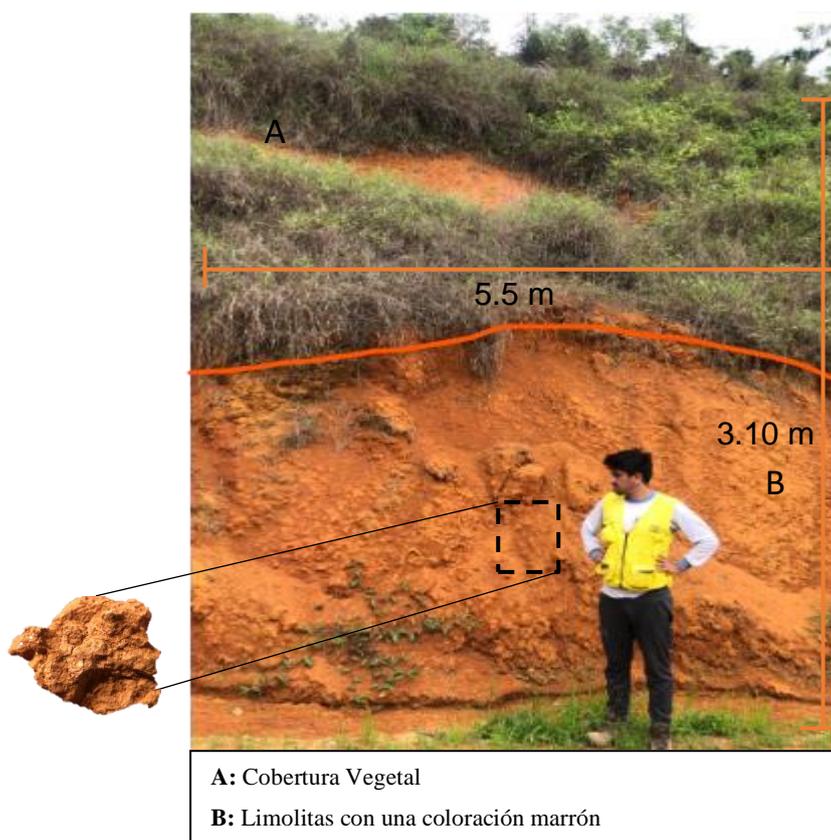
a) Limolitas.

Las limolitas que afloran en la zona se presentan de coloraciones amarillentas por un alto porcentaje de composición ferrihidrita (óxido e hidróxido de hierro) y de coloraciones rojizas por influencia de hematita (óxido férrico), presenta una granulometría en el intervalo 1/256 – 1/16 mm de diámetro, no presenta estratificación, se puede disgregarse con gran facilidad y mineralógicamente se constituye por: cuarzo, feldespatos, minerales limosos y óxidos de hierro en ciertos casos.

En la *Figura 23* caracterizado como un afloramiento antrópico (AFM-061) de 3.10m de alto, 5.5m de ancho, ubicado en el barrio Ramírez Pamba (UTM: 652370 m; 9564111 m) (Ver Anexo 4) y con las siguientes particularidades en muestra de mano (véase Anexo 5) MCM-061: limolitas de coloración amarillenta, textura detrítica o clástica, estructura física (producto del transporte y posterior depositación del material), granulometría fina e irregular, alta meteorización, no se visualiza estratificación y se presenta muy terrosa.

Figura 23

Afloramiento de Limolitas en la Unidad Ciano

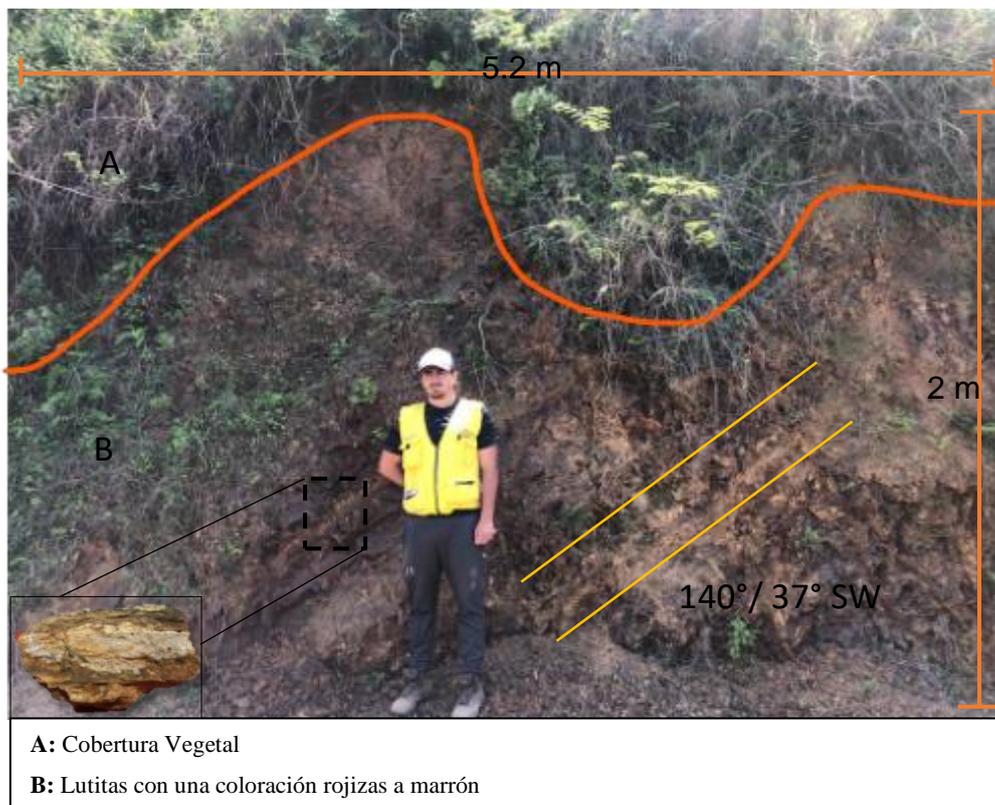


b) Lutitas

Se caracterizan por mostrar estratos y tonalidades que van del rojo al amarillo, como resultado de la acción del oxígeno en partículas compuestas por óxido de hierro (hematita o ferrihidrita) durante su formación. Su existencia en la región sugiere que se formaron en un entorno sedimentario lento, pacífico y con poca turbulencia.

En la *Figura 24* se observa un afloramiento antrópico (AFM-066) de lutitas de 5,2 m de largo y 2 m de altura, ubicado al final de la vía de primer orden que corresponde al barrio Guallana (UTM: 653739 m, 9565447 m) (*Anexo 4*), la presencia de lutitas en estratificación inclinada, en general la roca tiene estructura física estratificada cuyos datos de yacencia son $140^{\circ}/37^{\circ}\text{SW}$ presenta una coloración marrón, grado de meteorización alto, con una gran capa vegetal en la parte superior del afloramiento. En muestra de mano (*véase Anexo 5*) la roca presenta textura clástica, tamaño de grano fino ($<1\text{mm}$), forma de los clastos redondeados. Mineralógicamente está compuesta por minerales principales como caolinita, montmorillonita, illita, clorita, con cuarzo, feldespatos potásicos, plagioclasas y hematita como minerales secundarios.

Figura 24
Afloramiento de Lutitas en la Unidad Ciano



c) Arenisca Volcánica

Las areniscas son de color café marrón, grano fino a medio, contienen mayormente líticas de origen volcánico, además de granos de plagioclasa alterada, cuarzo, sericita, granos de cuarzo microgranular y arcillas. En Loma Palo Gueso las areniscas, limolitas y lutitas constituyen secuencias rítmicas de color gris verdoso a negro, silicificadas y con parches de oxidación.

En la *Figura 25* se observa un afloramiento antrópico (AFM-098) de areniscas de 6.75 m de largo y 20 m de altura, ubicado en el sector Loma Palo Gueso (UTM: 656674m, 9566125m) (véase *Anexo 4*), en cuanto a la descripción de muestra de mano (MCM-061), las areniscas que conforman esta unidad geológica se presentan de manera homogénea, sin mostrar una estructura claramente definida. Son muy susceptibles a la desintegración y se desmoronan con facilidad. Asimismo, exhiben tonalidades rojizas o amarillentas debido a la presencia de óxido de hierro, lo que las hace de naturaleza ferruginosa, los minerales principales son cuarzo y los minerales accesorios feldespatos potásicos y micas (*Anexo 5*).

Figura 25

Afloramiento de Areniscas en la Unidad Ciano



6.1.4. Unidad Chaguarpamba

La unidad Chaguarpamba se visualiza al NW de la zona de estudio está constituida por una sucesión de tobas arenosas, aglomerados volcánicos y limolitas tobáceas (*ver Anexo 10*)

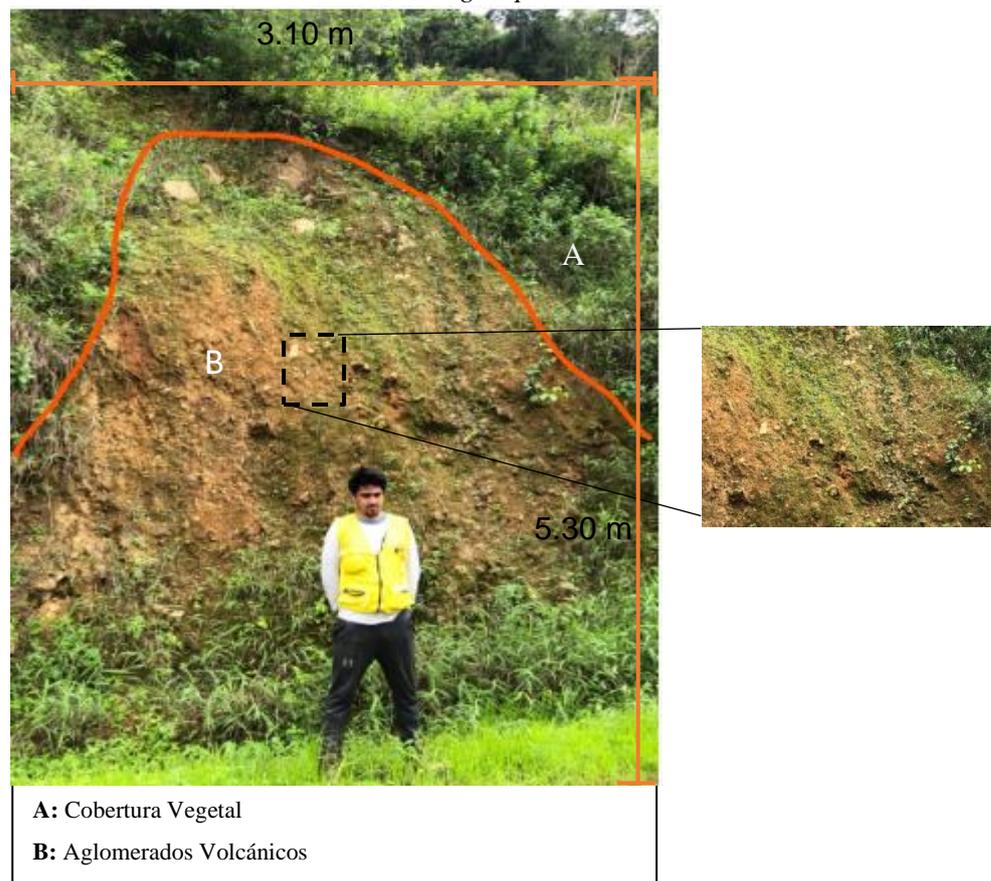
a) Aglomerados Volcánicos

Los aglomerados están constituidos por líticos de origen volcánico, soportados en escasa matriz limo-arenosa. Los líticos que conforman este material piroclástico se constituyen por materiales volcánicos, con una composición química básica a intermedia, una coloración grisácea - rojiza y se encuentran soportados por una matriz de composición arenosa - tobácea

En la *Figura 26* se observa un afloramiento antrópico (AFM-077) de areniscas volcánica de 3.10 m de largo y 5.30 m de altura, ubicado en el sector Ramírez (UTM: 652532 m, 9566975 m) (*ver Anexo 4*), se conforma por clastos redondeados y angulares de origen volcánico; se encuentran soportados en una matriz arenosa – tobácea y los líticos se constituyen por rocas volcánicas (andesitas basálticas), con una coloración gris – verdosa, textura porfirítica (10% de fenocristales de plagioclasa y clinopiroxeno y 90% de matriz arenosa - tobácea), estructura masiva, granulometría irregular, con una baja alteración y con presencia de dendritas de manganeso (manganito).

Figura 26

Afloramiento de Aglomerados Volcánicos en la Unidad Chaguarpamba



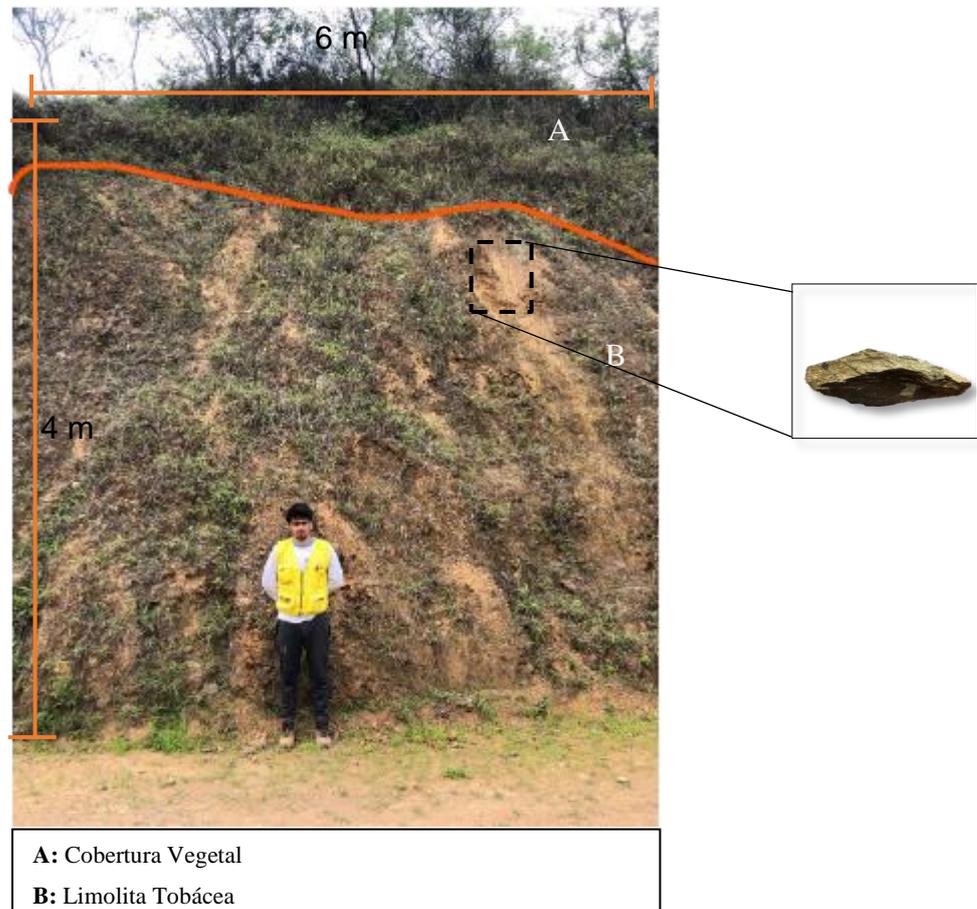
b) Limolita Tobácea

Las limolitas tobáceas se aprecian en las zonas de mayor altitud de la Unidad Chaguarpamba, se caracterizan por estar constituidas por al menos un 25% de piroclastos, un diámetro promedio de clastos de 1/16 – 1/256 mm.

En la *Figura 27* se representa este sedimento tobáceo en un afloramiento antrópico (AFM-072) localizado en el barrio Ramírez Pamba (UTM: 652949 m, 9567034 m) (Véase *Anexo 4*) y, presenta dimensiones de 4 m de altura y 6 m de ancho. La muestra de mano (MCM-072) presenta una coloración de tonos amarillos y rojizos. Su textura es detrítica con granulometría fina, oscilando entre 1/16 y 1/256 mm, y los fragmentos son angulosos, otorgándole una sensación áspera al tacto. Se aprecia una alta meteorización en su superficie. La distribución de los componentes es regular. Su matriz es arcillosa y está cementada con materiales ferruginosos. En cuanto a su composición mineralógica, contiene cuarzo, feldespatos, minerales limosos, vidrio volcánico, óxidos de hierro como hematita y ferrihidrita, además de minerales accesorios como sericita, circón, augita y biotita (*Anexo 5*).

Figura 27

Afloramiento de Limolitas Tobáceas en la Unidad Chaguarpamba



6.1.5. Unidad Celica

La Unidad Celica (Cretácico inferior) se ubica considerablemente al Este y al Centro de la zona de estudio, abarcando una superficie de reducida, se compone litológicamente se compone por: andesitas porfiríticas, andesitas basálticas y tobas volcánicas (*ver Anexo 10*).

a) Andesitas Basálticas

Se visualiza otro tipo de roca volcánica con características propias de una andesita basáltica; es decir, coloración grisácea debido a la presencia de minerales ferromagnesianos (olivino, piroxeno, anfíboles y plagioclasa rica en calcio) pero con feldespatos potásicos con composiciones químicas típicas de las andesitas.

En la *Figura 28* el cual es un afloramiento antrópico (AFM-122) ubicado en la vía de primer orden Chivatos-Olmedo Centro (UTM: 654753 m, 9563517 m) (*véase Anexo 4*), presenta 3.40 m de alto y 20 m de ancho, La muestra de mano (MCM-122) se caracteriza por ser un tipo de roca ígnea volcánica. se presenta una coloración gris, textura afanítica - hipocristalina, estructura masiva, granos finos, cristales anhedrales, compuesta por minerales ferromagnesianos, medianamente meteorizada y con fracturas rellenas de SiO₂ y sulfuros (pirita diseminada) (*Anexo 5*).

Figura 28

Afloramiento de Andesitas Basálticas en la Unidad Celica



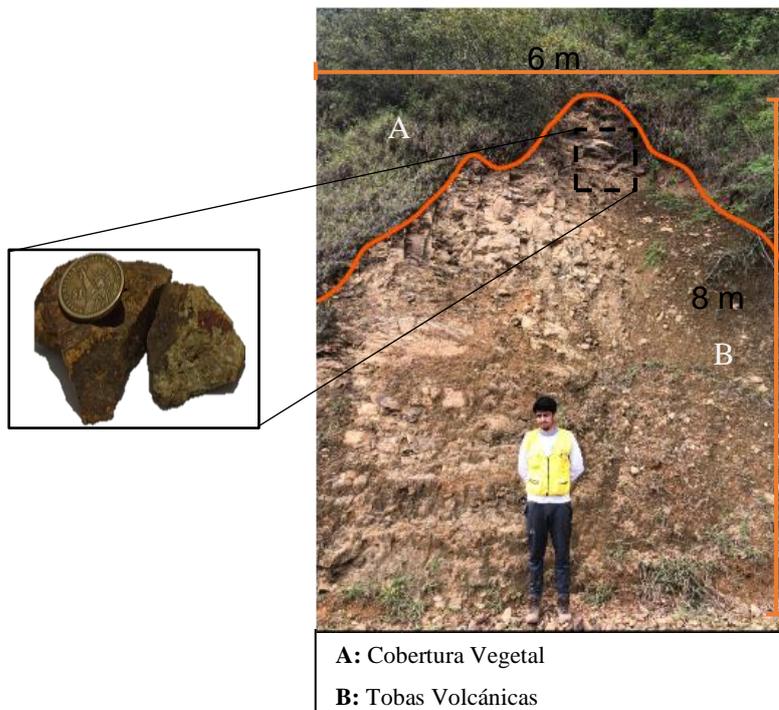
b) Tobas Volcánicas

Este material al manifestar generalmente coloraciones claras, se deduce que está relacionado a un magmatismo ácido a intermedio; es decir, se compone aproximadamente por un 50 a 55% de SiO₂ y por la coexistencia de minerales, tales como: cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, anfíbol, moscovita y biotita. Por otra parte, según el diagrama de Schmid (1981) este material piroclástico se puede clasificar como una toba cristalina (toba de cristales), debido a que presenta una composición principalmente cristalina (augita, sanidina y cuarzo) y con menores porcentajes de líticos y vidrio.

En la *Figura 29* se plasma un afloramiento antrópico (AFM-121) de 8m de alto, 6m de ancho y ubicado en la vía que une los barrios La Sidra – Pangarillas (UTM: 655236 m, 9563091 m) (*ver Anexo 4*). Correspondiente a la muestra de mano (MCM-121), exhibe las siguientes características: coloración amarillenta, medianamente meteorizadas, ligeras, de textura porfirítica (5% de fenocristales y 95% de matriz limosa), granulometría media (1 – 5 mm) y de forma irregular, mineralógicamente se compone por elementos volcánicos y se visualiza una ligera afectación de metamorfismo debido al clivaje que se observa (*Anexo 5*).

Figura 29

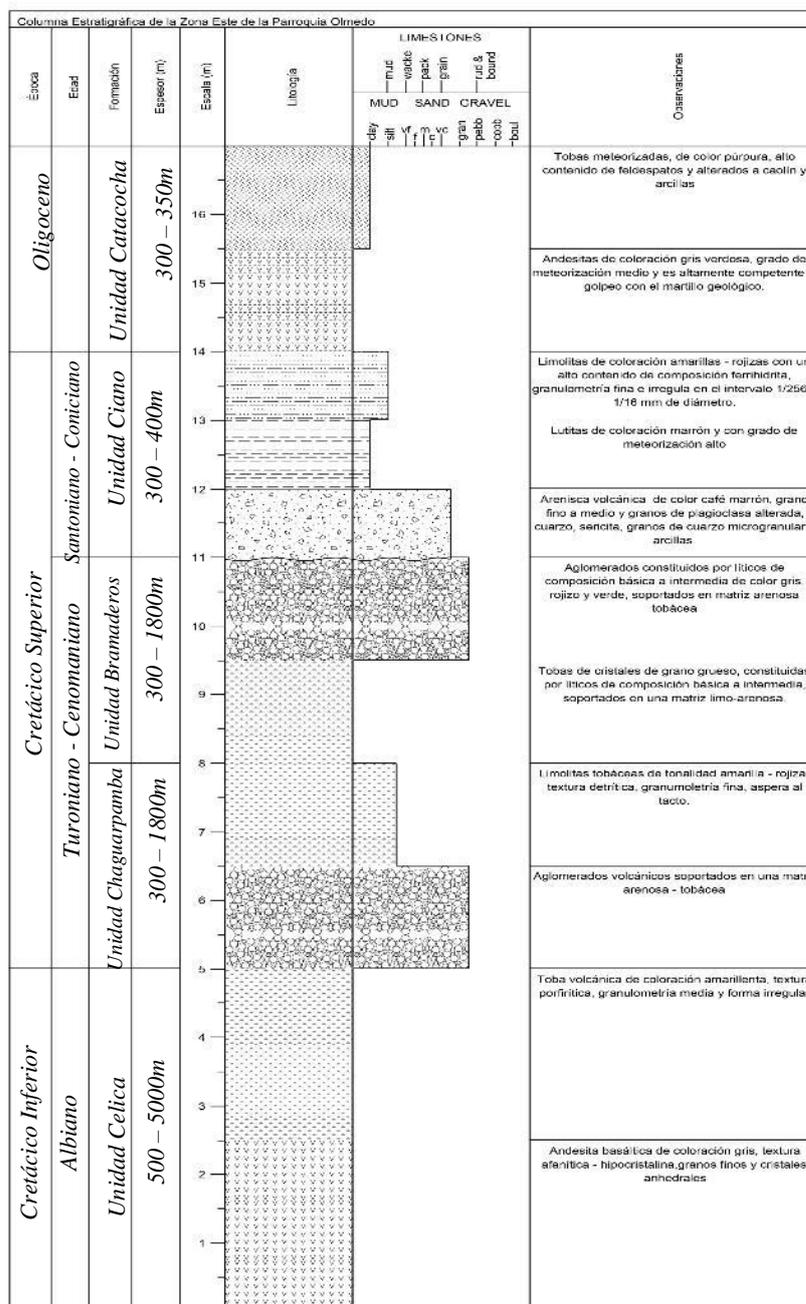
Afloramiento de Tobas Volcánicas en la Unidad Celica



6.2. Estratigrafía

Figura 30

Sucesión Estratigráfica de las Unidades Geológicas de la Zona Este de la Parroquia Olmedo



Una vez procesada la información observada en campo se elaboró una columna estratigráfica para representar la sucesión en profundidad de las cinco unidades geológicas, motivo por el cual, para establecer los espesores de cada unidad, se usó de base el trabajo de pregrado, denominado: *Estudio gravimétrico transversal meridional de la Cordillera de los Andes, con fines de evaluación tectónica y profundidad cortical del basamento. Tramo río Puyango – Loja*, de (Dávila B, 2017); los espesores de cada litología se determinaron en base

a una relación altimétrica de los afloramientos observados en campo y las edades de las unidades geológicas se citaron del *Proyecto Modelo Piloto para la determinación del Potencial Geológico – Mineralógico de las Zona Zaruma y Cariamanga* de (Pilatasig et al., 2013).

Por lo tanto, la sucesión estratigráfica general e interpretativa de la zona Este de la parroquia Olmedo, se compone por un basamento de tipo volcánico – volcanoclástico del Cretácico Inferior: Albiano y con espesores de 500 – 5000m; es decir, la Unidad Celica que subyace en contacto concordante a la Unidad Chaguarpamba y Bramaderos, ambas del Cretácico Superior: Turoniano– Cenomaniano), con espesores de 300 – 1800m, y compuestos por materiales de tipo volcanoclásticos. Seguidamente las unidades descritas previamente subyacen discordantemente con la Unidad Ciano (Cretácico Superior: Santoniano–Coniciano) de tipo sedimentaria, con espesores de 300 – 400m y subyaciendo con la Unidad Catacocha (Oligoceno); caracterizada por ser un emplazamiento de materias volcánicos y volcanoclásticos con espesores de 300 – 350m (*ver Figura 30*).

6.3. Geología Estructural

La zona de estudio se ha visto sometido a esfuerzos que han originado fallas y diaclasas debido a una deformación frágil o de ruptura por causa de un aumento rápido e intenso de esfuerzo, y así como también por pliegues producto de deformaciones plásticas.

En la hoja geológica de Zaruma, en el área que comprende la zona Este de la parroquia Olmedo se reconocen algunas fallas inferidas y estructuras planares como diaclasas inclinadas, diaclasas verticales y estratificaciones inclinadas. Sin embargo, en base a la fotointerpretación siguiendo los lineamientos del Manual de fotogeología de (López Vergara, 1988) y a las salidas de campo se definió nuevas estructuras como pliegues, fallas inferidas y observadas.

6.3.1. Pliegues

Los pliegues son una de las estructuras más comunes que afectan a los materiales geológicos, formados como consecuencia de la deformación plástica, producto de la acción de esfuerzos tectónicos de compresión que ocurren en la corteza terrestre. Por lo tanto, los pliegues se forman en materiales que responden a un comportamiento plástico o deformable.

En este sentido al N de la zona de estudio se visualiza un pliegue sinclinal inclinado por las siguientes razones: En la *Figura 31* se indica un afloramiento antrópico (AFM-090) ubicado en el sector Loma Palo Grueso (UTM: 654869 m, 9566820 m) (*ver Anexo 4*), en la Unidad Chaguarpamba y con la característica principal de presentar un pliegue sinclinal inclinado (ángulo de inclinación del plano axial diferente de 0° y 90°), con un dato estructural de 141°/40°SW y el material plegado corresponde en la parte superior de los flancos a limolitas y

en la parte inferior material disgregado. Por otra parte, la información previamente mencionada se contrasta con otro afloramiento antrópico cercano al antes mencionado, es decir en la *Figura 32* (AFM-089) se observa un pliegue sinclinal, con datos estructurales: $139^{\circ}/ 41^{\circ}$ SW, el material se identifica como limolitas en la parte superior de los flancos, mientras que en la parte inferior se encuentra material disgregado. Esta distinción en la composición del terreno es fundamental para comprender la geología y la dinámica de la zona de estudio. (ver Anexo 4)

Figura 31
Pliegue Sinclinal Inclinado

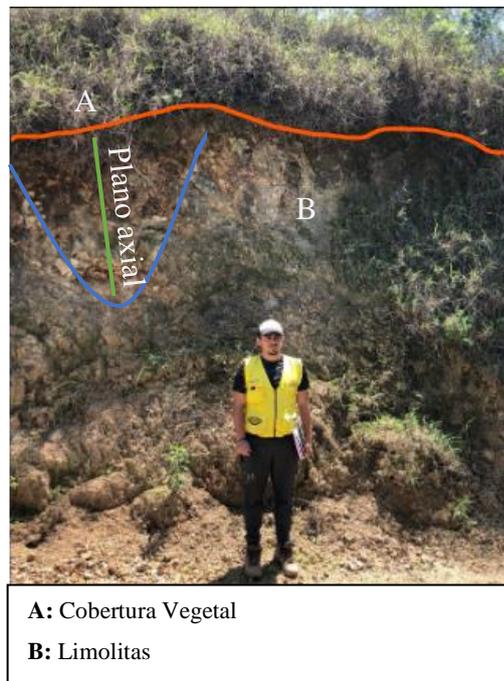
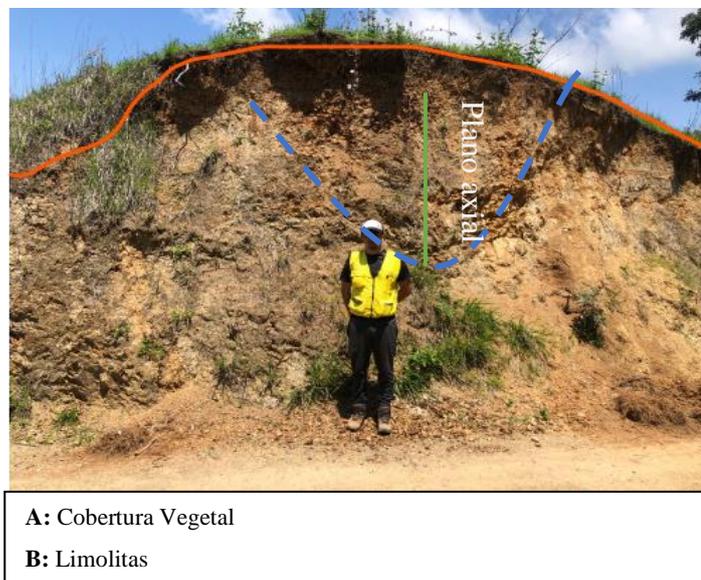


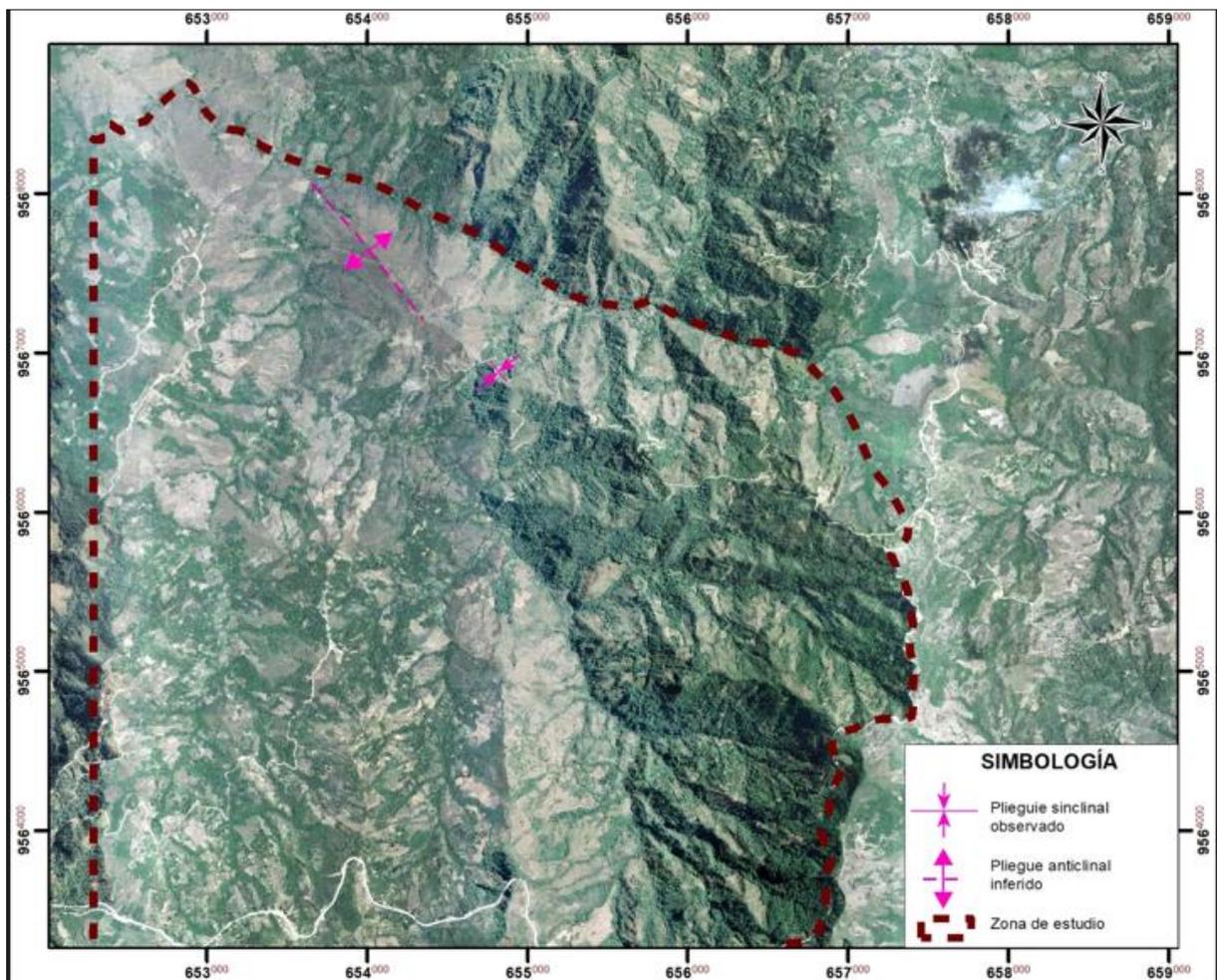
Figura 32
Pliegue Sinclinal



Como indica el Anexo 6, se identificó mediante la fotointerpretación un pliegue periclinal de doble inmersión (D9) ubicado al NE de la zona de estudio, la estructura interpretada se hace en base a su forma, además, en las zonas indicadas con el rumbo y dirección de buzamiento se observa exposición de la roca que puede interpretarse como un anticlinal asimétrico, donde el flanco hacia el noreste de la ortofoto tiene menor ángulo de buzamiento que el flanco suroeste.

Figura 33

Mapa de Pliegues de la Zona Este de la Parroquia

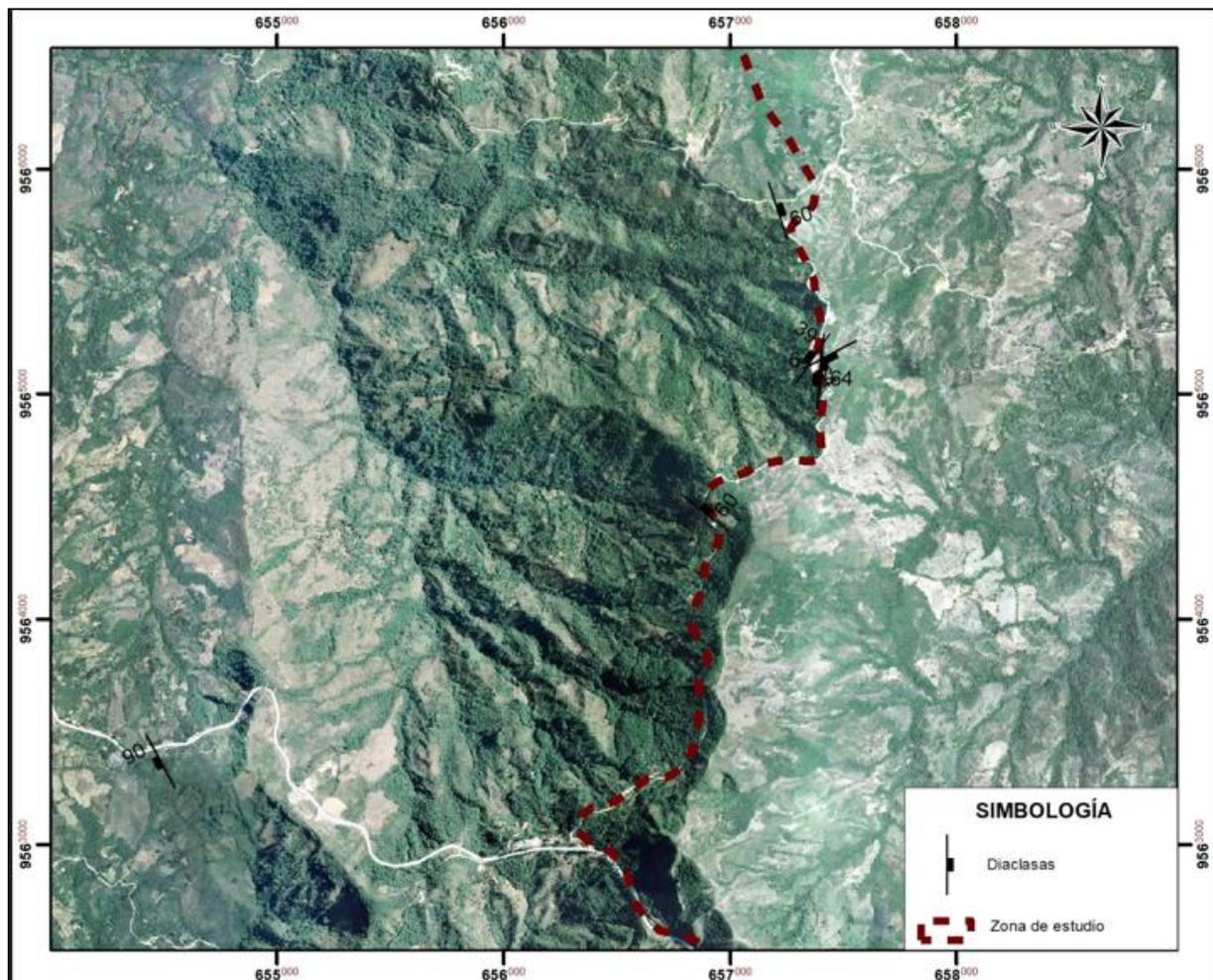


6.3.2. Diaclasas

Una diaclasa es una fractura en las rocas que no va acompañada de deslizamiento de los bloques excepto una mínima separación transversal, principalmente se desarrollan en miembros competentes de una serie más que en incompetentes.

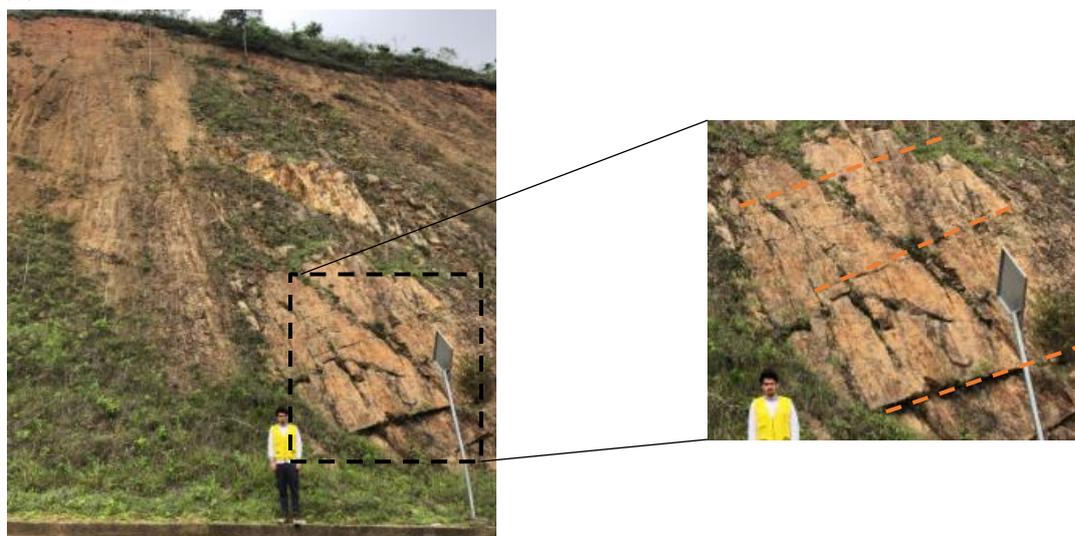
En general, las diaclasas de la zona de estudio medidas en campo (ver Figura 34) corresponden a diaclasas inclinadas, que se caracterizan por ser estructuras que se dispersan en su mayoría de NW al SE.

Figura 34
Diaclasas del Sector Olmedo



Una ejemplificación, de tales características se puede visualizar en la *Figura 35*; donde se observa una familia de diaclasas inclinadas en la matriz rocosa situadas en sector Guallana (UMT: 654444, 9563426) (AFM-046) y caracterizado por presentar un azimut de 152° , una inclinación de 90° y una dirección de buzamiento al SW (véase Anexo 4).

Figura 35
Diaclasas del Sector



6.3.3. Fallas

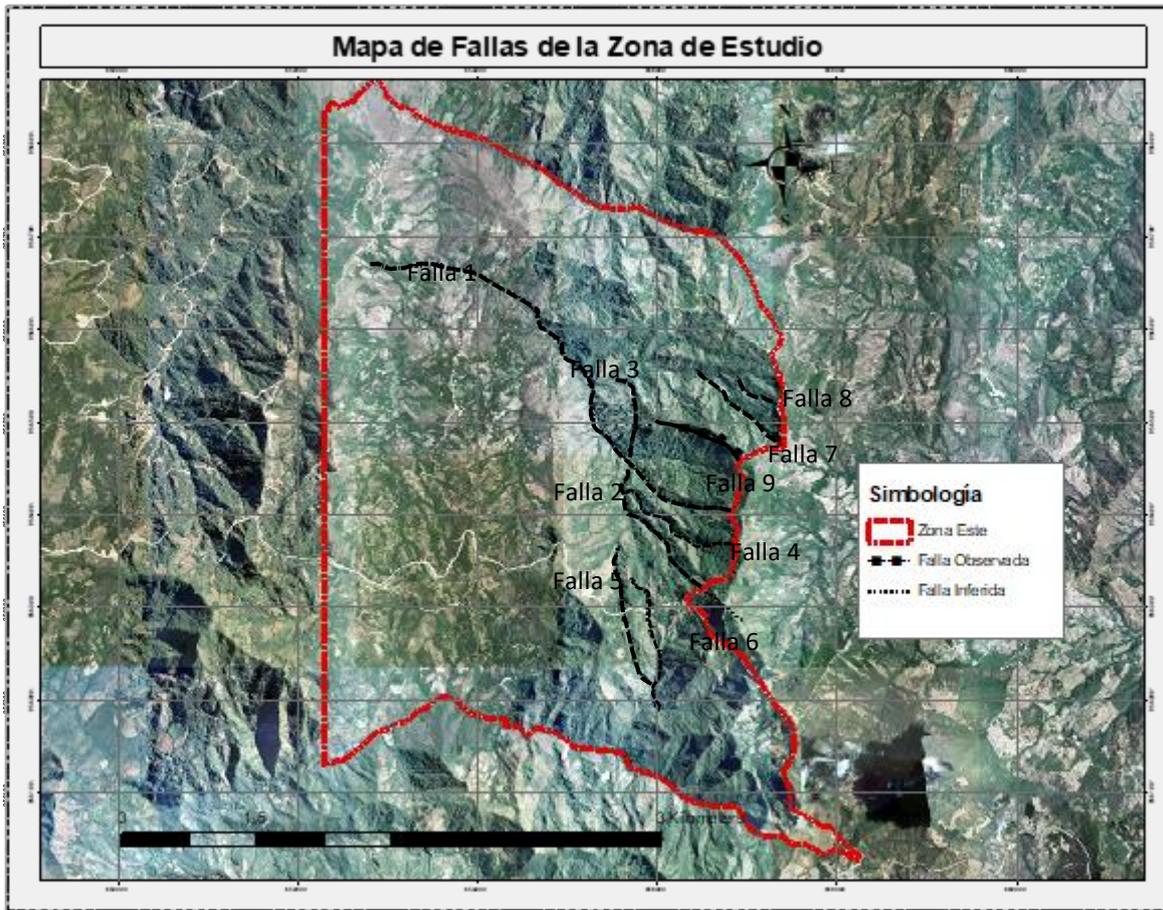
Mediante el análisis de las fotos aéreas que comprende la zona de estudio pudo determinar algunas fallas inferidas, en base a características, tales como: alineamientos estructurales, facetas triangulares, escarpes de falla, red de drenaje, cambios de tono, desplazamientos de bloque, entre otras, y a las respectivas salidas de campo corroborativas. (véase Anexo 7)

La zona Este de la parroquia Olmedo dispone de un sistema de fallas ubicadas principalmente al NE y SE del área de trabajo con un sentido preferencial SE – NW y SW – NW, principalmente afloran en quebradas y contactos litológicos y se constituyen por: 8 fallas inferidas y una falla normal observada (ver Figura 36).

Tabla 6
Fallas Cartografiadas de la Zona Este de Olmedo

N	Fallas	Tipo de Falla	Longitud aproximada (Km)
1	Falla 1	Falla Inferida	5.5
2	Falla 2	Falla Inferida	2.40
3	Falla 3	Falla Inferida	0.95
4	Falla 4	Falla Inferida	1.52
5	Falla 5	Falla Inferida	1.65
6	Falla 6	Falla Inferida	1.60
7	Falla 7	Falla Inferida	1.30
8	Falla 8	Falla Inferida	0.60
9	Falla 9	Falla Normal Observada	1.27

Figura 36
Mapa de Fallas Encontradas en el Área de Estudio



Falla Inferida 1: En el área de trabajo se aprecia una falla geológica (D1) que atraviesa la parroquia Olmedo en sentido SE-NW. Esta falla es la que tiene mayor longitud aproximada con 5.5 Km respecto hacia las otras fallas, esta falla pasa por dos quebradas que son la Huaquilla y la Tarapo Sotaña, además se evidencia facetas triangulares que son características de la cinemática de la falla ubicada en la zona, del mismo modo es la zona con mayor vegetación, ya que el otro bloque ha sufrido erosión causada por el paso de las quebradas antes mencionadas, se evidencia en la topografía cierta flexura que indican la cinemáticas de la falla (*ver Anexo 7*).

Falla Inferida 2: Esta Falla (D2) tiene una longitud aproximada de 2.40 Km, se encuentra en la zona SE de la zona de estudio con un sentido SE-NW y se trunca con la falla 1. Se denota por el control estructural en la topografía. Este tipo de falla del mismo modo se interpreta por la alineación topográfica, pero además se puede evidenciar la diferencia topográfica pronunciada en ambos lados de la traza interpretada, exposición de la superficie o escarpe de falla bastante alta. (*ver Anexo 7*).

Falla Inferida 3: Se evidencia una falla geológica (D3) que se encuentra en el sector NE del área de trabajo con un sentido SW-NW, además cuenta con una longitud aproximada

de 0.95 Km, esta atraviesa el área de estudio y que se define como falla normal. Su interpretación se basa en la alineación topográfica, su forma semi parábola, y por la exposición de su superficie o escarpe de falla (*ver Anexo 7*).

Falla Inferida 4: En el sector NE del área de trabajo se aprecia una falla geológica (D4) con una longitud aproximada de 1.52 Km que atraviesa el área de estudio en sentido SE-NW. se visualiza que la falla podría extenderse hacia el W; sin embargo, se denota en el relieve que la alineación se suaviza o va desapareciendo; razón por la cual se podría truncar con la falla 2, de igual forma esta falla se interpreta por la alineación topográfica, pero además se puede evidenciar la diferencia topográfica pronunciada en ambos lados de la traza interpretada, exposición de la superficie o escarpe de falla bastante alta y además es subparalela a esta, exposición de la superficie de falla y la zona encerrada muestra su posible cinemática, del tipo normal (*ver Anexo 7*).

Falla Inferida 5: Esta falla (D5) cuenta con una longitud aproximada de 1.65 Km, la cual presenta una dirección SW – NE y su denotación se debe a que manifiesta un parentesco rectilíneo, donde se puede evidenciar una variación en la elevación topográfica; es decir una ensilladura de falla, esta se forma en zonas que han sido sometidas a fuerzas de compresión (*ver Anexo 7*).

Falla Inferida 6: La falla (D6) exterioriza una longitud aproximada de 1.60 Km, la misma que tiene un paralelismo bien notorio con la falla 5, por lo que esta falla se encuentra en la misma zona y con el mismo sentido de dicha falla. Se interpreta esta falla con su exposición de superficies o escarpe de fallas con facetas triangulares, asimismo se puede observar en la zona contraria a la faceta triangular existe un área erosionada (*ver Anexo 7*).

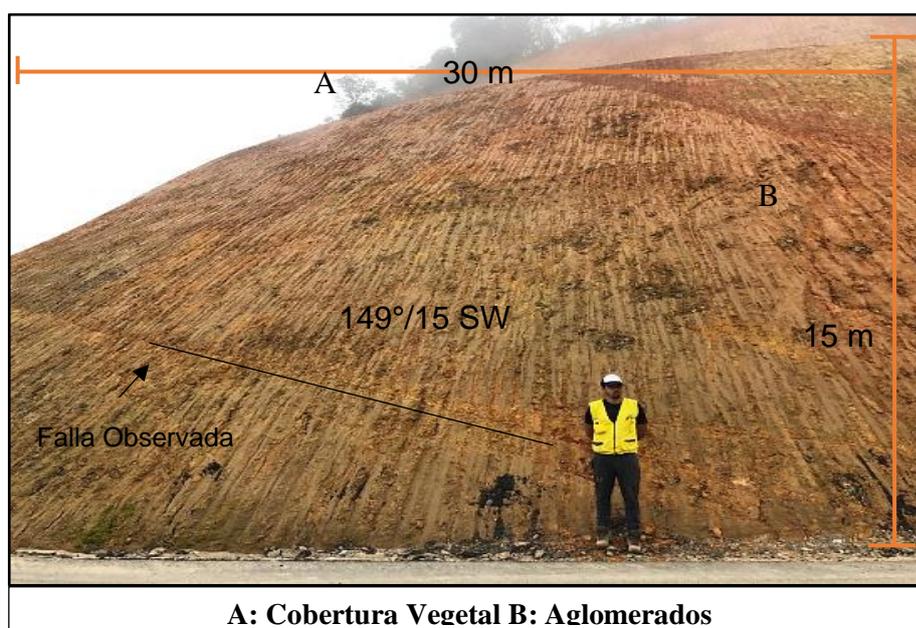
Falla Inferida 7: La falla (D7) se encuentra en la parte NE del área de trabajo, la misma cuenta con una longitud aproximada de 1.30 Km que se interpreta esta falla por la alineación en el terreno, además se puede evidenciar que existe la presencia de una corriente de agua natural, asimismo por la diferencia topográfica en ambos lados de la línea de su rumbo, tiene exposición de la superficie o escarpe de falla, pero además tiene algunas facetas topográficas erosionadas que pueden indicar un buzamiento al SW, que puede ser de transurrencia y normal (*ver Anexo 7*).

Falla Inferida 8: La falla (D8) denota una longitud aproximada de 0.60 Km, esta se encuentra en la parte NE de la zona de estudio y su presencia se infiere debido a la alineación geomorfológica evidente en el terreno. Además, se observar que presenta cierto grado de paralelismo con la falla número 7, lo que sugiere una posible relación o influencia tectónica en ambas estructuras (*Ver Anexo 7*).

Falla Observada 9: Se observó en campo en un afloramiento antrópico (AFM-124) ubicado en el sector Sonata (UTM: 656924 m, 9564601 m) (Ver Anexo 4). en una vía de primer orden, corresponde a una falla normal superficial producto de fuerzas de distensión, contrarias a las fuerzas comprensivas del interior. Estructuralmente presenta $149^{\circ}/15^{\circ}\text{SW}$, el material fallado corresponde a aglomerados de la Unidad Bramaderos. Siguiendo el alineamiento, la tonalidad más oscura y la diferencia topográfica que conlleva la estructura se logra inferir su extensión total, pudiendo así prolongarla hacia el SW, quedando definido de SW-NE su sentido (ver Figura 37).

Figura 37

Falla Normal de la Zona Sonata



6.4 Corte de Secciones Geológicas Locales

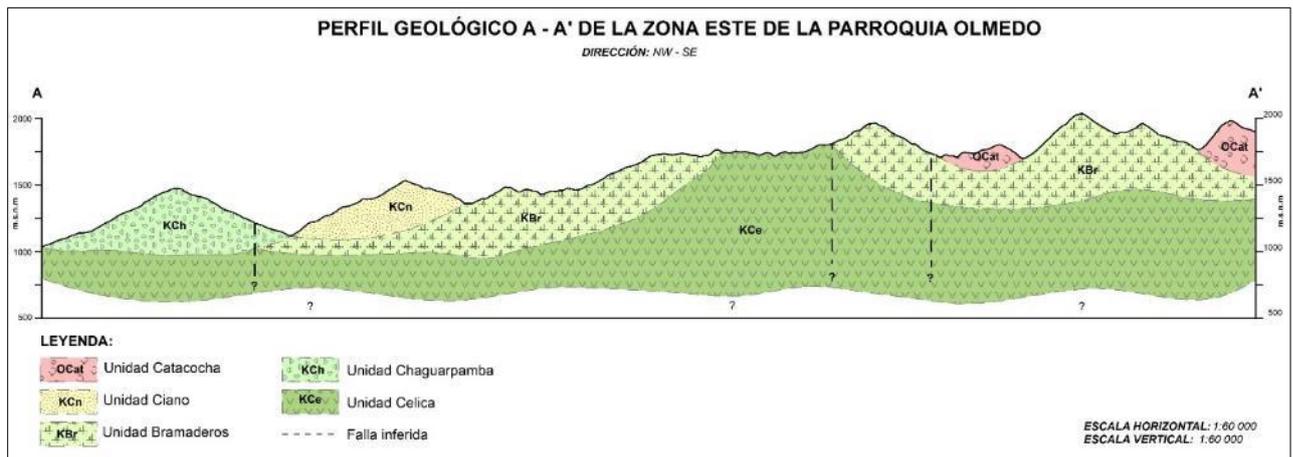
Una vez elaborado el mapa geológico – estructural de la zona este de la parroquia Olmedo a escala 1: 10 000 y con la finalidad de conocer la disposición de las unidades geológicas en profundidad, se elaboró un perfil geológico – estructural interpretativo con una dirección NW – SE y abarcando la mayor cantidad de unidades estructurales del mapa. La ejecución del corte geológico se efectuó en base a la metodología establecida en el libro Mapas Geológicos (Explicación e Interpretación) de (Martínez, 1981) y se consideraron los espesores de cada unidad litológica establecida en la tesis de pregrado denominada “Estudio gravimétrico transversal meridional de la Cordillera de los Andes, con fines de evaluación tectónica y profundidad cortical del basamento. Tramo río Puyango- Loja” de (Dávila B., 2017).

El corte geológico A - A` en el flanco NW (punto A) aflora inicialmente la Unidad Chaguarpamba (Cretácico Superior: Turoniano - Cenomaniano) que se conforma por materiales volcanoclásticos y suprayace en contacto concordante con la Unidad Celica (Cretácico Inferior:

Albiano); esta unidad constituye el basamento de la zona de estudio, se compone por materiales volcánicos - volcanoclásticos y aflora en superficie en el centro del corte geológico, separando en contacto concordante a la Unidad Bramaderos (Turoniano Cenomaniano), la misma que se compone por materiales volcanoclásticos y a la vez subyace con las Unidades Ciano (Cretácico Superior: Santoniano – Coniciano) de tipo sedimentaria y Catacocha (Oligoceno) con un espécimen volcánico - volcanoclástico; establecidas ambas como las Unidades más jóvenes del área de trabajo y por productos de esfuerzos de compresión se denota un cierto plegamiento. Por otra parte, en la zona de estudio se evidencian deformación de ruptura por causa de esfuerzos que originan a la vez fallas inferidas de tectónica indeterminada; es decir no presenta elementos de yacencia para su caracterización y por ello su representación en profundidad se plasma como una línea vertical discontinua (*ver figura 38*).

Bajo este fundamento, se reconstruye la historia geológica del área de trabajo, dando como resultado lo siguiente: En el Cretácico Inferior: Albiano se da origen a la Unidad Celica, posteriormente se impone en el Turoniano-Cenomaniano las Unidades Bramaderos y Chaguarpamba y finalmente se deposita las Unidades Ciano y Catacocha en el Cretácico Superior: Santoniano – Coniciano y en el Oligoceno respectivamente.

Figura 38
Perfil Geológico A-A' de la Zona Este de La Parroquia Olmedo



7. Discusión

Con el método de mapeo de afloramientos se obtuvo información litológica actualizada de la zona Este de la parroquia Olmedo con variaciones considerables a la información previamente establecida en el área de trabajo, es decir, en la Carta geológica de Regional de Zaruma de 1980, elaborado en base al levantamiento geológico de Kennerley, y por El Instituto Geológico de Ciencias, Gran Bretaña 1970 escala 1:100000 que menciona la existencia de una unidad geológica compuesta por: andesitas, pórfidos andesíticos, tobas andesíticas, y aglomerados. Así mismo en la carta geológica regional de Zaruma de 2013 IIGE (PROYECTO "MODELO PILOTO PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL GEOLÓGICO-MINERALÓGICO DE LAS ZONAS ZARUMA Y CARIAMANGA A ESCALA 1:100 000") nombran 6 unidades geológicas, teniendo una diferencia notable en el número de unidades geológicas identificadas con la carta previamente mencionada. Bajo estos antecedentes previamente descritos, se obtuvo un mapa geológico local a escala 1:10000 con información precisa, actualizada y detallada de las unidades geológicas de la zona Este de la parroquia Olmedo, la misma que se compone por 5 unidades litoestratigráficas diferentes, tales como: Unidad Bramaderos, Unidad Catacocha, Unidad Celica, Unidad Ciano, y Unidad Chaguarpamba.

Según la información recopilada en la tesis titulada "Levantamiento geológico – estructural a escala 1:10,000 de la zona Norte de la parroquia La Tingue, perteneciente al cantón Olmedo, provincia de Loja," escrita por Ojeda F.(2022), se pueden identificar notables similitudes en cuanto a la composición de materiales geológicos en tres unidades litoestratigráficas cruciales: la Unidad Celica, la Unidad Chaguarpamba y la Unidad Ciano. Este hallazgo no solo resalta la importancia de un análisis geológico exhaustivo, sino que también subraya la coherencia y continuidad de ciertas características geológicas en esta región particular.

Por otra parte, en términos estructurales, el área de estudio muestra la presencia de pliegues, diaclasas y fallas, tanto identificadas directamente como inferidas. Estas estructuras son el resultado de la deformación causada por los esfuerzos tectónicos que ocurren en la corteza terrestre a lo largo del tiempo geológico.

Los pliegues más evidentes se encuentran en la Unidad Ciano por su litología estratificada, sin embargo, existe un pliegue anticlinal ubicado en la zona NE de la zona de estudio, que afecta a la Unidad Chaguarpamba. En la zona de estudio, la geología está influenciada por diversas fallas geológicas, algunas de las cuales han sido identificadas directamente y otras han sido deducidas mediante inferencias geológicas, dentro de las cuales

resaltan la falla inferida 1, ya que se evidencia cierta flexura que indica la cinemática de la falla, en donde tiene una componente dextral con un sentido SE-NW, así mismo se tiene la falla observada normal en la ubicación NW del área de investigación, entre los barrios Sotana-Santa Cruz del Huato sobresaliendo en la Unidad Celica.

8. Conclusiones

- La región oriental de la parroquia Olmedo se encuentra conformada por un total de cinco unidades litoestratigráficas: La Unidad Chaguarpamba al Norte con un área de 6.6 km², la Unidad Celica ubicada al NE y SW con 2.6 Km², la Unidad Bramaderos la cual se encuentra al SW con una superficie 12,2 Km², la Unidad Ciano se ubica al Norte de la zona de estudio y se extiende desde SW-NE con una superficie de 4.6 Km² y la Unidad Catacocha ubicada al SE de la zona con 2.65 Km².
- La sucesión estratigráfica general e interpretativa de la zona Este de la parroquia Olmedo, se compone por un basamento de tipo volcánico – volcanoclástico del Cretácico Inferior: Albiano y con espesores de 500 – 5000m; es decir, la Unidad Célica que subyace en contacto concordante a la Unidad Chaguarpamba y Bramaderos, ambas del Cretácico Superior: Turoniano– Cenomaniano), con espesores de 300 – 1800m, y compuestos por materiales de tipo volcanoclásticos. Seguidamente las unidades descritas previamente subyacen discordantemente con la Unidad Ciano (Cretácico Superior: Santoniano–Coniciano) de tipo sedimentaria, con espesores de 300 – 400m y subyaciendo con la Unidad Catacocha (Oligoceno); caracterizada por ser un emplazamiento de materias volcánicos y volcanoclásticos con espesores de 300 – 350m.
- En la zona Este de la parroquia Olmedo se visualizó 2 pliegues: al N de la zona de estudio se localiza un pliegue sinclinal inclinado con un dato estructural de 141°/40°SW. Por otra parte, se determinó por fotointerpretación un pliegue periclinal de doble inmersión ubicado al NE de la zona de estudio.
- Las diaclasas de la zona de estudio medidas en campo corresponden a diaclasas inclinadas, que se caracterizan por ser estructuras que se dispersan en su mayoría de NW al SE. Por otro lado, se identificó un total de nueve fallas geológicas en la zona de investigación, de las cuales ocho son inferidas y una es directamente observada.
- El mapa geológico local a escala 1:10000 de la zona Este de la parroquia Olmedo se desarrolló con la agrupación de información preliminar (Topografía, Hidrografía, Geomorfología, Pendientes, Fotointerpretación, y Análisis de Muestra), seguidamente se realizó el primer borrador del mapa, posteriormente se sometió a un proceso de corroboración para elaborar mapa geológico estructural final.

9. Recomendaciones

- Adquirir ortofotos de mayor calidad y asegurarse de que estén actualizadas, con el objetivo de mejorar la identificación del drenaje, vegetación, tonos y las estructuras geológicas que se encuentren en la zona de estudio, de tal manera mejorar los estudios con mayor detalle a mayor escala
- Realizar investigaciones geofísicas en todas las formaciones geológicas presentes en la región de estudio con el propósito de establecer límites precisos y obtener una interpretación más detallada de las estructuras, espesores y profundidades.
- Realizar el uso de láminas delgadas de muestras de roca con el objetivo de analizar de mejor manera la mineralogía de las muestras obtenidas de las unidades geológicas de la zona de estudio.

10. Bibliografía

- A. G. Priego-Santander, E. Isunza- Vera, N. Luna-González y J. L. Pérez-Damián. (2003). *Método para realizar mapa de disección horizontal y vertical*. Obtenido de <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/1731>
- Abramson, L. (1996). "Engineering geology Principles". Slope stability and stabilization methods. *Wileyinterscience.*, 60-106.
- Andrade, B., & Gavilanes, H. (2004). *Introducción a la Ingeniería de Túneles*. Ecuador: A.I.M.R.
- Arellano, J. (s. f.). *Correlación Estratigráficas*. Obtenido de {Diapositiva Power Point}: <http://usuarios.geofisica.unam.mx/gvazquez/yacimientosELIA/zonadesplegar/Clases/Clase%2020%20Correlacion%20estratigrafica.pdf>
- Babín, R., & Gomez, D. (2010). Problemas de Geología Estructural. *Universidad Complutense de Madrid*.
- Camargo, J. (2004). *Manual de geología estructural*. Bogotá: Universidad Surcolombiana.
- Camargo, J. A. (2004). *Manual de Geología Estructural*. Colombia: Universidad Surcolombiana.
- Castro, Y. (2022). *Principios y elementos de la fotointerpretación*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia .
- Duque, G. (2013). *Manual de Geología para ingenieros*. Manizales, Colombia.
- Eduardo, L. (2017). *Manual de Levantamiento Geológico*. Universidad Nacional de la Plata.
- F. Lutgens y E. Tarbuck . (2005). *Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física*. (8° ed). Madrid, España: Pearson S.A.
- GAD de Olmedo. (2015). *Plan de Ordenamiento Territorial* . Olmedo: GAD.
- GAD del Cantón Olmedo. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial* . Olmedo: GAD .
- GAD del Cantón Olmedo. (2019). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Del Cantón Olmedo. *Municipio de Olmedo*.
- García, F. (1964). *Curso Básico de Topografía*. árbol editorial.
- Geoinnova. (11 de Agosto de 2021). *Qué es un SIG, GIS o Sistema de Información Geográfica*. Obtenido de <https://normas-apa.org/referencias/ejemplos/>
- Gil, A., Galé, C., Oscar Pueyo, Arranz, E., & Uribe, T. (2002). *La Fábrica Magnética de Los Lamprófidos Alcalinos del Plutón Granitoideo de Panticosa. Aplicación al Análisis de La Etapa Extensional Del Magmatismo Tardivarisco Pirenaico (Provincia De Huesca)*. Universidad de Zaragoza.

- Gisbert, J., Moreno, H., & Ibáñez, S. (s.f.). *Ciclo Litológico y Rocas*. Universidad de Valencia.
- González, K. (2016). *Levantamiento Geológico-Estructural de la Zona Sur de la parroquia Saraguro, del Cantón Saraguro provincia de Loja Escala 1:50000*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Gutiérrez J. y Gould, M. (1994). En *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, España.
- Hans, N. (1999). *APUNTES DE GEOLOGÍA ESTRUCTURAL PRIMERA PARTE: ESTRUCTURAS FRÁGILES*. Antofagasta.
- Hernández, M. Q. (2011). *Tecnologías de la información geográfica, cartografía, fotointerpretación, teledetección y sig*. Madrid: Salamanca.
- INEC. (2010). *Fascículo Provincial Loja*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/loja.pdf>
- Instituto Espacial Ecuatoriano . (2015). *Generación de Geoinformación Para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional. Geomorfología. Metodología*.
- IGM. (2013). *"Proyecto de Generación de Geoinformación a Escala 1:25000 a nivel nacional"*. Instituto Geográfico Militar .
- Johann Alvarez, J. M. (2014). *Tonos en la Fotointerpretación*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/johannalvarezperez/tono-textura-patrones>
- James Gilluly, A. W. (1964). *Principios de Geología*. Aguilar.
- Lanzone, G. (s.f.). *Geología Aplicada a la Ingeniería Civil y al Medio Ambiente*. Geología Aplicada a la Ingeniería Civil y al Medio Ambiente.
- Lillo, J., & Oyarzan, R. (2013). *Geología Estructural Aplicada a la Minería y Explotación Minera*. GEMM.
- Lugo Hubp, J. (1988). *Elementos de geomorfología aplicada (Métodos cartográficos)*. México: Instituto de Geografía, UNAM.
- Lutgens, T. y. (2005). *Ciencias de la Tierra*. Madrid: Person Hall.
- Lyell, C. (1830). *Principios de la Geología*. Fifth.
- Maitre, L. (2002). *Igneous Rocks, a classification and glossary of terms*. Cambridge.
- Martínez, J. (1981). *Mapas geológicos (Explicación e interpretación)*. Madrid: Paraninfo.
- Morocho, M. (2017). *“Levantamiento Geológico-Estructural de la Zona Norte de la parroquia Saraguro del Cantón Saraguro de la Provincia de Loja A Escala 1:50.000”*. Universidad Nacional de Loja.
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Cepal.

- Naranjo. (2015). *Patrones de drenajes y ejemplificaciones reales de fotografías aéreas*. Universidad de Caldas.
- Ospino, M. (2023). *Explorock*. Obtenido de Grupo Corporativo ESG: <https://www.explorock.com/texturas-tonos-drenajes-fotografias-aereas/>
- Otaño, J., & Blanco, R. (1988). *Nociones de Minería*. ENPES.
- Ovejero, A. (2015). *Cristalografía y Óptica Mineral*. Catamarca: Científica Universitaria.
- Proaño, G. (2010). *Aplicaciones de la Fotointerpretación de las Ciencias de la Geología*. ESPOL.
- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*.
- Suarez. (1998). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales*. Bucaramanga: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos.
- UNL. (2013). Plan de Estudios ajustados 2013. *Universidad Nacional de Loja*.
- Vallejo, L. (2002). *Ingeniería Geológica*. Pearson.

11. Anexos

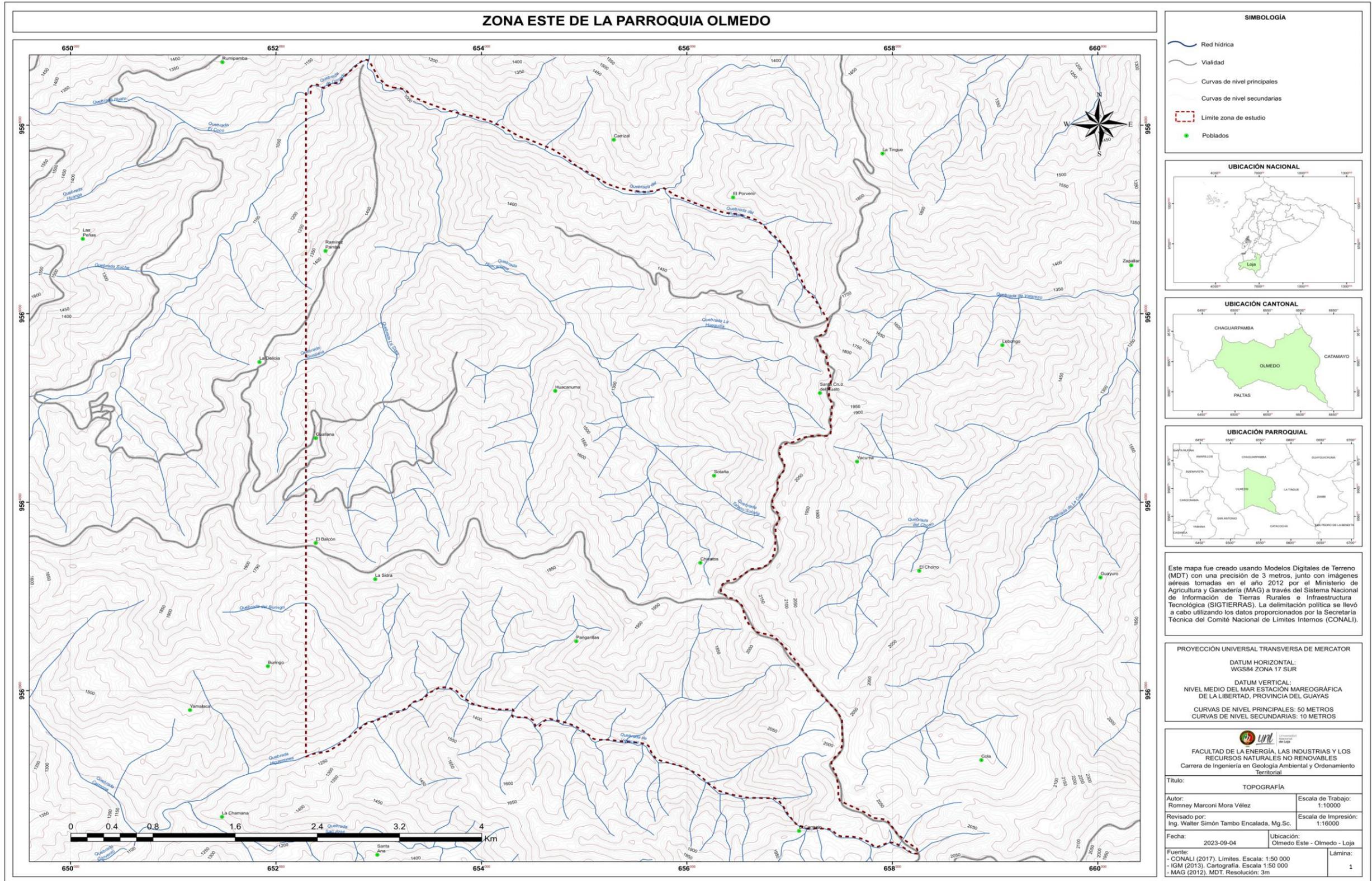
Anexo 1 . Ficha de Descripción y Etiquetas

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA			
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables <i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>			
	<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>			
Afloramiento	AFM-000	Muestra	MCM-000	Descripción Litológica
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023	
Ubicación				
<i>Provincia</i>				
<i>Cantón</i>				
<i>Parroquia</i>				
<i>Sector</i>				
Coordenadas				
<i>Datum</i>				
<i>X</i>				
<i>Y</i>				
<i>Z</i>				
Características				
<i>Tipo de afloramiento</i>				
Medidas				
<i>Largo</i>				
<i>Alto</i>				
Tipo de Material				
<i>Ambiente</i>				
<i>Meteorización</i>				
<i>Tipo de Roca</i>				
<i>Datos estructurales</i>				
Registro Fotográfico				

FICHAS DE DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS			
Responsable:	Romney Mora	N° Ficha	0
Tipo de la muestra:	Afloramiento	Código de la muestra	MCM-00
FOTOGRAFÍA:	DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
	<i>Características de los componentes</i>		
	Color		
	Textura		
	Estructura		
	Tamaño del grano		
	Forma de los clastos		
	% Fenocristales		
	% matriz		
DATOS DE UBICACIÓN			
<i>País/Provincia/Cantón /Parroquia</i>			
<i>Sector:</i>			
INFORMACIÓN DE COORDENADAS (Sistema de Proyección WGS84)		CONTENIDO DE MINERALES	
Este		<i>Minerales Principales</i>	
Norte		<i>Minerales Accesorios</i>	
Altitud (msnm)		<i>Grado de Meteorización</i>	
Análisis de Laboratorio: Si () No ()		Nombre de la roca	
Lámina delgada: Si () No ()		Observaciones	

ETIQUETAS DE TOMA DE MUESTRAS DE ROCA			
Código	MCM	Coordenadas UTM DATUM: WGS84	X
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez		Y
			Z
Referencias			
Observación			

Anexo 2. Mapa Topográfico a Escala 1:10 000 de la Este de la Parroquia Olmedo.



Anexo 3 . Listado de Afloramientos

Código	Este	Norte	Elevación
AFM-001	654444	9563426	1848
AFM-002	655781	9566422	1487
AFM-003	654198	9563507	1838
AFM-004	653956	9563817	1821
AFM-005	653694	9563419	1798
AFM-006	653550	9563370	1794
AFM-007	653073	9563290	1776
AFM-008	652971	9563254	1766
AFM-009	652510	9563347	1714
AFM-010	652408	9564844	1557
AFM-011	652422	9564693	1550
AFM-01	652423	9564636	1543
AFM-013	652448	9564540	1531
AFM-014	652474	9564482	1520
AFM-015	652323	9564416	1506
AFM-016	652191	9564288	1504
AFM-017	652370	9564111	1508
AFM-018	652635	9564019	1510
AFM-019	653137	9564094	1493
AFM-020	653481	9564431	1467
AFM-021	653494	9564592	1478
AFM-022	653739	9565447	1485
AFM-023	651722	9564739	1604
AFM-024	651742	9564960	1578
AFM-025	651657	9565111	1559
AFM-026	652439	9566246	1467
AFM-027	652449	9566472	1452
AFM-028	652949	9567034	1413

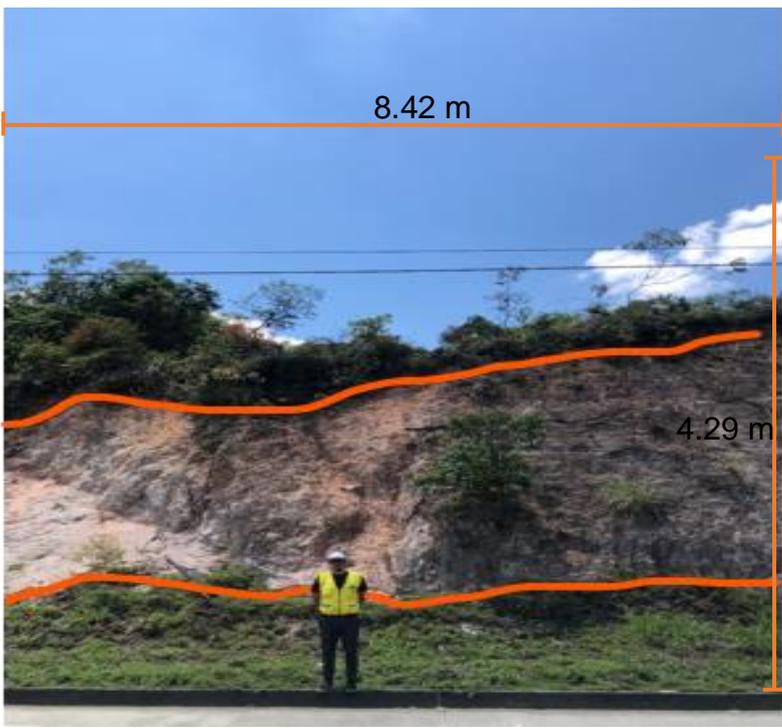
AFM-029	652967	9567159	1406
AFM-030	652980	9567517	1366
AFM-031	652625	9567161	1337
AFM-032	652532	9566975	1326
AFM-033	652443	9566917	1312
AFM-034	652349	9566869	1298
AFM-035	653380	9562979	1741
AFM-036	653796	9563016	1727
AFM-037	654289	9562829	1676
AFM-038	654552	9562387	1600
AFM-039	654795	9566840	1356
AFM-040	654869	9566820	1373
AFM-041	655044	9566793	1360
AFM-042	655081	9566723	1358
AFM-043	655176	9566733	1358
AFM-044	655315	9566671	1378
AFM-045	656544	9567272	1372
AFM-046	656029	9566156	1567
AFM-047	656674	9566125	1673
AFM-048	656768	9566098	1685
AFM-049	656806	9566010	1688
AFM-050	657391	9565965	1750
AFM-051	654127	9562936	1695
AFM-052	653256	9563177	1766
AFM-053	653477	9562947	1735
AFM-054	653741	9562994	1718
AFM-055	654329	9562762	1666,
AFM-056	652706	9567395	1335
AFM-057	656929	9564415	1952

AFM-058	656889	9563508	1963
AFM-059	656858	9564096	1977
AFM-060	656870	9563769	2021
AFM-061	656579	9563289	1968
AFM-062	656403	9563150	1966
AFM-063	657403	9561837	1920
AFM-064	657251	9562045	1848
AFM-065	656872	9562515	2006
AFM-066	657364	9565818	2004
AFM-067	657299	9565684	2002
AFM-068	657386	9565151	1978
AFM-069	657505	9560846	1799
AFM-070	657436	9561739	1963
AFM-071	657201	9562141	1855
AFM-072	654320	9563435	1853
AFM-073	653988	9563697	1830
AFM-074	652659	9566793	1450
AFM-075	652866	9566991	1430
AFM-076	655236	9563092	1916
AFM-077	654753	9563517	1857
AFM-078	657440	9565395	1940
AFM-079	656924	9564601	1940
AFM-080	654355	9562225	1892
AFM-081	656261	9563031	1892
AFM-082	657432	9565010	1894
AFM-083	657415	9565062	1898
AFM-084	657384	9565134	1885
AFM-085	657366	9565195	1884
AFM-086	657391	9565222	1895

AFM-087	657464	9565288	1901
AFM-088	657445	9565393	1867
AFM-089	657363	9565461	1849
AFM-090	657357	9565577	1842
AFM-091	657311	9565683	1812
AFM-092	657247	9565752	1801
AFM-093	657290	9565765	1794
AFM-094	657422	9565974	1774
AFM-095	656565	9562824	1777
AFM-096	656574	9562811	1745
AFM-097	656599	9562777	1745
AFM-098	656622	9562689	1749
AFM-099	656711	9562607	1729
AFM-100	656310	9563032	1719
AFM-101	656408	9563156	1709
AFM-102	656759	9563309	1700
AFM-103	656898	9563558	1694
AFM-104	656888	9563630	1686
AFM-105	656875	9563690	1678
AFM-106	656848	9563708	1669
AFM-107	656949	9564443	1661
AFM-108	656945	9564636	1653
AFM-109	657169	9564695	1644
AFM-110	657289	9564709	1636
AFM-111	657432	9565010	1628
AFM-112	657415	9565062	1619
AFM-113	657384	9565134	1611
AFM-114	657366	9565195	1602
AFM-115	657391	9565222	1594

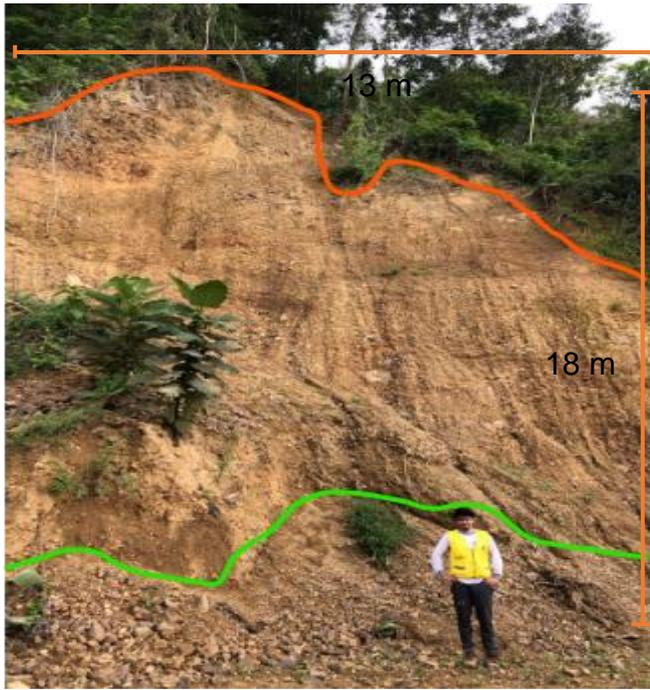
AFM-116	657464	9565288	1586
AFM-117	657445	9565393	1577
AFM-118	657363	9565461	1569
AFM-119	658598	9560173	1561
AFM-120	657513	9560805	1552
AFM-121	657452	9561236	1544
AFM-122	657505	9561678	1536
AFM-123	657432	9561784	1527
AFM-124	657429	9561818	1519

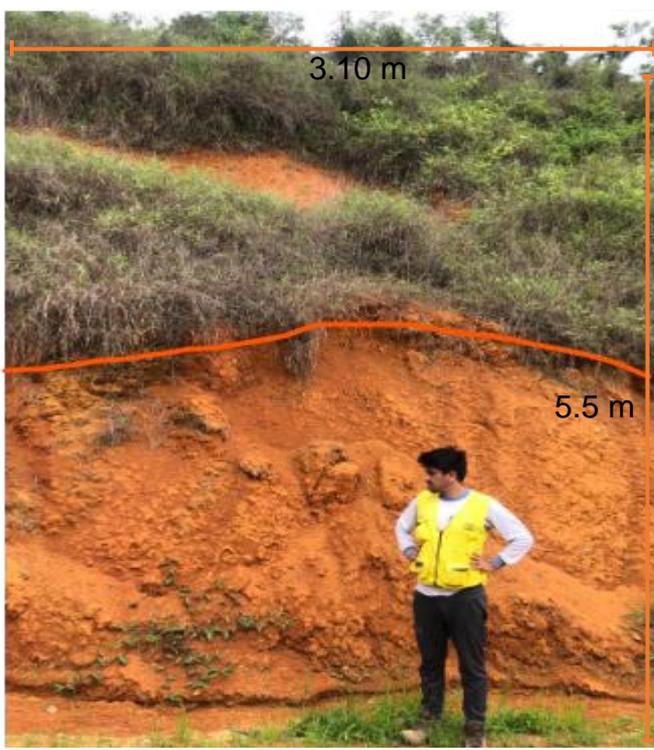
Anexo 4 . Descripción de Afloramientos Principales

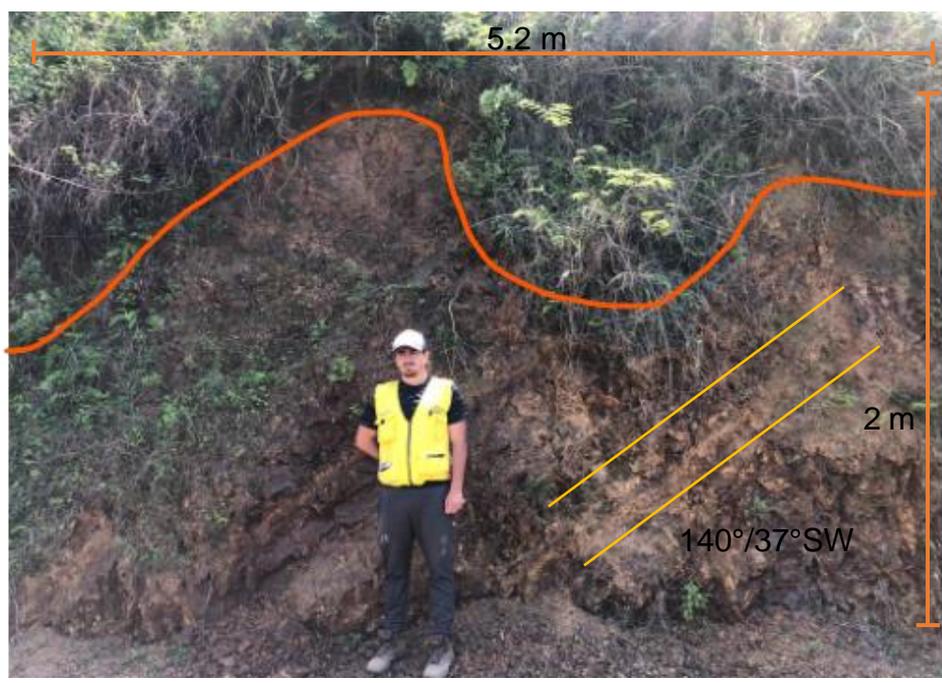
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA				
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables <i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>				
	<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>				
Afloramiento	AFM-109	Muestra	MCM-109	Descripción Litológica "Se observa una estructura piroclástica con granos de tamaño que va desde fino (menos de 1 mm) a medio (1-5 mm). Los clastos tienen una forma irregular, compuestos por un 10% de fenocristales y el 90% restante de matriz limosa. Los minerales esenciales presentes son principalmente feldespatos, acompañados por minerales secundarios como epidota, cuarzo, prehnita y minerales opacos"	
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023		
Ubicación					
<i>Provincia</i>	Loja				
<i>Cantón</i>	Olmedo				
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este				
<i>Sector</i>	Loma Cayanchi				
Coordenadas					
<i>Datum</i>	WGS 84				
<i>X</i>	65657251 m				
<i>Y</i>	9562045 m				
<i>Z</i>	1848,67 m				
Características					
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico				
Medidas					
<i>Ancho</i>	8.42 m				
<i>Alto</i>	4.29 m				
Tipo de Material					
<i>Ambiente</i>	Ígneo				
<i>Meteorización</i>	Volcánica				
<i>Tipo de Roca</i>	Tobas Masivas				
<i>Datos estructurales</i>	-				
Registro Fotográfico					
					

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA				
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables				
	<i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>				
<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>					
Afloramiento	AFM-110	Muestra	MCM-110	Descripción Litológica Se observa puntualmente al SE de la zona de estudio en la Trocal Sierra con dimensiones tales como 30.36m de largo y 20.60 m de altura, ubicado en el sector Chivatos donde se evidencia el cuello volcánico que la contiene. En campo presenta estructura masiva, coloración gris verdosa, grado de meteorización medio y es altamente competente al golpeo con el martillo geológico.	
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023		
Ubicación					
<i>Provincia</i>	Loja				
<i>Cantón</i>	Olmedo				
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este				
<i>Sector</i>	Chivatos				
Coordenadas					
<i>Datum</i>	WGS 84				
<i>X</i>	6568726 m				
<i>Y</i>	9562515 m				
<i>Z</i>	2006.80 m				
Características					
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico				
Medidas					
<i>Ancho</i>	30.36 m				
<i>Alto</i>	19.34 m				
Tipo de Material					
<i>Ambiente</i>	Ígneo				
<i>Meteorización</i>	Volcánica				
<i>Tipo de Roca</i>	Andesita Porfírica				
<i>Datos estructurales</i>	-				
Registro Fotográfico					
					

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA				
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables				
	<i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>				
<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>					
Afloramiento	AFM-051	Muestra	MCM-051	Descripción Litológica "presenta estructura masiva, coloración marrón, grado de meteorización alto. Cabe mencionar que las tobas volcánicas son la litología con menos proporción en comparación con los aglomerados volcánicos" "	
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023		
Ubicación					
<i>Provincia</i>	Loja				
<i>Cantón</i>	Olmedo				
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este				
<i>Sector</i>	La Sidra				
Coordenadas					
<i>Datum</i>	WGS 84				
<i>X</i>	653072,93 m				
<i>Y</i>	9563289,53 m				
<i>Z</i>	1776,26 m				
Características					
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico				
Medidas					
<i>Ancho</i>	12 m				
<i>Alto</i>	4,90 m				
Tipo de Material					
<i>Ambiente</i>	Ígneo				
<i>Meteorización</i>	Volcánica				
<i>Tipo de Roca</i>	Toba Volcánica				
<i>Datos estructurales</i>	-				
Registro Fotográfico					
					

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA			
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables <i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>			
	<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>			
Afloramiento	AFM-087	Muestra	-	
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023	
Ubicación				
<i>Provincia</i>	Loja			
<i>Cantón</i>	Olmedo			
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este			
<i>Sector</i>	La Sidra - Pangarillas			
Coordenadas				
<i>Datum</i>	WGS 84			
<i>X</i>	654329 m			
<i>Y</i>	9562762 m			
<i>Z</i>	1666 m			
Características				
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico			
Medidas				
<i>Ancho</i>	13 m			
<i>Alto</i>	18 m			
Tipo de Material				
<i>Ambiente</i>	Ígneo			
<i>Meteorización</i>	Volcánica			
<i>Tipo de Roca</i>	Aglomerado Volcánico			
<i>Datos estructurales</i>	-			
Registro Fotográfico				
				
<p>Los aglomerados se encuentran compuestos principalmente por fragmentos de tamaño variable, preferentemente mayores a 64 mm, con una composición lítica andesítica. Estos fragmentos se hallan inmersos en una matriz que tiene características de arena y toba, y muestran signos de intensa meteorización.</p>				

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA			
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables			
	<i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>			
<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>				
Afloramiento	AFM-061	Muestra	MCM-061	Descripción Litológica particularidades: limolitas de coloración amarillenta, textura detritica o clástica, estructura física (producto del transporte y posterior depositación del material), granulometría fina e irregular, alta meteorización, no se visualiza estratificación y se presenta muy terrosa.
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023	
Ubicación				
<i>Provincia</i>	Loja			
<i>Cantón</i>	Olmedo			
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este			
<i>Sector</i>	Ramírez Pamba			
Coordenadas				
<i>Datum</i>	WGS 84			
<i>X</i>	652370 m			
<i>Y</i>	9564111 m			
<i>Z</i>	1508 m			
Características				
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico			
Medidas				
<i>Ancho</i>	3.10 m			
<i>Alto</i>	5.5 m			
Tipo de Material				
<i>Ambiente</i>	Sedimentario			
<i>Meteorización</i>	Alta			
<i>Tipo de Roca</i>	Limolita			
<i>Datos estructurales</i>	-			
Registro Fotográfico				
				

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA				
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables				
	<i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>				
<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>					
Afloramiento	AFM-066	Muestra	MCM-066	Descripción Litológica	
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023		
Ubicación					
<i>Provincia</i>	Loja				
<i>Cantón</i>	Olmedo				
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este				
<i>Sector</i>	Guallana				
Coordenadas					
<i>Datum</i>	WGS 84				
<i>X</i>	653739 m				
<i>Y</i>	9565447 m				
<i>Z</i>	1485 m				
Características					
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico				
Medidas					
<i>Ancho</i>	5.2 m				
<i>Alto</i>	2 m				
Tipo de Material					
<i>Ambiente</i>	Sedimentario				
<i>Meteorización</i>	Alta				
<i>Tipo de Roca</i>	Lutitas				
<i>Datos estructurales</i>	140°/ 37° SW				
Registro Fotográfico					
					

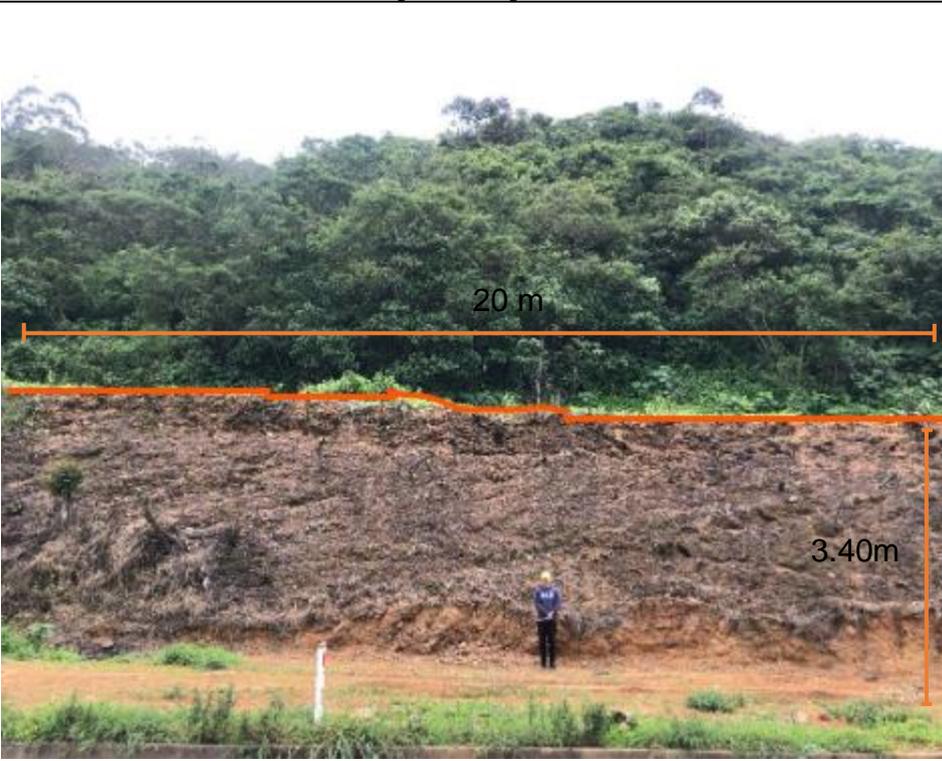
En campo presenta una coloración marrón, grado de meteorización alto, con una gran capa vegetal en la parte superior del afloramiento.

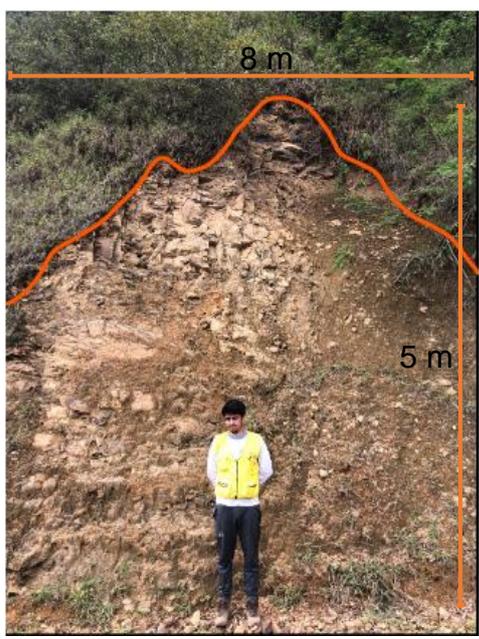
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA				
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables				
	<i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>				
<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>					
Afloramiento	AFM-098	Muestra	MCM-098	Descripción Litológica Las areniscas que conforman esta unidad geológica se presentan de manera homogénea, sin mostrar una estructura claramente definida. Son muy susceptibles a la desintegración y se desmoronan con facilidad. Asimismo, exhiben tonalidades rojizas o amarillentas debido a la presencia de óxido de hierro, lo que las hace de naturaleza ferruginosa	
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023		
Ubicación					
<i>Provincia</i>	Loja				
<i>Cantón</i>	Olmedo				
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este				
<i>Sector</i>	Loma Palo Grueso				
Coordenadas					
<i>Datum</i>	WGS 84				
<i>X</i>	656674m				
<i>Y</i>	9566125m				
<i>Z</i>	1673 m				
Características					
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico				
Medidas					
<i>Ancho</i>	6.75 m				
<i>Alto</i>	20 m				
Tipo de Material					
<i>Ambiente</i>	Ígneo				
<i>Meteorización</i>	Volcánica				
<i>Tipo de Roca</i>	Arenisca Volcánica				
<i>Datos estructurales</i>	-				
Registro Fotográfico					
					

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA				
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables				
	<i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>				
<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>					
Afloramiento	AFM-077	Muestra	MCM-077	Descripción Litológica Se conforma por clastos redondeados y angulares de origen volcánico; se encuentran soportados en una matriz arenosa – tobácea y los líticos se constituyen por rocas volcánicas (andesitas basálticas), con una coloración gris – verdosa, textura porfírica (10% de fenocristales de plagioclasa y clinopiroxeno y 90% de matriz arenosa - tobácea), estructura masiva, granulometría irregular, con una baja alteración y con presencia de dendritas de manganeso (manganito)	
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023		
Ubicación					
<i>Provincia</i>	Loja				
<i>Cantón</i>	Olmedo				
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este				
<i>Sector</i>	Ramírez Pamba				
Coordenadas					
<i>Datum</i>	WGS 84				
<i>X</i>	656674m				
<i>Y</i>	9566125m				
<i>Z</i>	1673 m				
Características					
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico				
Medidas					
<i>Ancho</i>	3.10 m				
<i>Alto</i>	5.30 m				
Tipo de Material					
<i>Ambiente</i>	Ígneo				
<i>Meteorización</i>	Volcánica				
<i>Tipo de Roca</i>	Aglomerado Volcánico				
<i>Datos estructurales</i>	-				
Registro Fotográfico					
					

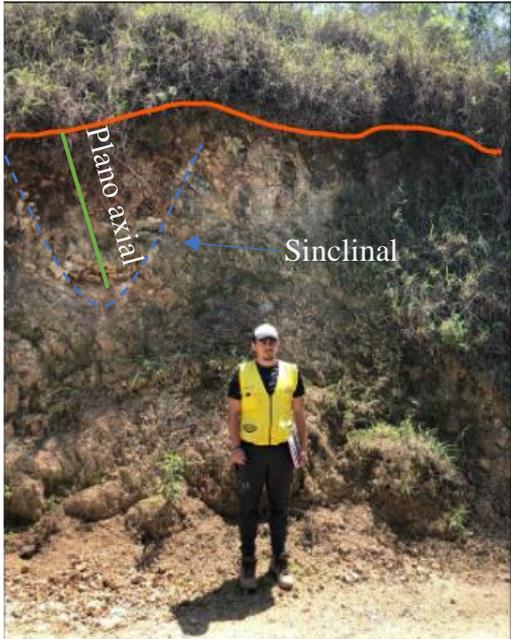
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA				
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables				
	<i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>				
<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>					
Afloramiento	AFM-072	Muestra	MCM-072	Descripción Litológica	
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023		
Ubicación					
<i>Provincia</i>	Loja				
<i>Cantón</i>	Olmedo				
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este				
<i>Sector</i>	Ramírez Pamba				
Coordenadas					
<i>Datum</i>	WGS 84				
<i>X</i>	652949 m				
<i>Y</i>	9567034m				
<i>Z</i>	1413 m				
Características					
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico				
Medidas					
<i>Ancho</i>	4 m				
<i>Alto</i>	6 m				
Tipo de Material					
<i>Ambiente</i>	Sedimentario				
<i>Meteorización</i>	Alta				
<i>Tipo de Roca</i>	Limolitas Tobáceas				
<i>Datos estructurales</i>	-				
Registro Fotográfico					
					

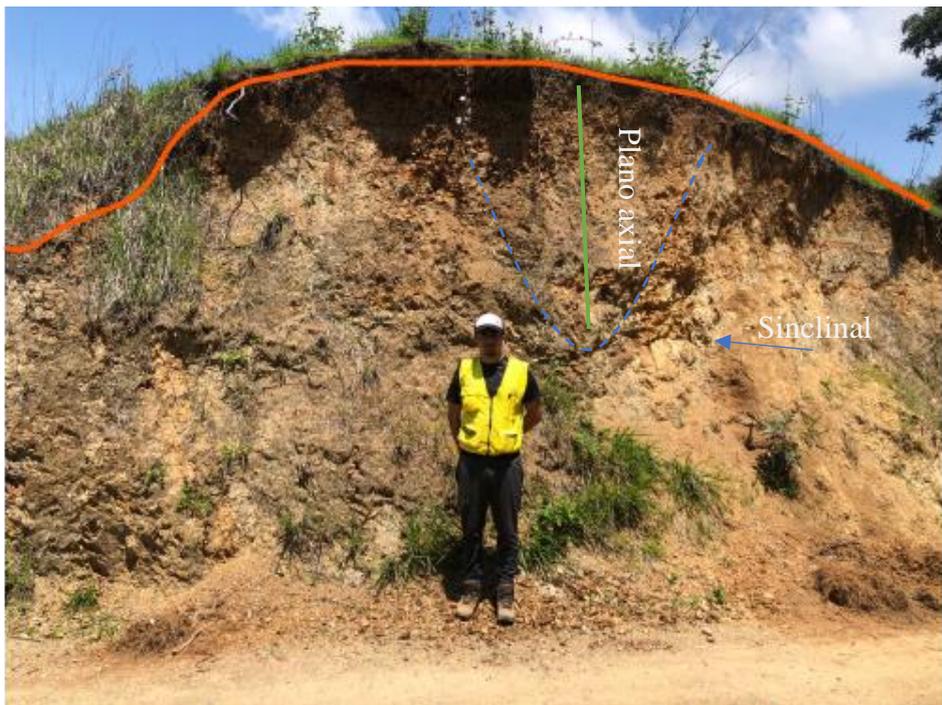
Su textura es detrítica con granulometría fina, oscilando entre 1/16 y 1/256 mm, y los fragmentos son angulosos, otorgándole una sensación áspera al tacto. Se aprecia una alta meteorización en su superficie. La distribución de los componentes es regular. Su matriz es arcillosa y está cementada con materiales ferruginosos

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA				
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables				
	<i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>				
<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>					
Afloramiento	AFM-122	Muestra	MCM-122	Descripción Litológica	
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023		
Ubicación					
<i>Provincia</i>	Loja				
<i>Cantón</i>	Olmedo				
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este				
<i>Sector</i>	Chivatos-Olmedo Centro				
Coordenadas					
<i>Datum</i>	WGS 84				
<i>X</i>	654753 m				
<i>Y</i>	9563517 m				
<i>Z</i>	1857 m				
Características					
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico				
Medidas					
<i>Ancho</i>	20 m				
<i>Alto</i>	3.40 m				
Tipo de Material					
<i>Ambiente</i>	Ígneo				
<i>Meteorización</i>	Volcánica				
<i>Tipo de Roca</i>	Andesita Basáltica				
<i>Datos estructurales</i>	-				
Registro Fotográfico					
				<p>Se caracteriza por ser un tipo de roca ígnea volcánica, de coloración gris, textura afanítica - hipocristalina, estructura masiva, granos finos, cristales anhedrales, compuesta por minerales ferromagnesianos, medianamente meteorizada y con fracturas rellenas de SiO₂ y sulfuros (pirita diseminada).</p>	

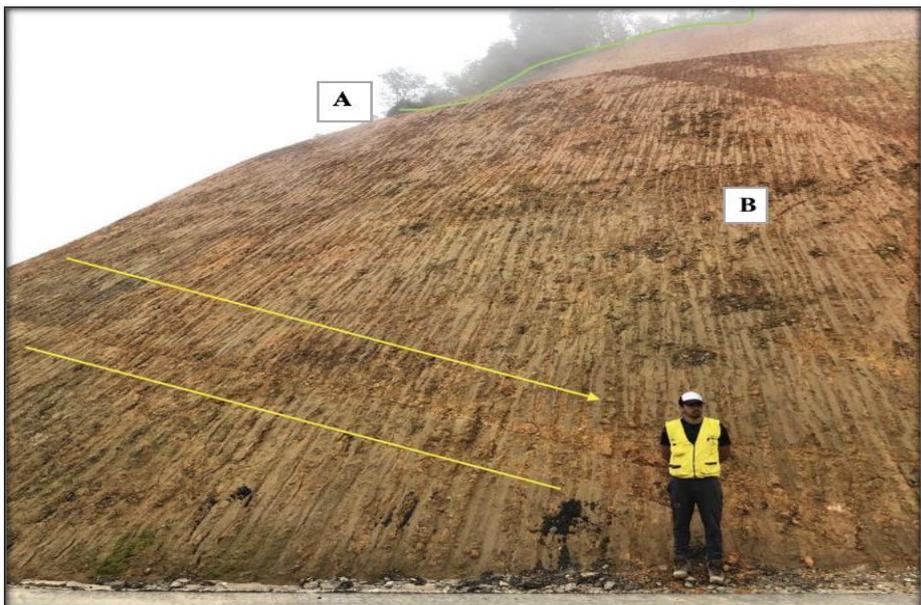
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA				
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables				
	<i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>				
<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>					
Afloramiento	AFM-121	Muestra	MCM-121	Descripción Litológica	
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023		
Ubicación					
<i>Provincia</i>	Loja				
<i>Cantón</i>	Olmedo				
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este				
<i>Sector</i>	La Sidra-Pangarillas				
Coordenadas					
<i>Datum</i>	WGS 84				
<i>X</i>	655236 m				
<i>Y</i>	9563091 m				
<i>Z</i>	1916m				
Características					
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico				
Medidas					
<i>Ancho</i>	8 m				
<i>Alto</i>	5 m				
Tipo de Material					
<i>Ambiente</i>	Ígneo				
<i>Meteorización</i>	Volcánica				
<i>Tipo de Roca</i>	Tobas Volcánicas				
<i>Datos estructurales</i>	-				
Registro Fotográfico					
					

Correspondiente a este material piroclástico, exhibe las siguientes características: coloración amarillenta, medianamente meteorizadas, ligeras, de textura porfírica (5% de fenocristales y 95% de matriz limosa), granulometría media (1 – 5 mm) y de forma irregular, mineralógicamente se compone por elementos volcánicos y se visualiza una ligera afectación de metamorfismo debido al clivaje que se observa.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA				
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables				
	<i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>				
<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>					
Afloramiento	AFM-090	Muestra	MCM-090	Descripción Litológica se observa un pliegue sinclinal inclinado (ángulo de inclinación del plano axial diferente de 0° y 90°) el dato estructural medido en campo es de 141°/40°SW Correspondiente a este material piroclástico, exhibe las siguientes características: coloración amarillenta, medianamente meteorizadas, ligeras, de textura porfirítica (5% de fenocristales y 95% de matriz limosa), granulometría media (1 – 5 mm) y de forma irregular, mineralógicamente se compone por elementos volcánicos y se visualiza una ligera afectación de metamorfismo debido al clivaje que se observa.	
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023		
Ubicación					
<i>Provincia</i>	Loja				
<i>Cantón</i>	Olmedo				
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este				
<i>Sector</i>	Loma Palo Grueso				
Coordenadas					
<i>Datum</i>	WGS 84				
<i>X</i>	654795 m				
<i>Y</i>	9566840 m				
<i>Z</i>	1356 m				
Características					
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico				
Medidas					
<i>Largo</i>	4 m				
<i>Alto</i>	2.80 m				
Tipo de Material					
<i>Ambiente</i>	Sedimentario				
<i>Meteorización</i>	Alto				
<i>Tipo de Roca</i>	Limolitas				
<i>Datos estructurales</i>	139°/41°SW				
Registro Fotográfico					
					

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA				
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables				
	<i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>				
<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>					
Afloramiento	AFM-089	Muestra	MCM-089	Descripción Litológica Se observa un pliegue sinclinal (ángulo de inclinación del plano axial no es diferente de 0° y 90°), El afloramiento antrópico donde se observa este pliegue está ubicado en el sector Loma Palo Gueso geológicamente en la Unidad Ciano al NW, el material corresponde en la parte superior de los flancos a limolitas y en la parte inferior material disgregado	
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023		
Ubicación					
<i>Provincia</i>	Loja				
<i>Cantón</i>	Olmedo				
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este				
<i>Sector</i>	Loma Palo Gueso				
Coordenadas					
<i>Datum</i>	WGS 84				
<i>X</i>	654789 m				
<i>Y</i>	9566904 m				
<i>Z</i>	1356 m				
Características					
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico				
Medidas					
<i>Largo</i>	4 m				
<i>Alto</i>	2.50 m				
Tipo de Material					
<i>Ambiente</i>	Sedimentario				
<i>Meteorización</i>	Alto				
<i>Tipo de Roca</i>	Limolitas				
<i>Datos estructurales</i>	130°/40°SW				
Registro Fotográfico					
					

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA				
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables				
	<i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>				
<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>					
Afloramiento	AFM-046	Muestra	MCM-046	Descripción Litológica El macizo rocoso se encuentra diaclasado y con un alto grado de meteorización	
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023		
Ubicación					
<i>Provincia</i>	Loja				
<i>Cantón</i>	Olmedo				
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este				
<i>Sector</i>	Loma Palo Grueso				
Coordenadas					
<i>Datum</i>	WGS 84				
<i>X</i>	654444 m				
<i>Y</i>	9563426 m				
<i>Z</i>	1848,67 m				
Características					
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico				
Medidas					
<i>Largo</i>	5 m				
<i>Alto</i>	3 m				
Tipo de Material					
<i>Ambiente</i>	Ígneo				
<i>Meteorización</i>	Andesita				
<i>Tipo de Roca</i>	Andesita				
<i>Datos estructurales</i>	152°/90° SW				
Registro Fotográfico					
					

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA				
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables				
	<i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>				
<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>					
Afloramiento	AFM-124	Muestra	MCM-124	Descripción Litológica El material fallado corresponde a aglomerados de la Unidad Bramaderos. Siguiendo el alineamiento, la tonalidad más oscura y la diferencia topográfica que conlleva la estructura se logra inferir su extensión total, pudiendo así prolongarla hacia el SW, quedando definido de SW-NE su sentido.	
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023		
Ubicación					
<i>Provincia</i>	Loja				
<i>Cantón</i>	Olmedo				
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este				
<i>Sector</i>	Sonata				
Coordenadas					
<i>Datum</i>	WGS 84				
<i>X</i>	656924 m				
<i>Y</i>	9564601 m				
<i>Z</i>	1940 m				
Características					
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico				
Medidas					
<i>Largo</i>	30 m				
<i>Alto</i>	15 m				
Tipo de Material					
<i>Ambiente</i>	Sedimentario				
<i>Meteorización</i>	Media				
<i>Tipo de Roca</i>	Limolitas				
<i>Datos estructurales</i>	149°/15 SW				
Registro Fotográfico					
					
A: Cobertura vegetal. B: Aglomerados					

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA			
	Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables			
	<i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>			
<i>Levantamiento geológico – estructural de la zona Este de la parroquia Olmedo, cantón Olmedo, provincia de Loja a escala 1:10000</i>				
Afloramiento	AFM-102	Muestra	MCM-102	Descripción Litológica
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	Fecha	04/09/2023	
Ubicación				
<i>Provincia</i>	Loja			
<i>Cantón</i>	Olmedo			
<i>Parroquia</i>	Olmedo Este			
<i>Sector</i>	Sonata			
Coordenadas				
<i>Datum</i>	WGS 84			
<i>X</i>	656896 m			
<i>Y</i>	9564475m			
<i>Z</i>	1952 m			
Características				
<i>Tipo de afloramiento</i>	Antrópico			
Medidas				
<i>Largo</i>	10 m			
<i>Alto</i>	3 m			
Tipo de Material				
<i>Ambiente</i>	Ígneo Sedimentario			
<i>Meteorización</i>	Media			
<i>Tipo de Roca</i>	Limolitas			
<i>Datos estructurales</i>	.			
Registro Fotográfico				
				Contacto: Formación Catacocha y Célica

Anexo 5. Descripción Petrográfica Macroscópica

FICHAS DE DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS			
Responsable:	Romney Mora	Nº Ficha	001
Tipo de la muestra:	Afloramiento	Código de la muestra	MCM-109
FOTOGRAFÍA:		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	
		<i>Características de los componentes</i>	
		Color	Purpura
		Textura	Piroclástica
		Estructura	Masiva
		Tamaño del grano	<1mm
		Forma de los clastos	Irregular
		% Fenocristales	10 %
		% matriz	90 %
DATOS DE UBICACIÓN			
<i>País/Provincia/Cantón /Parroquia</i>		Ecuador/Loja/Olmedo/Olmedo Este	
<i>Sector:</i>		Loma Cayanchi	
INFORMACIÓN DE COORDENADAS (Sistema de Proyección WGS84)		CONTENIDO DE MINERALES	
Este	657431 m	<i>Minerales Principales</i>	Feldespatos
Norte	9561783 m	<i>Minerales Accesorios</i>	Epidota, Cuarzo, Prehmita
Altitud (msnm)	1848 m	<i>Grado de Meteorización</i>	Alta
Análisis de Laboratorio: Si () No (x)	Lámina delgada: Si () No (x)	Nombre de la roca	Toba Masiva
		Observaciones	Los feldespatos están en un proceso de alteración caolín como arcilla

FICHAS DE DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS			
Responsable:	Romney Mora	Nº Ficha	002
Tipo de la muestra:	Afloramiento	Código de la muestra	MCM-110
FOTOGRAFÍA:		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	
		<i>Características de los componentes</i>	
		Color	Gris Verdosa
		Textura	Porfirítica
		Estructura	Masiva
		Tamaño del grano	<1mm
		Forma de los clastos	Euhedrales
		% Fenocristales	15 %
		% matriz	85 %
DATOS DE UBICACIÓN			
<i>País/Provincia/Cantón /Parroquia</i>		Ecuador/Loja/Olmedo/Olmedo Este	
<i>Sector:</i>		Chivatos	
INFORMACIÓN DE COORDENADAS (Sistema de Proyección WGS84)		CONTENIDO DE MINERALES	
Este	656872 m	<i>Minerales Principales</i>	Plagioclasa, Hornblenda y Piroxenos
Norte	9562515 m	<i>Minerales Accesorios</i>	Olivino, Biotita y Cuarzo
Altitud (msnm)	2006 m	<i>Grado de Meteorización</i>	Medio
Análisis de Laboratorio: Si () No (x)	Lámina delgada: Si () No (x)	Nombre de la roca	Andesita
		Observaciones	Es altamente competente al golpeo con el martillo geológico

FICHAS DE DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS			
Responsable:	Romney Mora	Nº Ficha	003
Tipo de la muestra:	Afloramiento	Código de la muestra	MCM-051
FOTOGRAFÍA: 	DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
	<i>Características de los componentes</i>		
	Color	Rojo a Naranja	
	Textura	Porfírica	
	Estructura	Masiva	
	Tamaño del grano	Grueso	
	Forma de los clastos	Irregulares	
	% Fenocristales	5	
	% matriz	95	
DATOS DE UBICACIÓN			
País/Provincia/Cantón /Parroquia		Ecuador/Loja/Olmedo/Olmedo Este	
Sector:		La Sidra	
INFORMACIÓN DE COORDENADAS (Sistema de Proyección WGS84)		CONTENIDO DE MINERALES	
Este	653072 m	<i>Minerales Principales</i>	Vidrio Volcánico
Norte	9563289 m	<i>Minerales Accesorios</i>	Plagioclasa, Biotita y Cuarzo
Altitud (msnm)	1776 m	<i>Grado de Meteorización</i>	Alto
Análisis de Laboratorio: Si () No (x) Lámina delgada: Si () No (x)		Nombre de la roca	Toba Volcánica
		Observaciones	Fracturas rellenas de óxido o hidróxido de manganeso (III) (manganita). Se presenta muy terrosa.

FICHAS DE DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS			
Responsable:	Romney Mora	Nº Ficha	004
Tipo de la muestra:	Afloramiento	Código de la muestra	MCM-061
FOTOGRAFÍA: 	DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
	<i>Características de los componentes</i>		
	Color	Amarillenta a rojo naranja	
	Textura	Clástica	
	Estructura	Masiva	
	Tamaño del grano	Fina	
	Forma de los clastos	Irregulares	
	% Fenocristales	-	
	% matriz	-	
DATOS DE UBICACIÓN			
País/Provincia/Cantón /Parroquia		Ecuador/Loja/Olmedo/Olmedo Este	
Sector:		Ramírez Pamba	
INFORMACIÓN DE COORDENADAS (Sistema de Proyección WGS84)		CONTENIDO DE MINERALES	
Este	652370 m	<i>Minerales Principales</i>	Feldespatos
Norte	9564111 m	<i>Minerales Accesorios</i>	Cuarzo
Altitud (msnm)	1508 m	<i>Grado de Meteorización</i>	Alto
Análisis de Laboratorio: Si () No (x) Lámina delgada: Si () No (x)		Nombre de la roca	Limonita
		Observaciones	Se presenta muy terrosa.

FICHAS DE DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS			
Responsable:	Romney Mora	N° Ficha	005
Tipo de la muestra:	Afloramiento	Código de la muestra	MCM-066
FOTOGRAFIA:		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	
		<i>Características de los componentes</i>	
		Color	Rojo a amarillo
		Textura	Clastica
		Estructura	Estratificada
		Tamaño del grano	Fino (<1mm)
		Forma de los clastos	Redondeados
		% Fenocristales	-
% matriz	-		
DATOS DE UBICACIÓN			
País/Provincia/Cantón /Parroquia		Ecuador/Loja/Olmedo/Olmedo Este	
Sector:		Guallana	
INFORMACION DE COORDENADAS (Sistema de Proyección WGS84)		CONTENIDO DE MINERALES	
Este	653739 m	<i>Minerales Principales</i>	Montmorillonita, illita , clorita
Norte	9565447 m	<i>Minerales Accesorios</i>	Cuarzo, feldespatos potásicos y plagioclasas
Altitud (msnm)	1485 m	<i>Grado de Meteorización</i>	Alto
Análisis de Laboratorio: Si () No (x) Lámina delgada: Si () No (x)		Nombre de la roca	Lutita
		Observaciones	Material que se desintegra con facilidad. Debido a su color puede presentar contenidos de ferrihidrita .

FICHAS DE DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS			
Responsable:	Romney Mora	N° Ficha	006
Tipo de la muestra:	Afloramiento	Código de la muestra	MCM-061
FOTOGRAFIA:		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	
		<i>Características de los componentes</i>	
		Color	Rasados a blancos
		Textura	Detritica
		Estructura	Estratificada
		Tamaño del grano	2 mm
		Forma de los clastos	Redondeados
		% Fenocristales	-
% matriz	-		
DATOS DE UBICACIÓN			
País/Provincia/Cantón /Parroquia		Ecuador/Loja/Olmedo/Olmedo Este	
Sector:		Guallana	
INFORMACION DE COORDENADAS (Sistema de Proyección WGS84)		CONTENIDO DE MINERALES	
Este	656674 m	<i>Minerales Principales</i>	Cuarzo
Norte	9566125 m	<i>Minerales Accesorios</i>	feldespatos potásicos y micas
Altitud (msnm)	1673 m	<i>Grado de Meteorización</i>	Alto
Análisis de Laboratorio: Si () No (x) Lámina delgada: Si () No (x)		Nombre de la roca	Arenisca
		Observaciones	Son muy susceptibles a la desintegración y se desmoronan con facilidad

FICHAS DE DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS			
Responsable:	Romney Mora	Nº Ficha	007
Tipo de la muestra:	Afloramiento	Código de la muestra	MCM-098
FOTOGRAFIA:		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	
		<i>Características de los componentes</i>	
		Color	Rojizos amarillos
		Textura	Detrítica
		Estructura	Estratificada
		Tamaño del grano	Fina
		Forma de los clastos	Redondeados
		% Fenocristales	-
		matriz	Arcillosa
DATOS DE UBICACIÓN			
<i>País/Provincia/Cantón /Parroquia</i>		Ecuador/Loja/Olmedo/Olmedo Este	
<i>Sector:</i>		Ramírez Pamba	
INFORMACION DE COORDENADAS (Sistema de Proyección WGS84)		CONTENIDO DE MINERALES	
Este	652949 m	<i>Minerales Principales</i>	Cuarzo, Feldespatos
Norte	9567034 m	<i>Minerales Accesorios</i>	sericita, circón, augita y biotita
Altitud (msnm)	1413 m	<i>Grado de Meteorización</i>	Alto
Análisis de Laboratorio: Si () No (x)		Nombre de la roca	Arenisca
Lámina delgada: Si () No (x)		Observaciones	Son muy susceptibles a la desintegración y se desmoronan con facilidad

FICHAS DE DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS			
Responsable:	Romney Mora	Nº Ficha	008
Tipo de la muestra:	Afloramiento	Código de la muestra	MCM-122
FOTOGRAFIA:		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	
		<i>Características de los componentes</i>	
		Color	Gris Verdoso
		Textura	Afanítica
		Estructura	Masiva
		Tamaño del grano	Fina (<1mm)
		Forma de los clastos	Anhedrales
		% Fenocristales	0
		% matriz	100
DATOS DE UBICACIÓN			
<i>País/Provincia/Cantón /Parroquia</i>		Ecuador/Loja/Olmedo/Olmedo Este	
<i>Sector:</i>		Chivatos-Olmedo Centro	
INFORMACION DE COORDENADAS (Sistema de Proyección WGS84)		CONTENIDO DE MINERALES	
Este	652949 m	<i>Minerales Principales</i>	Piroxeno, plagioclasa rica en calcio, anfíbol
Norte	9567034 m	<i>Minerales Accesorios</i>	Feldespato potásico
Altitud (msnm)	1413 m	<i>Grado de Meteorización</i>	Alta
Análisis de Laboratorio: Si () No (x)		Nombre de la roca	Arenisca
Lámina delgada: Si () No (x)		Observaciones	n fracturas rellenas de SiO ₂ y sulfuros.

FICHAS DE DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS				
Responsable:	Romney Mora	N° Ficha	008	
Tipo de la muestra:	Afloramiento	Código de la muestra	MCM-121	
FOTOGRAFIA: 		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
		<i>Características de los componentes</i>		
		Color	Gris amarillento	
		Textura	Porfirítica	
		Estructura	Masiva	
		Tamaño del grano	Medio (<1mm)	
		Forma de los clastos	Irregulares	
		% Fenocristales	5	
		% matriz	95	
DATOS DE UBICACIÓN				
País/Provincia/Cantón /Parroquia		Ecuador/Loja/Olmedo/Olmedo Este		
Sector:		La Sidra – Pangarillas		
INFORMACIÓN DE COORDENADAS (Sistema de Proyección WGS84)		CONTENIDO DE MINERALES		
Este	655236 m	<i>Minerales Principales</i>	Piroxeno	
Norte	9563091 m	<i>Minerales Accesorios</i>	Plagioclasa, cuarzo, biotita	
Altitud (msnm)	1916 m	<i>Grado de Meteorización</i>	Alta	
Análisis de Laboratorio: Si () No (x) Lámina delgada: Si () No (x)		Nombre de la roca	Arenisca	
		Observaciones	Presenta una ligera afectación producto del metamorfismo. Composición principalmente cristalina	

Anexo 6 . Análisis Geológico por Fotointerpretación

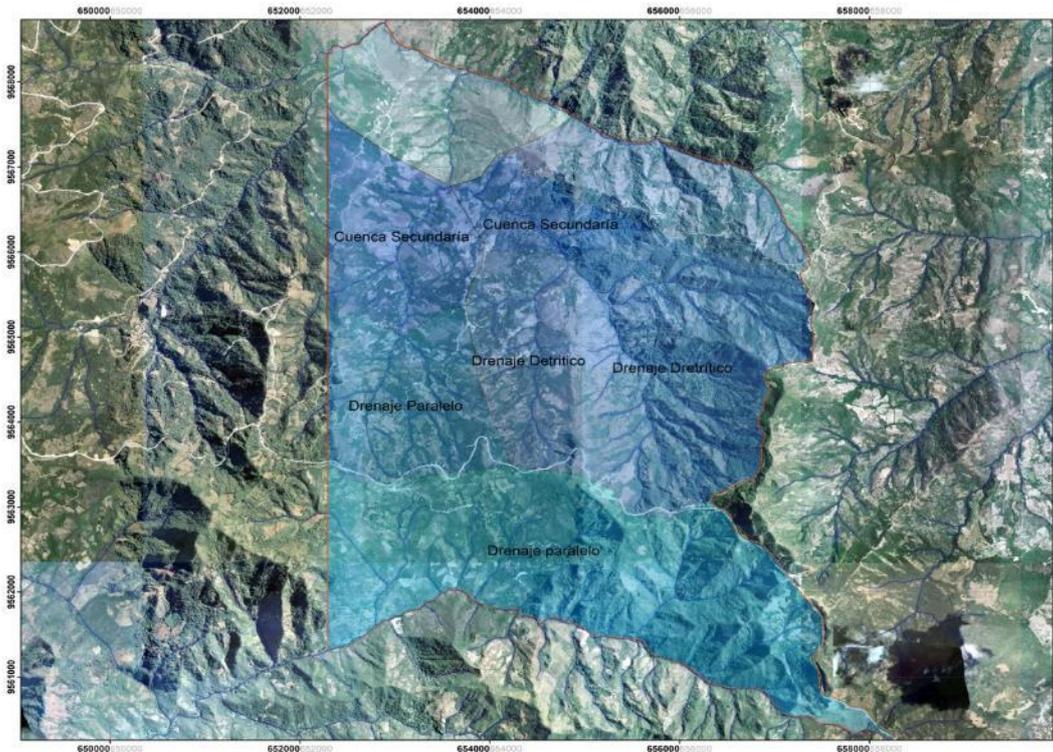
Análisis Geológico por Fotointerpretación

Para tener una perspectiva de la estructura geológica de la parroquia Este de Olmedo, se realizó un procedimiento de fotointerpretación utilizando las ortofotos del año 2012 proporcionadas por el MAG a través de su SIGTIERRAS con una resolución de 0,30 m, previo a la visita de campo a la zona de estudio. Además, se utilizaron estudios de referencia e información previa (mapa geológico de Zaruma 2013, escala 1:100.000) y biofísica del sector: hidrología, geomorfología, pendientes, y clima.

Bajo esta premisa, el análisis geológico se desarrolló en tres secciones la zona de estudio y se consideró los siguientes parámetros: red de drenaje, tonalidad y texturas.

Drenaje

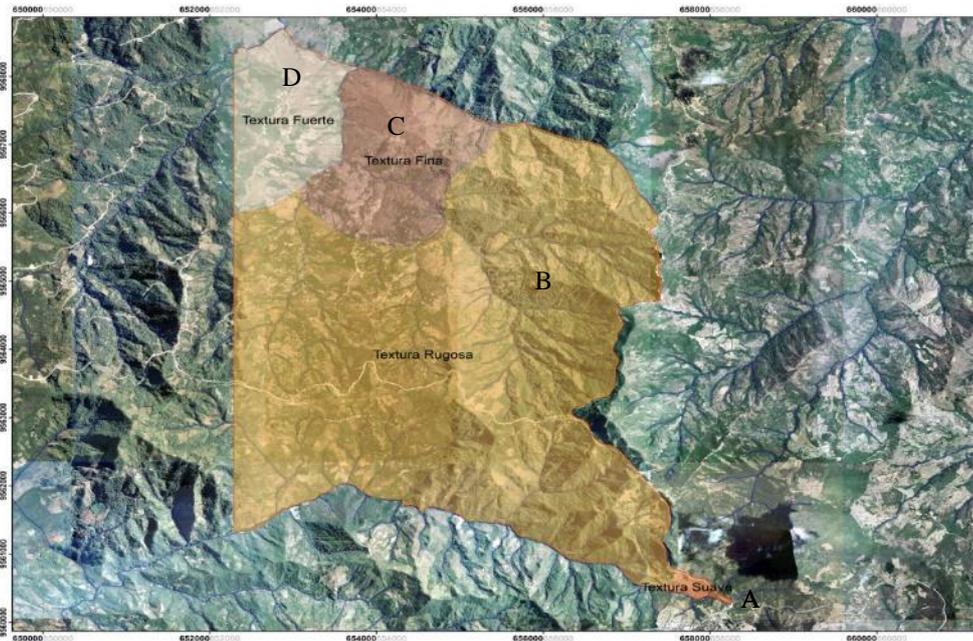
- **El drenaje dendrítico:** es la zona A del mapa, este tiene un patrón de árbol extendido, con afluentes que tienen ramas irregulares en muchas direcciones y en casi cualquier ángulo. Ocurre principalmente en estratos resistentes horizontales y uniformes y sedimentos no consolidados y en rocas ígneas homogéneas sin controles estructurales.
- Se caracteriza por tener zonas de inicio de laderas, pendientes muy inclinadas, rocas volcánicas, zona litológica muy alterada. En la representación del mapa se puede observar este tipo de parámetros.
- **Drenaje subparalelo:** es la zona B, en el mapa de la red de drenaje en la zona este de la parroquia Olmedo se presenta con menos paralelismo y menor densidad que el drenaje paralelo, es un caso especial donde se aprecia la esquistosidad de las rocas.
- Las características que lo influyen son: Alta a mediana permeabilidad, Control estructural, Moderada cobertura vegetal, Laderas altas, Pendientes muy inclinadas



Texturas

- **Textura Suave (A):** Se encuentra en la zona SE de la zona de estudio dentro de los barrios Veracruz y El Carmelo, este tipo de textura se muestra con elevaciones casi planares, además de ello en la imagen se muestra que zona en la que esta es un área planar casi en su totalidad, en adición estas texturas se caracterizan contar arenas, gravas, arcillas poco consolidadas con es el caso de zona suave en la cual se encuentra diferentes tipos de arcillas
- **Textura rugosa (B):** Esta textura se encuentra dominando una gran superficie de la zona de estudio, se presenta con picos altos, y grandes depresiones, es un relieve que no está definido, las rocas más comunes que se encuentran en este tipo de textura son las rocas ígneas en nuestro caso podemos encontrar andesitas, y tobas volcánicas, y las areniscas que son comunes en este tipo de textura; sin embargo, debido a que las características fotogeológicas de las rocas antes mencionadas son difíciles de identificar con la fotointerpretación, es necesario una corroboración en campo.
- **Textura Fina (C):** Se encuentra en la zona NW de la zona de estudio limitando con el barrio Huacanuma, y la quebrada del Carrizal. En esta textura encontramos un drenaje denso, las elevaciones no son tan altas, además de ello se tiene una forma de raíz, en ese tipo de textura encontramos arcillas finas, tobas arenosas y limonitas que es son características de este tipo.

- **Textura Fuerte (D):** Se encuentra en la zona NE de la zona de estudio limitando con el barrio Ramírez Pamba, y la quebrada de Olmedo. Este tipo de textura tiene elevaciones de 10 m, el tipo de roca que se encuentra son conglomerados, aglomerados, y ceniza volcánica. En la figura se logra observar este tipo características.



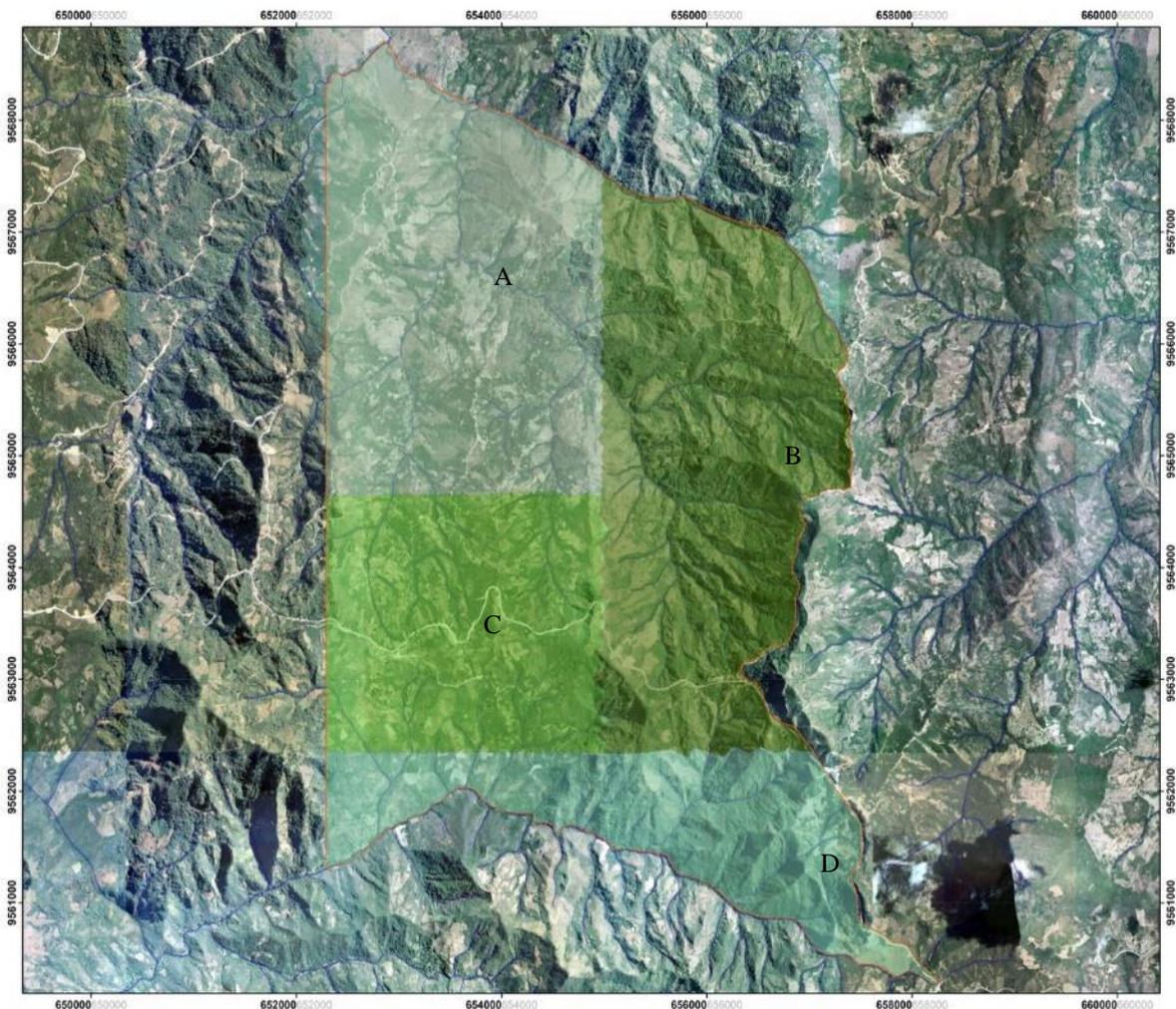
Tonos:

En nuestro mapa podemos observar diferentes tonalidades que van de una coloración verdosa clara, coloración marrón verdoso, coloración verde oscuro y una coloración verde, es tipo de coloración nos ayuda a entender que tipo de rocas y que tipo de vegetación tenemos en nuestra zona. Los colores van desde el más claro hasta en más oscuro.

- **Coloración marrón verdoso (A):** Se encuentra ubicado en el sector NW de la zona de estudio limitando con el barrio Guayana y la quebrada del Carrizal. Es tipo de coloración nos da a entender que tenemos una vegetación regular, además que el tipo de roca se encuentra con este tipo de coloración suelen ser las tobas arenosas intercaladas limonitas.
- **Coloración verde oscuro (B):** Se encuentra ubicado en el sector NE de la zona de estudio limitando con los barrios Huacanuma, Pangarillas y Sonata. Es tipo de coloración nos da a entender que tenemos una abundante vegetación, y que tenemos un tipo de roca ígnea, es decir andesita.
- **Coloración verdosa clara (C):** Se encuentra en la zona SW de la zona de estudio limitando con el barrio Guayana, Loma Potrerillo, y la Sidra. En este caso tenemos una vegetación poco, o sectores que han sido afectados por el

interperismo, este tipo de coloración tiene referencia con diferentes tipos de roca como las tobas volcánicas, lutitas y limolitas.

- **Coloración verde (D):** Se encuentra en la zona S de la zona de estudio limitando con los barrios Pangarillas, Buringo, y la quebrada de Veracruz. Este tipo de coloración muy similar al verde claro nos da entender que tenemos una buena vegetación, es decir una gran cantidad humedad, según estos parámetros nos da a entender que tenemos rocas ígneas como las tobas volcánicas, y aglomerados volcánicos



Anexo 7. Análisis Estructural por Fotointerpretación

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA 		
<i>Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>		
Análisis Estructural Por Fotointerpretación De La Zona Este De La Parroquia Olmedo		
Responsable	Romney Marconi Mora Vélez	
Ubicación	Parroquia Olmedo	
Fecha	2023/08	
Código de Ortofotos: NVI-E4a-E4, NVI-E4b-B3, NVI-E4c-B1, NVI-E4a-E4, NVII-A2a-B2, NVII-A2b-A1, NVII-B1a-A1		
Fotografía		
Fuente	Año	Código
SIG Tierras	2012	D1
		
Descripción		
<p>Falla 1: Se aprecia una falla geológica (F1) que atraviesa el área de estudio en sentido SE-NW y se define como falla inferida, debido a las siguientes particularidades que se observa en la ortofoto. La falla es la que tiene mayor longitud (5.5 Km) respecto hacia las otras fallas, esta falla pasa por dos quebradas que son la Huaquilla y la Tarapo Sotaña, además se evidencia facetas triangulares (FT) que son características de la cinemática de la falla ubicada en la zona, del mismo modo es la zona con mayor vegetación, ya que el otro bloque ha sufrido erosión causada por el paso de las quebradas antes mencionadas, se evidencia en la topografía cierta flexura que indican la cinemática de la falla.</p>		

Fotografía		
Fuente	Año	Código
SIG Tierras	2012	D2
		
Descripción		
<p>Falla 2: Esta Falla se encuentra en la zona SE de la zona de estudio con un sentido SE-NW que se trunca con la falla 1. Se denota por el control estructural en la topografía; es decir, facetas triangulares. Este tipo de falla del mismo modo se interpreta por la alineación topográfica, pero además se puede evidenciar la diferencia topográfica (DT) pronunciada en ambos lados de la traza interpretada, exposición de la superficie o escarpe de falla bastante alta.</p>		

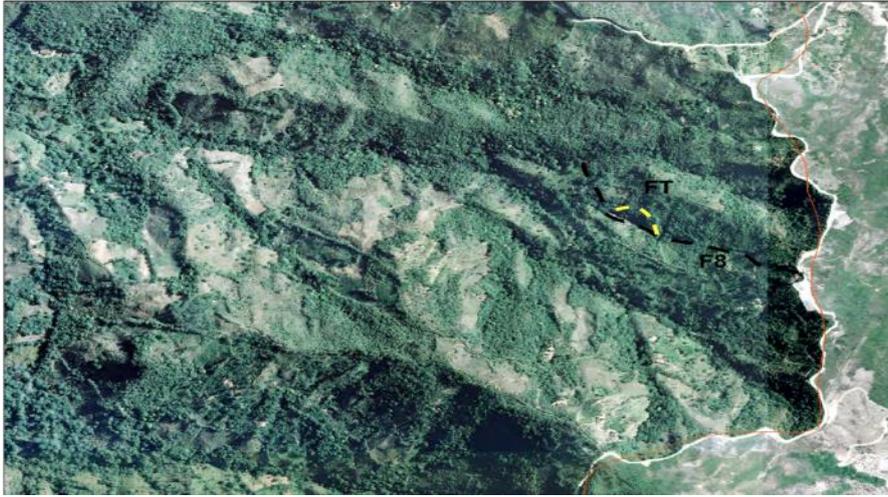
Fotografía		
Fuente	Año	Código
SIG Tierras	2012	D3
		
Descripción		
<p>Falla 3: Esta falla geológica (F3) se encuentra en el sector NE del área de trabajo con un sentido SW-NW, que atraviesa el área de estudio y que se define como falla normal, debido a las siguientes particularidades que se observa en la ortofoto. Su interpretación se basa en la alineación topográfica, su forma semi parábola, y por la exposición de su superficie o escarpe de falla,</p>		

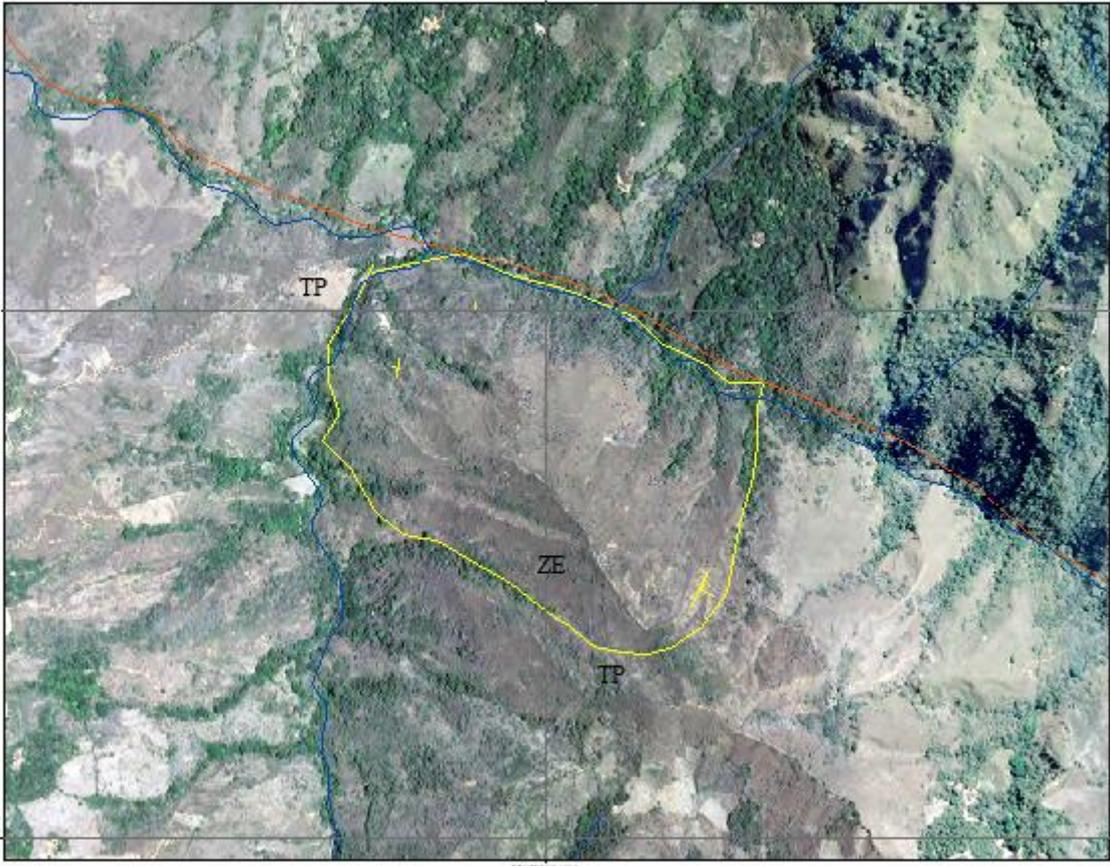
Fotografía		
Fuente	Año	Código
SIG Tierras	2012	D4
		
Descripción		
<p>Falla 4: En el sector NW del área de trabajo se aprecia una falla geológica (F4) que atraviesa el área de estudio en sentido NW-SE. se visualiza que la falla podría extenderse (SG) hacia el W; sin embargo, se denota en el relieve que la alineación se suaviza o va desapareciendo; razón por la cual se podría trincar con la falla 2, de igual forma esta falla se interpreta por la alineación topográfica, pero además se puede evidenciar la diferencia topográfica pronunciada en ambos lados de la traza interpretada, exposición de la superficie o escarpe de falla bastante alta y además es subparalela a esta, exposición de la superficie de falla y la zona encerrada muestra su cinemática posiblemente del tipo normal.</p>		

Fotografía		
Fuente	Año	Código
SIG Tierras	2012	D5
		
Descripción		
<p>Falla 5: Esta falla se encuentra en el sector SW del área de trabajo cerca de la Urna de San Juan Tadeo se aprecia una falla geológica (F5) que atraviesa el área de estudio en el sentido S-N que se define posiblemente como falla normal, debido a las siguientes particularidades que se observa en la ortofoto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se visualiza una alineación bastante marcada, se denota la exposición de superficies o escarpe de falla con facetas triangulares (FT) en su periodo de inicio indicando cinemática del tipo normal. • Se puede notar una manifestación de la forma que muestra una variación en la elevación topográfica; es decir una ensilladura de falla (EF), esta se forma en zonas que han sido sometidas a fuerzas de compresión. 		

Fotografía		
Fuente	Año	Código
SIG Tierras	2012	D6
		
Descripción		
<p>Falla 6: Esta falla tiene un paralelismo bien notorio con la falla 5, por lo que esta falla se encuentra en la misma zona y con el mismo sentido de dicha falla.</p> <ul style="list-style-type: none"> Se interpreta esta falla con su exposición de superficies o escarpe de fallas con facetas triangulares (FT) en su periodo de inicio indicando cinemática posiblemente del tipo normal, asimismo se puede observar en la zona contraria a la faceta triangular existe un área erosionada. 		

Fotografía		
Fuente	Año	Código
SIG Tierras	2012	D7
		
Descripción		
<p>Falla 7: Esta falla se encuentra en la parte NE del área de trabajo, se interpreta esta falla por la alineación en el terreno, además se puede evidenciar que existe la presencia de una corriente de agua natural, asimismo por la diferencia topográfica en ambos lados de la línea de su rumbo, tiene exposición de la superficie o escarpe de falla, pero además tiene un cierto paralelismo de afluentes secundarios (AS) y algunas facetas topográficas erosionadas por causa de quebrada (SN) que pueden indicar un buzamiento al SW, que puede ser de transurrencia y normal.</p>		

Fotografía		
Fuente	Año	Código
SIG Tierras	2012	D8
		
Descripción		
<p>Falla 8: Esta falla se encuentra en la parte NE de la zona de estudio, se interpreta esta falla por la alineación en el terreno, facetas triangulares por influencia de redes hídricas que erosionan el terreno a un costado de la traza, asimismo se puede notar un paralelismo con la falla 7 que por su cercanía a la misma influye en el control estructural.</p>		

Fotografía		
Fuente	Año	Código
SIG Tierras	2012	D9
		
Descripción		
<p>Pliegue Periclinal de Doble Inmersión: Mediante la fotointerpretación se logra identificar un pliegue Periclinal (TP) de doble inmersión ubicado al NE de la zona de estudio, la cual está afectada por dos quebradas la Carrizal y Huacanuma respectivamente. La estructura interpretada se hace en base por la forma topográfica, además, en las zonas indicadas con el rumbo y dirección de buzamiento se observa exposición de la roca que puede interpretarse como un anticlinal asimétrico, donde el flanco hacia el noreste de la ortofoto tiene menor ángulo de buzamiento que el flanco suroeste. En la parte sur de la estructura encontramos una zona de estratificación (ZE) donde se puede notar el laminas o capas de una roca determinada.</p>		

Anexo 8. *Mapa de Afloramientos de la Zona de Estudio*

Anexo 9. *Mapa Hidrográfico de la Zona de Estudio*

Anexo 10. *Mapa Geomorfológico de la Zona de Estudio*

Anexo 11. *Mapa de Pendientes de la Zona de Estudio*

Anexo 12. *Mapa de Clima de la Zona de Estudio*

Anexo 13. *Mapa Geológico Regional de la Zona de Estudio*

Anexo 14. *Mapa Geológico – Estructural a Escala 1:10 000 de la Este de la Parroquia Olmedo*

(Ubicados en el CD-R Nro. 1)

Anexo 15. Certificación de traducción del resumen

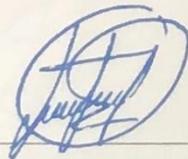
Loja, 10 de enero del 2023

Yo, Rocio Magaly Salas Paucar, con cédula de identidad: 1103724942, Licenciada en Pedagogía del Idioma Inglés.

CERTIFICO:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español a idioma 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. Romney Marconi Mora Vélez, con cédula de identidad: 1104728546, traducción que servirá para fines personales y académicos de uso del cliente.

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



Lic. Rocio Magaly Salas Paucar
C.I. 1103724942