



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

TITULACIÓN DE INGENIERA EN GEOLOGÍA Y MINAS

Mapa de unidades geomorfológicas de la cuenca de Loja

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

AUTORA: Cueva Romero, Génesis Carolina

DIRECTOR: Tamay Granda, José Vidal, M.Sc.

LOJA - ECUADOR

2015

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

M.Sc.

José Vidal Tamay Granda.

DOCENTE DE LA TITULACIÓN DE GEOLOGÍA Y MINAS

De mi consideración:

El presente trabajo de fin de titulación: **“Mapa de unidades geomorfológicas de la cuenca de Loja”** realizado por Cueva Romero Génesis Carolina, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por se aprueba la presentación del mismo.

Loja, enero de 2015

f) _____

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Cueva Romero Génesis Carolina” declaro ser autora del presente trabajo de fin de titulación: Mapa de unidades geomorfológicas de la cuenca de Loja, de la Titulación de Ingeniería en Geología y Minas, siendo el Ing. José Vidal Tamay Granda director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.....

Autora: Génesis Carolina Cueva Romero

Cédula: 1900511872

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

Dedico cada una de las páginas de esta tesis a mi Madre Jaqueline, a Shuberth, a mis hermanos Pablo Andrés, Gabriela Luciany y José David, con todo mi cariño y mi amor para Uds. las personas que amo infinitamente y que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños.

De igual forma, dedico esta tesis a mi Mamita María y Tía Eufemia por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre, a pesar de nuestra distancia física y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento es tan especial para ti como lo es para mí.

“La vida no está hecha de deseos, si no de los actos de cada uno”

Paulo Coelho

AGRADECIMIENTO

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo ánimo y compañía durante ésta etapa de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en el corazón, sin embargo a todas ellas quiero darles las gracias por formar parte de éste logro, por todo aquello que me han brindado y por todas sus bendiciones.

A mi madre Jaqueline que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos, no me equivoco si digo que eres la mejor mamá del mundo, gracias por todo tu apoyo, esfuerzo y confianza depositada en mí. Gracias porque siempre, aunque lejos, has estado a mi lado. Te amo.

Gracias mamita María y tía Eufemia a quienes quiero como a una madre, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuestas a escucharme y ayudarme en cualquier momento que lo necesite, ellas que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

Gracias a Shuberth Cabrera por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera universitaria, por los ejemplos de perseverancia, constancia que lo caracterizan además del valor mostrado para salir adelante.

A Carlitos Calderón, amor de mi vida, que durante estos años de carrera ha sabido apoyarme para continuar y nunca renunciar, gracias por su amor incondicional. Gracias a su paciencia y comprensión, gracias por estar siempre a mi lado.

A mis docentes y compañeros por darme la confianza necesaria para triunfar en la vida y transmitir sabiduría para mi formación profesional. En especial gracias a los ingenieros José Tamay, José Guartan y John Soto, por toda la colaboración brindada, durante toda mi etapa universitaria.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Gracias de todo corazón.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN	1
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE TABLAS	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN.....	10
ANTECEDENTES	12
OBJETIVOS	13
General.....	13
Específicos	13
CAPITULO I GENERALIDADES	14
1.1 Ubicación geográfica y acceso	15
1.2.1 Relieve	16
1.2.2 Hidrografía	16
1.3 Geología Regional de la cuenca de Loja	16
CÁPITULO II MARCO CONCEPTUAL.....	20
2.1 Formas de Relieves.....	21
2.2 Génesis.....	21
2.3 Morfología	22
2.4.1 Unidad geomorfológica.....	22
2.4.2. Forma de cima	23
2.4.3. Forma de vertiente	23
2.4.4 Forma de valle	23
2.4 Morfometría.....	24
2.5.1 Pendiente.....	24
2.5.2 Desnivel relativo	24
2.5.3 Longitud de la vertiente	25
2.5 Variables geológicas	25
2.6.1. Tipo de drenaje.....	25
2.6.2. Densidad de drenaje.....	26
2.6.3. Tipo de roca o depósito superficial.....	26
CAPITULO III METODOLOGÍA	27
3.1 Recopilación de información	28
3.2 Fotointerpretación.....	28
3.3 Procesamiento digital	31
3.3.1 Georreferenciación.....	31
3.3.2 Digitalización	33
3.3.2.1 Atributos para unidades geomorfológicas.....	34
3.3.3 Revisión y control de calidad.....	35
3.4 Validación de Campo	35
CÁPITULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	37
4.1. Interpretación geomorfológica	38
4.1.1. Origen: Depositional.....	38
4.1.2. Denudativo	39
4.1.3. Estructural.....	39
4.1.4. Tectónico Erosivo.....	40
4.2 Zonificación Geomorfológica de la cuenca de Loja.....	44

4.3 Validación geomorfológica de campo.....	46
4.3.1 Origen deposicional	49
4.3.1.1 Superficie poco disectada (L1)	49
4.3.1.2 Superficie disectada (L2)	49
4.3.1.3 Terraza alta (Ta)	50
4.3.1.4 Terraza media (Tm)	51
4.3.1.5 Valle en V (Vv)	51
4.3.2 Origen denudativo	52
4.3.2.1 Coluvio aluvial antiguo (Co).....	52
4.3.3 Origen estructural	52
4.3.3.1 Barras homoclinales (Bh)	53
4.3.3.2 Superficie de cuesta (C1).....	53
4.3.3.3 Frente de cuesta (C2)	54
4.3.3.4 Vertiente de cuesta (C3).....	55
4.3.3.5 Testigo de cuesta (C4)	55
4.3.3.6 Superficie disectada de cuesta (C5)	56
4.3.4 Origen Tectónico erosivo	56
4.3.4.1 Relieve colinado bajo (R3).....	57
4.3.4.2 Relieve colinado medio (R4).....	57
4.3.4.3 Relieve colinado alto (R5).....	58
4.3.4.4 Relieve colinado muy alto (R6).....	58
4.3.4.5 Relieve montañoso (R7)	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA.....	62
ANEXOS.....	63

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1** Ubicación geográfica de la cuenca de Loja
- Figura 1.2** Columna estratigráfica de la cuenca de Loja
- Figura 3.1** Fotointerpretación de la cuenca de Loja en fotografías aéreas a escala 1:30 000.
- Figura 3.2** Georreferenciación final de imagen satelital junto a la ortofoto.
- Figura 3.3** Mosaico total de fotos georreferenciadas.
- Figura 3.4** Digitalización de una geoforma dentro de la imagen satelital en ArcGis 9.3.
- Figura 3.5** Adición de campos descriptivos mediante herramientas de geodatabase.
- Figura 3.6** Reclasificación de geoformas en base a su desnivel relativo o pendiente.
- Figura 3.7** Ficha de campo utilizado para la validación de unidades geomorfológicas
- Figura 4.1** Mapa de unidades geomorfológicas de la cuenca de Loja
- Figura 4. 2** Zonificación de la cuenca de Loja a partir del tipo de Unidad Genética
- Figura 4.3** Análisis estadístico de las unidades geomorfológicas a partir de la unidad genética
- Figura 4.4** Mapa de ubicación de puntos de control dentro de la cuenca de Loja
- Figura 4.5** Superficie poco disectada en el sector Shucos.

- Figura 4.6** Superficie disectada sector Shucos.
- Figura 4.7** Terraza Alta, sector Las Pitas.
- Figura 4.8** Terraza Media, sector Sauces Norte.
- Figura 4.9** Valle en V, sector San Francisco.
- Figura 4.10** Coluvio aluvial antiguo, sector San Vicente.
- Figura 4.11** Barras homoclinales, sector El capulí.
- Figura 4.12** Superficie de cuesta, sector Virgenpamba.
- Figura 4.13** Frente de cuesta, sector Virgenpamba.
- Figura 4.14** Vertiente de cuesta, sector Amablemaria.
- Figura 4.15** Testigo de cuesta, sector Balcón Lojano.
- Figura 4.16** Superficie de cuesta disectada, sector Virgenpamba.
- Figura 4.17** Relieve colinado bajo, vía Vilcabamba.
- Figura 4.18** Relieve colinado medio, sector Punzara alto.
- Figura 4.19** Relieve colinado alto, sector Motupe.
- Figura 4.20** Relieve colinado muy alto, sector Punzara alto.
- Figura 4.21** Relieve montañoso, sector Shucos.

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1.1** Coordenadas UTM de la cuenca de Loja.
- Tabla 2.1** Unidades Morfológicas
- Tabla 2.2** Clasificación y codificación del desnivel relativo.
- Tabla 2.3** Clasificación y codificación de la longitud e vertiente
- Tabla 2.4** Tipo de drenajes
- Tabla 2.5** Densidad de Drenaje
- Tabla 4.1** Categorización de unidades geomorfológicas de la cuenca de Loja.
- Tabla 4.2** Unidades geomorfológicas interpretadas en la cuenca de Loja.

ANEXOS

- Anexo 1** Mapa de unidades geomorfológicas de la cuenca de Loja.
- Anexo 2** Ficha de campo utilizadas para la validación de las unidades geomorfológicas de la cuenca de Loja.

RESUMEN

El trabajo de fin de titulación consiste en la elaboración del mapa de unidades geomorfológicas de la cuenca de Loja a escala 1:10 000. Para cual se utilizó fotos aéreas a escala 1:30 000 del IGM del año 1986, mapas geológicos, topográficos y de uso de suelo a diferentes escalas.

La cartografía geomorfológica se obtuvo usando las técnicas de fotointerpretación donde se caracterizó unidades geomorfológicas en base a su génesis, morfología y morfometría. El resultado final se obtuvo mediante la georreferenciación y digitalización de fotos aéreas, con la identificación posterior de cada unidad geomorfológica.

Como resultado final se identificó 108 unidades geomorfológicas clasificadas según la unidad genética en: deposicional, denudativo, estructural y tectónico erosivo, siendo las de mayor presencia dentro de la zona de estudio.

PALABRAS CLAVE: unidad geomorfológica, cartografía geomorfológica, fotointerpretación, ortofotos, cuenca de Loja.

ABSTRACT

The final project consists degree mapping of geomorphological units Loja basin scale 1:10 000. Which was used aerial photos scale 1:30 000 from IGM 1986, geological maps, topographic and land use at different scales.

The geomorphological mapping was obtained using photointerpretation techniques where geomorphological units are characterized based on their genesis, morphology and morphometry. The end result was obtained by georeferencing and digitizing aerial photos, with subsequent identification of each geomorphological unit.

Depositional, denudativo, structural and tectonic erosion, with the largest presence in the study area: 108 final result geomorphological units classified as genetic unit was identified

KEY WORDS: geomorphological unity, geomorphological mapping, photo interpretation, orthophotos, Loja basin.

INTRODUCCIÓN

Por largo tiempo la geomorfología fue considerada como una materia de exclusivo interés académico, en lo concerniente al conocimiento del origen y evolución de las diferentes formas del terreno, pero paulatinamente ha ido emergiendo como una ciencia de gran interés y aplicación práctica. Hoy en día no solo ha recibido atención creciente de geomorfólogos, geógrafos y geólogos, sino también de pedólogos, forestales, ingenieros, planificadores rurales y urbanos, etc., cada uno de los cuales busca darle un enfoque de acuerdo con sus propios intereses.

El presente estudio del trabajo de fin de Titulación, está orientado a generar el mapa de unidades geomorfológicas de la cuenca de Loja (Ecuador), la zona de estudio abarca un total de 28993.68 hectáreas.

El objetivo principal del presente proyecto es generar la cartografía geomorfológica utilizando técnicas de fotointerpretación de la cuenca de Loja a escala 1:10 000. La metodología utilizada, consiste en la interpretación de fotografías aéreas a escala 1:30 000, ortofotos de Loja escala 1:5 000, además información secundaria partiendo de la carta geológica de la cuenca de Loja a escala 1:100 000, cartas topográficas editadas por el IGM (Loja Norte, Loja Sur, Catamayo, y Nambacola) a escala 1:50 000, y datos geomorfológicos a escala 1:200 000 de PRONAREG-ORSTOM.

El desarrollo de esta tesis se ha estructurado en 4 capítulos:

El primer capítulo describe las características geográficas de la zona de estudio, se define la localización, acceso, relieve e hidrografía presentes en la ciudad de Loja, y finalmente se realiza una descripción de la geología regional.

El segundo capítulo describe los conceptos básicos acerca de unidades geomorfológicas, formas de relieve, morfología y morfometría. Métodos usados dentro de la clasificación de unidades geomorfológicas, parámetros y características importantes para lograr el objetivo planteado.

El tercer capítulo correspondiente a la metodología utilizada. Se detalla las medidas que se utilizaron para generar la información de las unidades geomorfológicas, mismas que fueron usadas dentro del trabajo de laboratorio como en campo. De igual manera se describe los

distintos criterios utilizados para definir las unidades geomorfológicas. Y el tipo de material utilizado para el registro de las geoformas encontradas dentro de la cuenca de Loja.

En el cuarto capítulo, concerniente al análisis e interpretación de resultados, se hace referencia a la interpretación de las unidades geomorfológicas, que consiste en determinar los tipos de geoformas que se encuentran dentro de la zona de estudio, en base a su génesis, morfología y morfometría. En base a los resultados obtenidos, posteriormente se realiza la validación de campo, con comprobaciones de al menos un tipo de geoforma en base a su génesis.

Finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones que se han generado durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

ANTECEDENTES

Actualmente la ciudad de Loja, no cuenta con un mapa donde se esquematice una distribución o clasificación de unidades geomorfológicas a mayor detalle, existiendo únicamente un mapa geomorfológico a escala más regional. Sobre Mapas Geomorfológicos dentro de la cuenca de Loja (área de estudio), no se registra documentos existentes aun, pero si un proyecto piloto sobre “Generación de Geoinformación para la Gestión Territorial”. Este proyecto fue coordinado por el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos, (Clirsen); el cual tenía como objetivo recabar información sobre tipos de suelos, amenazas geológicas, infraestructura y servicios, usos de suelos, geología, información económica y socio cultural. La información generada se realizó a una escala 1:25,000 la cual brindó un detalle ajustado a las necesidades de planificación territorial.

Debido a la poca información disponible en la cuenca de Loja, sobre las diferentes formas de relieves existentes, se ha planteado este tema de investigación por parte de la sección de Geodinámica del Departamento de Geología y Minas e Ingeniería Civil, con la finalidad de generar un mapa de unidades geomorfológicas. Esta información será muy útil para la planificación territorial y uso de suelo que se debe proponer para la ciudad de Loja.

Con el siguiente trabajo se busca esquematizar las nuevas unidades geomorfológicas esto implica utilizar una metodología ya establecido en proyectos anteriores, y de ser necesarios poder definir nuevos códigos que ayuden a identificar nuevas formas de relieve el mismo que servirá para alimentar la base de datos estandarizados a nivel nacional. La información generada a partir de ésta investigación servirá para posteriores proyectos enfocados a los riesgos geológicos que pueden afectar en gran medida a la cuenca de Loja y poder tomar las medidas correctivas en la planificación, diseño y construcción de las diferentes obras civiles que tienden a desarrollarse en la ciudad de Loja mejorando la calidad de vida de la población.

OBJETIVOS

General

Generar cartografía geomorfológica mediante técnicas de fotointerpretación de la cuenca de Loja a escala 1:10 000.

Específicos

Interpretar estereoscópicamente las fotos aéreas, para generar cartografía geomorfológica.

Utilizar ortofotos, MDE y otra información secundaria que ayuden a definir las unidades geomorfológicas existentes

Digitalizar las unidades geomorfológicas interpretadas para obtener la cartografía geomorfológica preliminar con todas sus características.

Generar la base de datos obtenidos para cada unidad geomorfológica, mediante la aplicación de herramientas GIS.

Verificar en campo las unidades obtenidas mediante fotointerpretación con la finalidad de validar y obtener la cartografía geomorfológica final.

CAPITULO I
GENERALIDADES

1.1 Ubicación geográfica y acceso

La cuenca de Loja se encuentra ubicada al Sur del Ecuador (Tabla 1.1), forma parte de la cabecera provincial del mismo nombre, donde se asienta la ciudad de Loja (Figura 1.1), está situada a 2100 m.s.n.m. La zona de estudio comprende una extensión de 28993.68 Ha, el cual abarca toda la cuenca de Loja.

Tabla 1.1: Posición geográfica de la Cuenca de Loja.

Posición geográfica del cantón Loja	
03° 39' 55" y 04° 30' 38" de latitud Sur (9501249 N – 9594638 N)	
79° 05' 58" y 79° 05' 58" de longitud Oeste (661421 E -711075 E)	

Fuente: Cueva, G.

El acceso hacia la zona de estudio es factible por vía terrestre, la una que corresponde a vías de primer orden (a través de la troncal de la sierra que conduce desde Quito, Cuenca y Loja, y desde la costa saliendo de Guayaquil-Machala. En la cuenca de Loja por vías alternas que conectan con la zona urbana y rural.

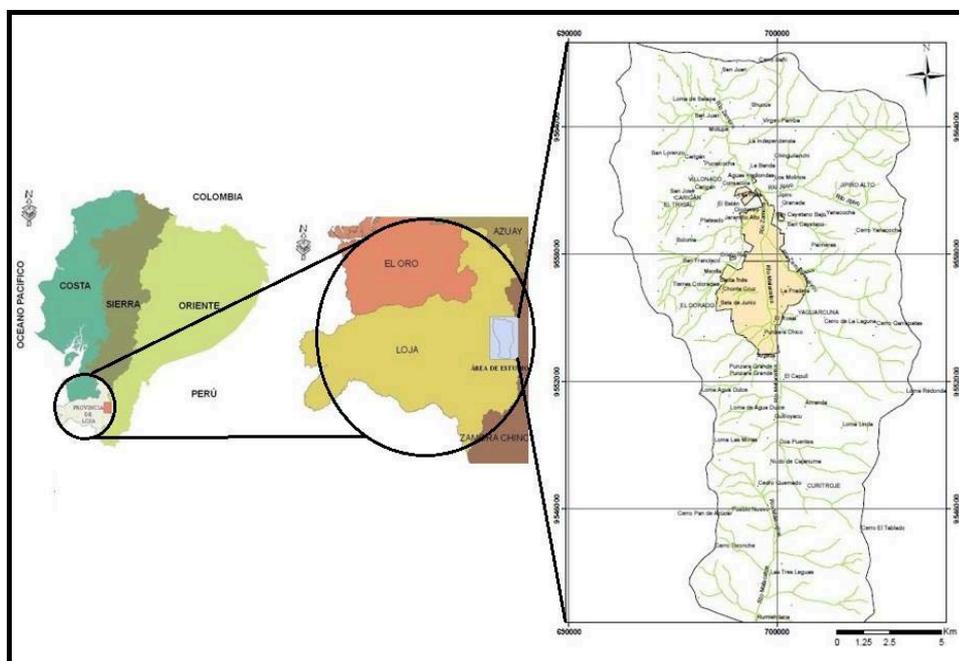


Figura 1.1: Ubicación geográfica de la cuenca de Loja

Fuente: Cueva, G.

1.2 Relieve e hidrografía de la cuenca de Loja

1.2.1 Relieve.

El actual valle de Loja lo conforma el río Zamora que da una depresión cóncava formado por varios afluentes que nacen en las partes altas de la cordillera tanto al Este como Oeste de la cuenca de Loja. El relieve presenta un declive no muy pronunciado hacia al sector Norte, relieve colinado y abierto hacia el Oeste y cerrado y abrupto hacia el Este.

Este valle se encuentra encerrado por brazos de cordillera en forma de herradura, que derivan de la cordillera Central (Real) de los Andes, el mismo que está limitado por las siguientes elevaciones.

En la cordillera Central y sus bifurcaciones hacia el NE: el Tiro (2700 m s.n.m.) y el Zañy (2818 m s.n.m.)

En el nudo de Cajanuma: el Uritusinga

En la cordillera del Villonaco: el Ducal y el Villonaco (2946 m s.n.m.)

1.2.2 Hidrografía.

La red hidrográfica de la cuenca de Loja es de tipo dendrítico. Está drenado principalmente por los ríos Zamora y Malacatos cuyos caudales fluyen hacia el Norte por el centro de la cuenca y descienden por el Este, a la cuenca Amazónica para desembocar en el Océano Atlántico. Como unidades hidrográficas de segundo orden, cuya fluencia es más o menos perpendicular a los drenajes principales antes mencionados, se puede citar los ríos Jipiro y Zamora Huayco, así como las quebradas Mónica, Quillollaco, Potrerillos, La Banda, Las Pavas, San Cayetano, El Salado, etc., con caudales que en la mayor parte del año presentan volúmenes poco considerables. Se puede notar mayor densidad de drenaje en la parte oriental de la cuenca debido a la presencia de vegetación primaria.

1.3 Geología Regional de la cuenca de Loja

La cuenca de Loja, está conformada por una secuencia sedimentaria muy variada, donde el esquema estratigráfico de depositación, se desarrollaron en dos áreas diferentes con

edades similares Cenozoico (Oligoceno – Mioceno), donde la secuencia deposicional está dividida tanto al oriente como occidente por una falla inversa, yuxtaponiendo los sedimentos en sucesiones diferentes (Figura 1.2). Además, la serie sedimentaria en el área de Loja se encuentra sobrepuesta discordantemente sobre el basamento de rocas metamórficas (Unidades Chigûinda y Agoyán).

Formación Chiguinda.- Constituyen el basamento de la cuenca de Loja formado por rocas metamórficas de edad Paleozoica, que contienen filitas, esquistos, cuarcitas, pizarras, metacuarcitas. Dicha Formación aflora en la parte occidental de la cuenca de Loja, en la vía Loja-Catamayo; en la parte oriental Loja- Zamora. Se observa minerales metamórficos compuestos por psilomelana, cloritoide y granate.

Formación Trigal.- De edad Mioceno Medio está formado por areniscas de grano grueso con láminas finas de conglomerado (compuestos por abundantes clastos de rocas metamórficas y pequeños clastos volcánicos > 1 cm y capas menores de limonitas. Las areniscas muestran estratificación cruzada. La potencia varía cerca de 50 m en el Oeste a 150 m en el Este hacia el contacto con la Formación La Banda. Aflora a lo largo del río Trigal, en el tramo de la carretera Loja a Catamayo, y del margen Nor-Occidental de la cuenca.

Formación La Banda.- Formado por un estrato de 10 a 20 m de potencia con secuencia intercalada desde Caliza masivas, lutitas carbonatadas, capas de chert y areniscas de grano fino. Se presenta en la parte Nor-Occidental de la cuenca de Loja, a lo largo de la carretera principal Loja-Cuenca cerca de la quebrada La Banda. Aflora al Nor-Oeste de la cuenca formando un intervalo persistente.

Formación Belén.- Caracterizada por gruesas capas de areniscas marrón granuladas, muestran estratificación cruzada en escalas métricas, además contiene lentes de conglomerado. Su máximo espesor 300 m está en contacto concordante con la Formación La Banda. La edad se asume al Mioceno Inferior. La Formación Belén aflora al Oeste del río Zamora en la parte Nor-Occidental de la cuenca.

Formación San Cayetano.- aflora en la parte centro-oriental de la ciudad de Loja, en su mayoría al este del río Zamora. La Formación puede ser dividida en tres miembros con límites transicionales. El *miembro inferior de areniscas*, contienen capas de areniscas y algunas pequeñas capas de conglomerados y varias capas de carbón. Una capa intermedia del *miembro limonitas* que contiene lutitas laminado de color gris y blancos, con abundantes

capas de diatomita y algunos piroclastos horizontales, con una rica microflora y gasterópodos (en parte silicificado con dos intercalaciones distintas de 3-5 m espesor capas de brecha). *El miembro superior de areniscas* tiene una litología similar a la intermedia, pero generalmente muestran una tendencia de depositación estrato creciente. Tiene una edad del Mioceno tardío a último. Dicha Formación aflora principalmente en el sector San Cayetano hacia el borde oriental de la ciudad de Loja y en su mayor parte se presenta al Este del río Zamora.

Formación Quillollaco.- Esta presente al Este y Oeste de la cuenca de Loja, excepto en el borde Nor-Occidental, sobrepuesto al resto de formaciones por una discordancia angular. La Formación alcanza espesores hasta un máximo de 600 m, al Este de la ciudad de Loja. La Formación está dominada por conglomerados distribuidos uniformemente con pocas intercalaciones de areniscas.

Formación Salapa.- Está ubicado al Nor-Oeste de la cuenca de Loja, descansa discordantemente en rocas metamórficas de la Unidad Chiguinda, está formado por clastos líticos y tobas ricos en vidrio (transformados a caolinita), el cual corresponde a la Formación más joven de edad Pliocénico.

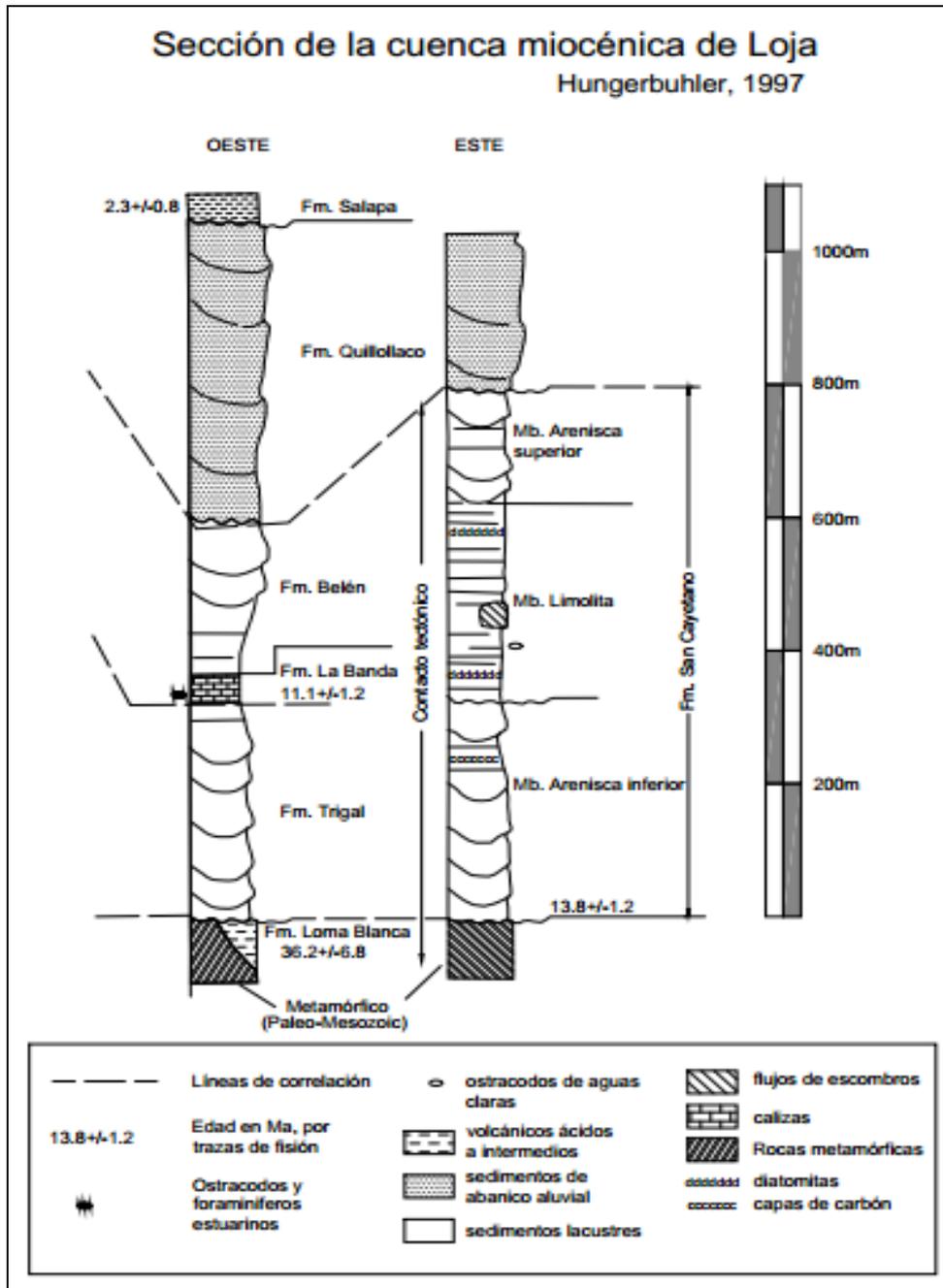


Figura 1.2: Columna estratigráfica de la cuenca de Loja
Fuente: Neogene stratigraphy and Andean geodynamics of southern Ecuador (Hungerburger et al., 2001).

CÁPITULO II
MARCO CONCEPTUAL

2.1 Formas de Relieves

Desde la perspectiva fisiográfica, los rasgos geomorfológicos son un componente más de la superficie terrestre y contribuyen a definir sus paisajes con gran variedad de fisonomías que corresponden a contrastes orográficos y topográficos.

Conforme a la escala de trabajo se estudian los siguientes aspectos geomorfológicos: génesis, morfología, morfometría y morfodinámica. Estos cuatro aspectos describen lo que se concibe como forma de relieve o geoforma.

2.2 Génesis

Se refiere al proceso responsable de la creación de la forma de relieve, que en función del ambiente de depositación estos se pueden clasificar en:

Deposicional (Dep).- Se refiere a formas originadas en el transporte por agentes erosivos como el agua, el hielo o el viento, que constituyen medios de acarreo.

Denudativo (Den).- Incluye un grupo de procesos de desgaste de la superficie terrestre. En este contexto, el principal proceso identificable como forma de relieve son los coluviones y coluvio aluviales, formas originadas en la acción de la gravedad en combinación con el transporte de las aguas.

Estructural (Est).- Obedece a un patrón organizado del buzamiento de los estratos y al plegamiento de rocas sedimentarias consolidadas y metamórficas de origen sedimentario.

Tectónico erosivo (Tec).- Corresponde a levantamientos tectónicos que generan formas montañosas y colinadas de diversa altura y pendientes, y que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en grado variable por los procesos erosivos.

Volcánico (Vol).- Son formas producidas por erupciones volcánicas que han sufrido los efectos de la denudación y que aún conservan rasgos definidos de sus formas iniciales. Las rocas ígneas extrusivas, lavas y piroclastos, constituyen los materiales parentales que conforman el soporte de este tipo de geoformas.

Glaciar (Glc).- Proviene de los procesos erosivos ocurridos en relieves primarios por acción de las masas de hielo (circos, valles glaciares, rocas aborregadas, etc.) y de los procesos de transportación y sedimentación supraglaciar, endoglaciar y subglaciar de material detrítico pobremente clasificado (morrenas laterales, terminales, centrales, etc.).

2.3 Morfología

Describe los aspectos descriptivos, cualitativos de las formas de relieve. Entre las características principales que identifican una morfología, se puede apreciar las siguientes.

2.3.1 Unidad geomorfológica

Define el tipo de la forma del relieve a través de un nombre representativo, enmarcado en el análisis de las características del paisaje y subpaisaje. Cada unidad geomorfológica viene establecida de acuerdo a su génesis, y especificado por un código que lo hace reconocible, para la zona de estudio se ha determinado los siguientes tipos de unidades geomorfológicas.

Tabla 2.1: Unidades Morfológicas

Unidad morfológica	Código
Superficie de cuesta	C1
Frente de cuesta	C2
Vertiente de cuesta	C3
Testigo de cuesta	C4
Superficie disectada de cuesta	C5
Coluvio aluvial antiguo	Co
Relieve colinado muy alto	R6
Relieve montañoso	R7
Terraza alta	Ta
Terraza media	Tm
Valle en V	Vv
Superficie disectada	L2
Superficie poco disectada	L1
Relieve colinado alto	R5
Relieve colinado medio	R4
Relieve colinado bajo	R3
Barras homoclinales	Bh

Fuente: Cueva, G.

2.3.2. Forma de cima.

La cima es la parte más elevada de una montaña, de tal manera que el término “forma de cima”, son las características de las crestas que presentan los relieves. Entre estas se distinguen las siguientes:

- Cima aguda (Cag)
- Cima redondeada (Cre)
- Cima plana (Cpl)
- Inexistente (I)

2.3.3. Forma de vertiente.

Una vertiente, en geomorfología, es una superficie topográfica inclinada situada entre los puntos altos (picos, crestas, bordes de mesetas o puntos culminantes del relieve) y los bajos (pie de vertientes o vaguadas). Se refiere a la forma de vertiente que discurre por una ladera. Las vertientes pueden ser:

- Cóncava (Vca)
- Convexa (Vcx)
- Rectilínea (Vr)
- Irregular (Vir)
- Mixta (Vmx)

2.3.4 Forma de valle.

La forma del valle caracteriza la morfología de un relieve, de acuerdo a la siguiente clasificación:

En U.- Valle de origen glacial con paredes muy abruptas, de pendientes fuertes a muy fuertes, y fondo cóncavo.

En V.- Valle poco modelado por la erosión, en la cual sus laderas convergen en un fondo muy estrecho.

Plano.- Valle caracterizado por un estado avanzado de la erosión. La gran presencia de depósitos aluviales caracteriza esta morfología y está en función del aporte del curso de agua.

2.4 Morfometría

La morfometría proporciona las características de los procesos que toman lugar en la Formación del relieve. Consiste en el análisis cuantitativo del relieve, que toma en cuenta los aspectos medibles de la descripción de la morfología (Summerfield, 1991; Tricart, 1965). Los procesos morfométricos son:

2.4.1 Pendiente.

Corresponde al ángulo de inclinación de las vertientes, medidos con respecto a la horizontal. Está expresado en porcentaje.

La pendiente puede ser:

- Plana (0 a 2%)
- Muy suave (2 a 5%)
- Suave (5 a 12%)
- Media (12 a 25%)
- Media a fuerte (25 a 40%)
- Fuerte (40 a 70%)
- Muy fuerte (70 a 100%)
- Escarpada (> 100%)

2.4.2 Desnivel relativo.

El desnivel relativo corresponde a la altura existente entre la parte más baja y más alta de las formas de relieve. Y se clasifica de acuerdo a los siguientes parámetros:

Tabla 2.2: Clasificación y codificación del desnivel relativo.

Código	Tipo	Relieve
1	0 a 5 m	R1
2	5 a 15 m	R2
3	15 a 25 m	R3
4	25 a 50 m	R4
5	50 a 100 m	R4
6	100 a 200 m	R5
7	200 a 300 m	R6
8	> a 300 m	R7
NA	No aplicable	NA

Fuente: Adaptado de MAG-ORSTOM. 1982

2.4.3 Longitud de la vertiente.

Corresponde a la distancia inclinada existente entre la parte más alta y la más baja de una forma del relieve, la misma que se mide en metros. Se asigna por cada forma de relieve analizada, de acuerdo a los siguientes parámetros:

Tabla 2.3: Clasificación y codificación de la longitud e vertiente

Código	Tipo	Descripción
1	Muy corta	< a 15 m
2	Corta	15 a 50 m
3	Mod. Larga	50 a 250 m
4	Larga	250 a 500 m
5	Muy larga	>a 500 m
NA	No aplicable	NA

Fuente: Adaptado de MAG-ORSTOM. 1982

2.5 Variables geológicas

Estas se relacionan a las formas de erosión en relación al tipo de litología. Entre estas tenemos.

2.5.1. Tipo de drenaje.

Se forma por el proceso de erosión cuando la escorrentía se concentra creando un canal, los cuales drenan formando una red que está en función del tipo de roca que conforma el relieve. Entre los tipos de drenajes encontramos los siguientes

Tabla 2.4: Tipo de drenajes.

Tipo	Cod
Dendrítico	Dt
Subdendrítico	St
Paralelo	Pa
Enrejado	Er
Rectangular	Rc
Radial	Ra
Multibasal	Mb
Anastomosado	An
Pinnado	Pn
Meándrico	Md
No aplicable	NA

Fuente: Van Zuidam, R. 1985.

2.5.2. Densidad de drenaje.

Se entiende al espaciamiento existene entre cada uno de los drenajes el cual forman una red y que está en dependencia del tipo de roca.

Tabla 2.5: Densidad de Drenaje

Tipo	Espaciamiento	Cod
Fino (muy disectado)	< a 0,4 cm	Fi
Medio (disectado)	0,4 a 4 cm	Me
Grueso (poco disectado)	> a 4 cm	Gs
No aplicable	No aplicable	NA

Fuente: Van Zuidam, R. 1985.

2.5.3. Tipo de roca o depósito superficial.

Se refiere a la composición de las formas del relieve en cuanto a su tipo de roca o depósito superficial. Está relacionado a la denominación geológica desde la cartografía oficial relacionado a los mapas geológicos escala 1:100 000. Que describe el tipo de roca el cual debe confirmarse posteriormente con la verificación de campo, por lo tanto se busca que sea lo más específica posible.

CAPITULO III
METODOLOGÍA

La metodología utilizada en el presente proyecto describe el proceso a llevar para el levantamiento de información de las respectivas unidades geomorfológicas identificadas en la cuenca de Loja.

3.1 Recopilación de información

En ésta etapa se realizó la recopilación de toda la información referencial para poder cumplir con el proceso de la fotointerpretación. Las fotografías aéreas utilizadas fueron facilitadas por el Departamento de Geología y Minas e Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja. Posteriormente se definieron los estándares para el trabajo de fotointerpretación y su proceso para validación de campo, se definieron códigos y colores para cada unidad geomorfológica en función de su génesis, morfología y morfometría.

El material cartográfico y fotográfico utilizado corresponde a:

Fotografías aéreas a blanco y negro del cantón Loja a escala aproximada 1:30 000 impresas por el IGM, año 1986.

Ortofotos: a escala 1:5 000, en cuadrículas 1:50 000, de la base cartográfica de SIGTIERRAS.

Cartas topográficas editadas por el IGM, a escala 1:50 000 correspondiente a las hojas Loja Norte, Loja Sur, Catamayo y Nambacola.

Mapas geomorfológicos a escala 1:200 000 de PRONAREG-ORSTOM.

Cartas geológicas a escala 1:100 000, de Loja y Gonzanamá

3.2 Fotointerpretación

El proceso de la fotointerpretación consiste en el análisis de las diferentes formas de relieve identificables en una foto aérea el cual se logra mediante el proceso de estereoscopia, Para obtener un resultado satisfactorio se requiere de conocimientos integrales acerca de geomorfología y morfometría para lo cual aprovechando el detalle de la foto, la visión en tres dimensiones se puede realizar un análisis sistemático de manera contextual.

El proceso de fotointerpretación consistió en los siguientes pasos:

- Estudio y definición de los relieves de la zona a partir de su tipología, ya que proveen un marco general para la interpretación. Adicionalmente se utilizó mapas geológicos regionales que abarquen la cuenca de Loja, para definir su litología y formaciones. Además se generaron MDT, a partir de cartografía 1:50000, y mapa de pendientes, para realizar el cálculo de la respectiva pendiente y definir los diferentes tipos de relieves geomorfológicos.
- Antes del proceso de fotointerpretación se preparó la fotografía con la transparencia respectiva, en esta se delimitó el área efectiva de interpretación (correspondiente a un centímetro desde el borde de la foto con la finalidad de aprovechar entre el 50 o 60% del área útil de la foto), y así, cubrir satisfactoriamente toda la sobreposición de la foto aérea.
- Definición del tipo de red de drenaje, el cual en base a la densidad nos aporta mucho para definir los cambios del tipo de roca.
- Las formas de relieve, que fueron determinadas de acuerdo a las variables geomorfológicas y geológicas, los mismos que están relacionados con el tipo de roca y patrón de drenaje, y de los datos geológicos secundarios recopilados.

La importancia de ésta técnica radica en la obtención de información primaria válida, tomando en cuenta las variables relacionadas a los fenómenos geológicos (litología, formaciones superficiales, tectónica), geomorfológicos (morfología, morfometría, morfodinámica), hidrográficos (densidad, forma del drenaje), que son claramente visualizados, interpretados y con mayor certeza analizados, a través de la observación estereoscópica.

La etapa de fotointerpretación tiene como punto clave el análisis integral, que correlaciona las variables para identificar una unidad ligada a su forma, pendiente, forma de cima y vertiente, y desnivel relativo. Para ello se toma como base fundamental la unidad ambiental, que corresponde a un espacio físico geográfico que comparte un mismo origen, dinámica, y similar material constitutivo, así como su clima, suelo, vegetación y por lo tanto la acción antrópica, que le brindan uniformidad como unidad macro, en donde las formas de relieve que la componen pertenecen a unas ciertas características y se enmarcan en un rango de variabilidad determinado.



Figura 3.1: Fotointerpretación de la cuenca de Loja en fotografías aéreas a escala 1:30 000.
Fuente: Cueva, G.

Los criterios utilizados para definir las unidades geomorfológicas, se tomaron en base a los parámetros conceptuales descritos en el capítulo anterior, los mismos que se refieren a:

a. Criterios delimitadores

- Desnivel relativo
- Forma de cima
- Forma de vertiente
- Formas de relieve

b. Criterios caracterizadores

- Geología.
- Unidad genética.

Los datos obtenidos para cada unidad geomorfológica en la cuenca de Loja, fueron ingresados en una hoja de Excel que posteriormente sirvió de base para enlazar con la tabla de atributos en el software ArcGis.

3.3 Procesamiento digital

3.3.1 Georreferenciación.

El proceso consiste en realizar un ajuste adecuado de las ortoimagen a la escala del trabajo, tratando que ningún punto sobrepase la tercera parte de la escala, respecto a la cartografía base. Para esto debemos tomar puntos distribuidos en toda la fotografía.

La georreferenciación, consistió básicamente en buscar ciertos puntos homólogos entre la fotografía aérea escaneada y la ortofoto, dotamos de un sistema de referencia (coordenadas geográficas) a nuestra imagen digital, la cual llegó a deformarse en cierto porcentaje y así adaptarse a la ortofoto final (Figura 3.2). De ésta manera buscamos que la fotografía aérea escaneada coincida con exactitud en un casi 100% con la ortofoto final, para poder digitalizar las geformas datadas (Figura 3.3).

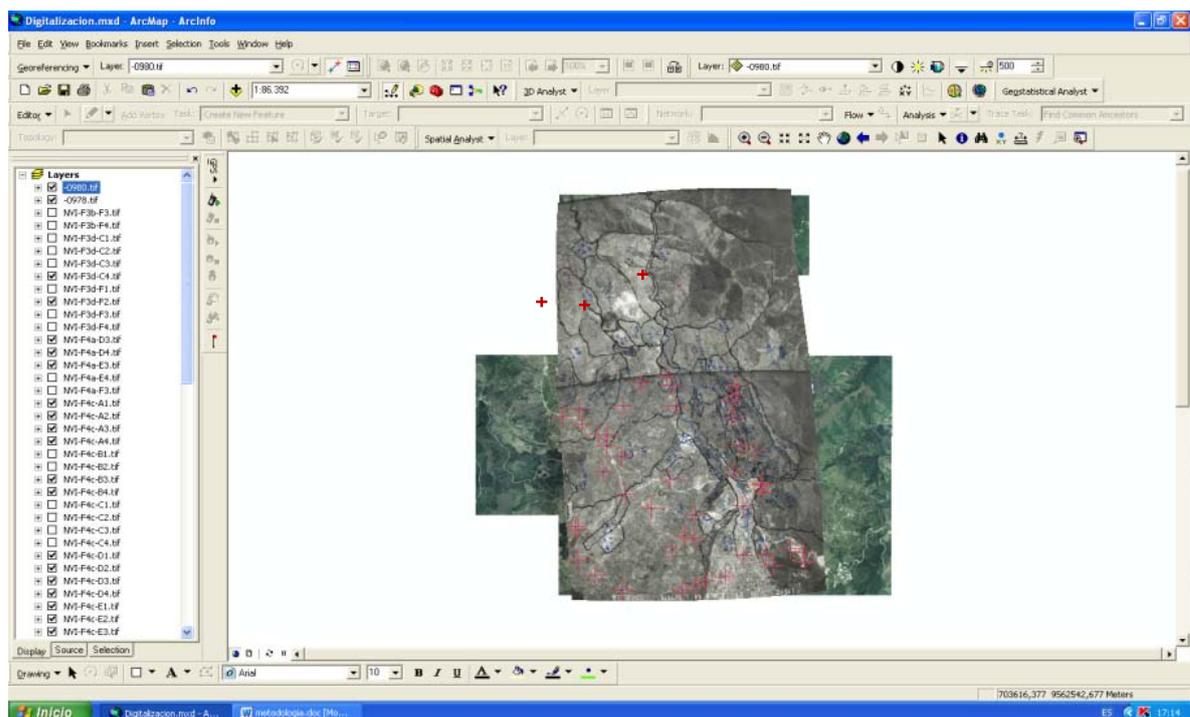


Figura 3.2 Georreferenciación final de imagen satelital junto a la ortofoto.
Fuente: Cueva, G.

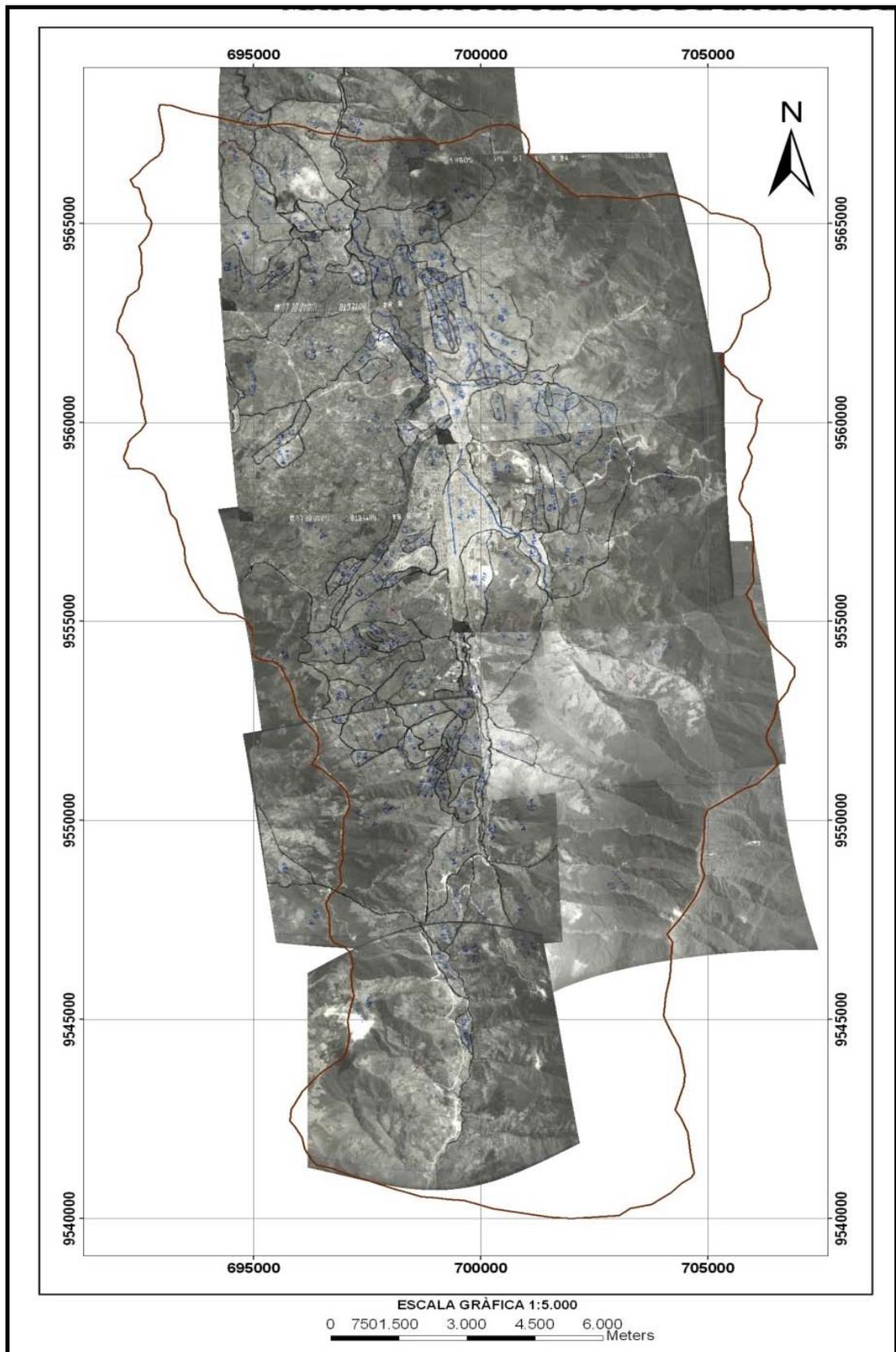


Figura 3.3 Mosaico total de fotos a escala 1:30 000 ya georeferenciadas.
Fuente: Cueva, G.

3.3.2 Digitalización.

Para poder realizar la digitalización debemos tener las fotografías aéreas correctamente georreferenciadas junto a las ortofotos finales. La información base constó principalmente de ortofotos de la cuenca de Loja, MDT, mapa de pendientes y las fotos con las unidades geomorfológicas interpretadas y georreferenciadas. Dicho proceso se desarrolló con la ayuda del programa ArcGis 9.3 utilizando la herramienta geodatabase y módulo editor del software. Se realizó polígonos cerrados para cada unidad geomorfológica, dotándolas de manera individual con un código anteriormente establecido de acuerdo a la categoría a la cual pertenezca y parámetros que presente la misma (Figura 3.4).

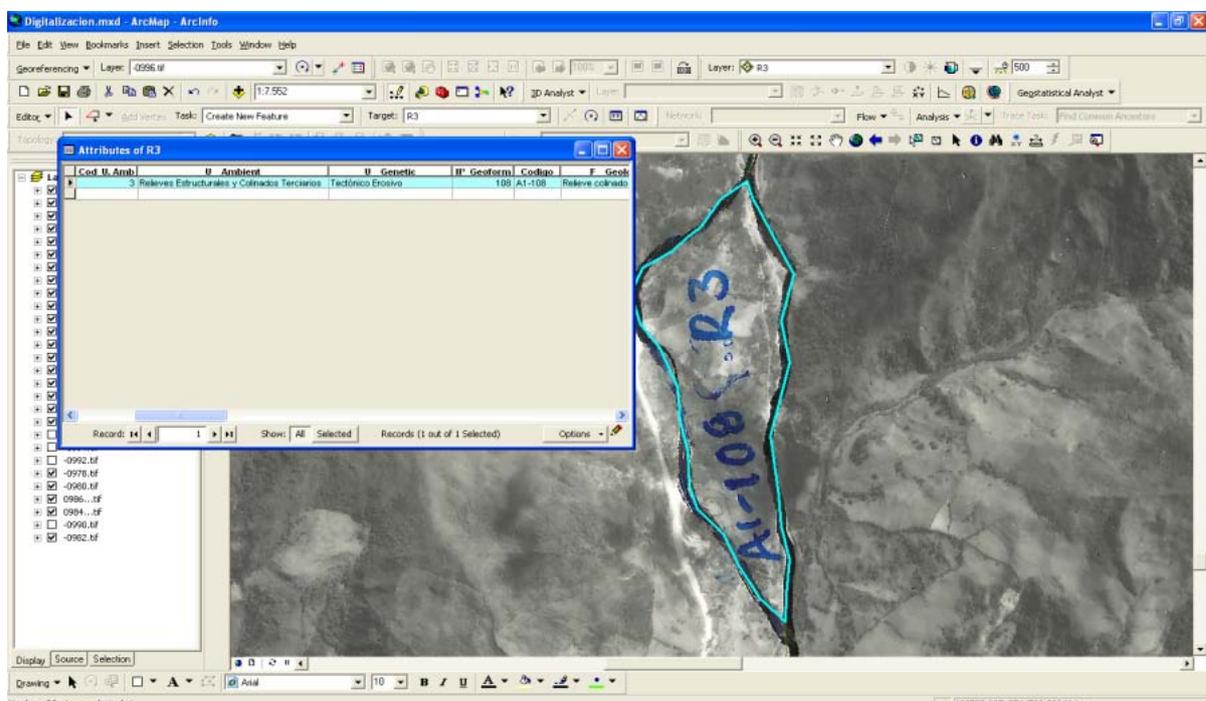


Figura 3.4: Digitalización de una geoforma dentro de la fotografía aérea en ArcGis 9.3.

Fuente: Cueva, G

Una vez digitalizada la geoforma, agregamos un cierto número de campos mediante herramientas de geodatabase, para colocar cierta información descriptiva de cada una de las geoformas. Los campos tomados en cuenta para la descripción son: unidad genética, unidad ambiental, pendiente, desnivel relativo, drenaje, forma de cima, forma de valle, etc (Figura 3.5). Dicha información la extraemos de una base de datos antes elaborada en una hoja de excel con todas las características principales de cada una de las geoformas datadas.

3.3.3 Revisión y control de calidad.

Se realizó la revisión cartográfica de los datos gráficos y alfanuméricos obtenidos, en la cual se eliminan posibles errores y se verifica la lógica en cada uno de los elementos creados.

Para ello se realiza:

- Revisión temática
 - Se contrasta la interpretación con toda la información secundaria disponible, se examina la coherencia de los datos y la lógica con capas geomorfológicas de los alrededores. Esta revisión cubre tanto las unidades gráficas como la base de datos.
 - Se realizan las correcciones necesarias.
- Revisión topológica: Para evitar sobreposición y espacios sin información entre polígonos.

3.4 Validación de Campo

Para la validación de campo se realizó una salida programada, tratando de cubrir todas los tipos de geoformas que se identificó en el mapa mediante la fotointerpretación, para esto se usó fichas de campo (Figura 3.7), en las que se caracterizan los principales atributos morfológicos y morfométricos de las geoformas además de aspectos como geología, entre otros.

GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN A ESCALA 1:10 000 PARA LA CUENCA DE LOJA	DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA																																																																																																				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>1. UBICACIÓN</p> <p>1.1. DIVISION POLITICO ADMINISTRATIVA</p> <p>PROVINCIA: <input type="text" value="Loja"/></p> <p>CANTON: <input type="text" value="Loja"/></p> <p>PARROQUIA: <input type="text"/></p> <p>SECTOR: <input type="text" value="El capuli"/></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>1.2. LOCALIZACION (UTM, WGS84 Zona 17S)</p> <p>COORD. X: <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="0"/> m</p> <p>COORD. Y: <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> m</p> <p>ALTITUD: <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="5"/> msnm</p> </div> </div>																																																																																																					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>2. REGISTRO DE LA OBSERVACIÓN</p> <p>2.1. CODIGO: <input type="text" value="14"/></p> <p>2.2. FECHA DE DESCRIPCION: <input type="text" value="10/09/2014"/></p> <p>2.5. FOTOS: <input type="text"/></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>2.3. GRUPO: <input type="text" value="1"/></p> <p>2.4. POSICION OBSERVADOR (cima, ladera, etc): <input type="text" value="Pie"/></p> </div> </div>																																																																																																					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>3. MORFOLOGÍA</p> <p>3.1. ORIGEN: <input type="text" value="Estructural"/></p> <p>3.2. UNIDAD MORFOLÓGICA: <input type="text" value="Bh"/></p> <p>3.3. FORMA DE CIMA</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Aguda</td></tr> <tr><td>2</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Redondeada</td></tr> <tr><td>3</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Plana</td></tr> <tr><td>4</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Inexistente</td></tr> </table> <p>3.4. FORMA DE VERTIENTE</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Concava</td></tr> <tr><td>2</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Convexa</td></tr> <tr><td>3</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Rectilínea</td></tr> <tr><td>4</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Irregular</td></tr> <tr><td>5</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Mixta</td></tr> </table> <p>3.5. FORMA DE VALLE</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1</td><td><input type="checkbox"/></td><td>En U</td></tr> <tr><td>2</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>En V</td></tr> <tr><td>3</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Plano</td></tr> </table> </div> <div style="width: 45%;"> <p>4. MORFOMETRÍA</p> <p>4.1. PENDIENTE</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Plana de 0 a 2%</td></tr> <tr><td>2</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Muy suave de 2 a 5%</td></tr> <tr><td>3</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Suave de 5 a 12%</td></tr> <tr><td>4</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Media de 12 a 25%</td></tr> <tr><td>5</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Media a fuerte 25 a 40%</td></tr> <tr><td>6</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Fuerte 40 a 70%</td></tr> <tr><td>7</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Muy fuerte 70 a 100%</td></tr> <tr><td>8</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Escarpado > a 100%</td></tr> </table> <p>4.2. DESNIVEL RELATIVO</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1</td><td><input type="checkbox"/></td><td>0 a 5 m</td></tr> <tr><td>2</td><td><input type="checkbox"/></td><td>5 a 15 m</td></tr> <tr><td>3</td><td><input type="checkbox"/></td><td>15 a 25 m</td></tr> <tr><td>4</td><td><input type="checkbox"/></td><td>25 a 50 m</td></tr> <tr><td>5</td><td><input type="checkbox"/></td><td>50 a 100 m</td></tr> <tr><td>6</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>100 a 200 m</td></tr> <tr><td>7</td><td><input type="checkbox"/></td><td>200 a 300 m</td></tr> <tr><td>8</td><td><input type="checkbox"/></td><td>> a 300 m</td></tr> </table> <p>4.3. LONGITUD DE LA VERTIENTE</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Muy corta, <a 15m</td></tr> <tr><td>2</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Corta, 15 a 50m</td></tr> <tr><td>3</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Mod. Larga, 50 a 250m</td></tr> <tr><td>4</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Larga, 250 a 500 m</td></tr> <tr><td>5</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Muy larga, > a 500m</td></tr> </table> </div> </div>			1	<input checked="" type="checkbox"/>	Aguda	2	<input type="checkbox"/>	Redondeada	3	<input type="checkbox"/>	Plana	4	<input type="checkbox"/>	Inexistente	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Concava	2	<input type="checkbox"/>	Convexa	3	<input type="checkbox"/>	Rectilínea	4	<input type="checkbox"/>	Irregular	5	<input type="checkbox"/>	Mixta	1	<input type="checkbox"/>	En U	2	<input checked="" type="checkbox"/>	En V	3	<input type="checkbox"/>	Plano	1	<input type="checkbox"/>	Plana de 0 a 2%	2	<input type="checkbox"/>	Muy suave de 2 a 5%	3	<input type="checkbox"/>	Suave de 5 a 12%	4	<input type="checkbox"/>	Media de 12 a 25%	5	<input type="checkbox"/>	Media a fuerte 25 a 40%	6	<input checked="" type="checkbox"/>	Fuerte 40 a 70%	7	<input type="checkbox"/>	Muy fuerte 70 a 100%	8	<input type="checkbox"/>	Escarpado > a 100%	1	<input type="checkbox"/>	0 a 5 m	2	<input type="checkbox"/>	5 a 15 m	3	<input type="checkbox"/>	15 a 25 m	4	<input type="checkbox"/>	25 a 50 m	5	<input type="checkbox"/>	50 a 100 m	6	<input checked="" type="checkbox"/>	100 a 200 m	7	<input type="checkbox"/>	200 a 300 m	8	<input type="checkbox"/>	> a 300 m	1	<input type="checkbox"/>	Muy corta, <a 15m	2	<input checked="" type="checkbox"/>	Corta, 15 a 50m	3	<input type="checkbox"/>	Mod. Larga, 50 a 250m	4	<input type="checkbox"/>	Larga, 250 a 500 m	5	<input type="checkbox"/>	Muy larga, > a 500m
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Aguda																																																																																																			
2	<input type="checkbox"/>	Redondeada																																																																																																			
3	<input type="checkbox"/>	Plana																																																																																																			
4	<input type="checkbox"/>	Inexistente																																																																																																			
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Concava																																																																																																			
2	<input type="checkbox"/>	Convexa																																																																																																			
3	<input type="checkbox"/>	Rectilínea																																																																																																			
4	<input type="checkbox"/>	Irregular																																																																																																			
5	<input type="checkbox"/>	Mixta																																																																																																			
1	<input type="checkbox"/>	En U																																																																																																			
2	<input checked="" type="checkbox"/>	En V																																																																																																			
3	<input type="checkbox"/>	Plano																																																																																																			
1	<input type="checkbox"/>	Plana de 0 a 2%																																																																																																			
2	<input type="checkbox"/>	Muy suave de 2 a 5%																																																																																																			
3	<input type="checkbox"/>	Suave de 5 a 12%																																																																																																			
4	<input type="checkbox"/>	Media de 12 a 25%																																																																																																			
5	<input type="checkbox"/>	Media a fuerte 25 a 40%																																																																																																			
6	<input checked="" type="checkbox"/>	Fuerte 40 a 70%																																																																																																			
7	<input type="checkbox"/>	Muy fuerte 70 a 100%																																																																																																			
8	<input type="checkbox"/>	Escarpado > a 100%																																																																																																			
1	<input type="checkbox"/>	0 a 5 m																																																																																																			
2	<input type="checkbox"/>	5 a 15 m																																																																																																			
3	<input type="checkbox"/>	15 a 25 m																																																																																																			
4	<input type="checkbox"/>	25 a 50 m																																																																																																			
5	<input type="checkbox"/>	50 a 100 m																																																																																																			
6	<input checked="" type="checkbox"/>	100 a 200 m																																																																																																			
7	<input type="checkbox"/>	200 a 300 m																																																																																																			
8	<input type="checkbox"/>	> a 300 m																																																																																																			
1	<input type="checkbox"/>	Muy corta, <a 15m																																																																																																			
2	<input checked="" type="checkbox"/>	Corta, 15 a 50m																																																																																																			
3	<input type="checkbox"/>	Mod. Larga, 50 a 250m																																																																																																			
4	<input type="checkbox"/>	Larga, 250 a 500 m																																																																																																			
5	<input type="checkbox"/>	Muy larga, > a 500m																																																																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>5. COBERTURA VEGETAL</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1. Arborea</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>6. Cultivo permanente</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>2. Arbustiva</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>7. Eriales</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>3. Herbacea</td><td><input type="checkbox"/></td><td>8.</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>4. Cultivo anual</td><td><input type="checkbox"/></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5. Cultivo semipermanente</td><td><input type="checkbox"/></td><td></td><td></td></tr> </table> <p>OTROS ASPECTOS:</p> </div> <div style="width: 35%;"> <p>6. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD</p> <p>Barras homoclinales.- Unidad geomorfológica ubicada al Sur-oeste de la cuenca de Loja en el sector El Capulí, existe un sendero tipo vía que sube hacia la parte alta. Dentro de la unidad podemos observar que los estratos están de buzando de manera vertical, existe la presencia de abundante vegetación arbustiva y herbácea. La geoforma presenta material de tipo conglomerados y pequeños estratos de areniscas correspondientes a la Formación Quillollaco. La unidad tiene una pendiente de 40 a 70% y desnivel relativo de 100 a 200m, ocupa 34.51 Ha de superficie.</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>7. FOTO y/o ESQUEMA</p> </div> </div>			1. Arborea	<input checked="" type="checkbox"/>	6. Cultivo permanente	<input type="checkbox"/>	2. Arbustiva	<input checked="" type="checkbox"/>	7. Eriales	<input type="checkbox"/>	3. Herbacea	<input type="checkbox"/>	8.	<input type="checkbox"/>	4. Cultivo anual	<input type="checkbox"/>			5. Cultivo semipermanente	<input type="checkbox"/>																																																																																	
1. Arborea	<input checked="" type="checkbox"/>	6. Cultivo permanente	<input type="checkbox"/>																																																																																																		
2. Arbustiva	<input checked="" type="checkbox"/>	7. Eriales	<input type="checkbox"/>																																																																																																		
3. Herbacea	<input type="checkbox"/>	8.	<input type="checkbox"/>																																																																																																		
4. Cultivo anual	<input type="checkbox"/>																																																																																																				
5. Cultivo semipermanente	<input type="checkbox"/>																																																																																																				

Figura 3.7: Ficha de campo utilizada para la validación de unidades geomorfológicas.
Fuente: Cueva, G

CÁPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Interpretación geomorfológica

Luego del proceso de fotointerpretación realizado para la cuenca de Loja se pudo obtener un total de 108 unidades geomorfológicas. El mismo que de acuerdo a su unidad genética, se encuentran distribuidos de la siguiente manera (Figura 4.1).

4.1.1. Origen: Deposicional.

Corresponden a los depósitos aluviales que se encuentran en los márgenes de los ríos Malacatos, Jipiro, Zamora Huayco y Zamora, ubicados en el centro de la cuenca. Estas unidades geomorfológicas están formados por:

- a. Terrazas medias (Tm).- la mayor parte de su superficie se encuentra ocupado por la zona urbana de la ciudad de Loja y zonas agrícolas. La pendiente establecida va de 2 a 5% y 0 a 2%, con desniveles relativos que varían entre 0 a 5 m hacia el norte y entre 5 a 15 m dentro de la ciudad. Esta geoforma ocupa un total de 769.52 hectáreas.
- b. Terrazas altas (Ta).- se encuentra sobre la terraza media, ubicado en el borde Oeste del río Zamora en el sector las Pitás, actualmente está ocupado por construcciones y viviendas. Su pendiente va entre 0 a 2%, con desnivel relativo entre 0 a 5 m. Ocupa un total de 7.73 hectáreas.
- c. Valle en V (Vv).- se encuentra ubicado al Norte de la cuenca de Loja, por donde fluye el río Zamora, el cual rompe la cordillera formando una geoforma pronunciada cuya pendiente va de 70 a 100 %, el mismo que cubre una superficie de 242.54 hectáreas.
- d. Superficie poco disectada (L1).- superficie originada por la erosión de los depósitos sedimentarios, constituido por relieves ondulados donde la mayor parte de su superficie está cubierto por vegetación herbácea y es destinado para uso agrícola-ganadero. Esta geoforma tiene una pendiente entre 5 a 12% y 12 a 25% y desnivel relativo entre 15 a 25 m y 50 a 100 m. Tiene una extensión de 216.92 hectáreas.
- e. Superficie disectada (L2).- formado por la erosión de los depósitos sedimentarios, constituido por terrenos ondulados el mismo que se encuentra cubierto por la zona urbana de la ciudad de Loja y por zonas agrícolas-ganaderas como la zona de Jipiro al

Este y sector Shucos al Noreste. Tiene pendientes que van de 5 a 12%, 12 al 25% y 25 a 40%, cuya superficie abarca 731.41 hectáreas.

4.1.2. Denudativo.

Son depósitos que han sido acumulados a media ladera y su proceso de transporte ha sido mínimo, entre estos tenemos.

- a. Coluvio aluvial antiguo (Co).- esta unidad se extiende al Noroeste de la cuenca de Loja, desde el sector de Motupe hasta Carigan, el mismo se encuentra cubierto en parte por la zona urbana de la ciudad y por zonas de cultivos y vegetación herbácea. Esta unidad tiene una pendiente entre 5 a 12% y desniveles relativos entre 50 a 100 metros y 15 a 25 metros, cubriendo una superficie de 669.29 hectáreas.

4.1.3. Estructural.

Corresponde a los depósitos sedimentarios que forman estructuras plegadas y que tiene un nivel de sedimentación formando capas estratigráficas. Dentro de estas tenemos las siguientes unidades:

- a. Superficie de cuesta (C1).- la unidad se encuentra formada por series monoclinales de escaso buzamiento, formada como consecuencia de la degradación parcial de los estratos sedimentarios suavemente plegados, morfológicamente presentan vertientes rectilíneas. Dentro de la cuenca de Loja se encuentra en la parte Norte, la parte Sur, Este y Oeste, siendo zonas de cultivos, zona urbana y vegetación herbácea. Constan de una pendiente entre 25 a 40%, y 12 a 25% y 5 a 12%, con desniveles relativos entre 15 a 25 m, 25 a 50 m, 50 a 100 m; 100 a 200 m y 200 a 300 m. Ocupan una superficie de 831.27 hectáreas.
- b. Frente de cuesta (C2).- Corresponde a la vertiente más escarpada y de menor longitud que presenta una cuesta, generalmente tienen pendientes mayores que la superficie; se distribuyen en la cuenca de Loja en la parte Noreste y Noroeste cerca de la ciudad, son zonas en donde existe vegetación herbácea, arbórea y en ciertas zonas urbanización. Su pendiente va entre 25 a 40% y 40 a 70%, y desniveles relativos entre 25 a 50 m, 50 a 100m y 100 a 200m, ocupando una superficie de 534.61 hectáreas de terreno.

- c. Vertiente de cuesta (C3).- constituyen las laderas inferiores de una cuesta estructural. Dentro de la cuenca de Loja se encuentran en la parte Norte, cubiertas por vegetación herbácea y arbórea. Su desnivel relativo va desde 25 a 50 m y 50 a 100 m con una pendiente de entre 25 a 40% y 12 a 25%. Ocupan una superficie de 164.59 hectáreas.
- d. Testigo de cuesta (C4).- sobresale en un relieve erosionado por los procesos erosivos en una superficie de cuesta destruida, el cual muestra los rasgos de la estructura original, se encuentra ubicado en la parte urbana del cantón. Existen dos tipos de acuerdo al porcentaje de pendiente que va de 25 a 40% con desnivel relativo de 25 a 50 m y de 5 a 12% con un desnivel relativo de 15 a 25 m ocupando una superficie de 17.47 hectáreas.
- e. Superficie disectada de cuesta (C5).- unidad geomorfológica que ha sufrido cierto proceso de erosión en surcos, se encuentra a lo largo de la parte central de la cuenca de Loja extendiéndose en su mayoría al Oeste de la cuenca. Geoformas que tienen pendiente de entre 12 a 25%, y 25 a 40% con desnivel relativo de 5 a 15 m, 15 a 25 m, 25 a 50 m, 50 a 100 m y 100 a 200 m. Ocupan una superficie de 5275.52 hectáreas.
- f. Barras homoclinales (Bh).- estructura geológica en la cual sus estratos presentan buzamientos en una sola dirección e inclinación uniforme, se encuentran ubicadas en la parte Este y Sur-Este de la cuenca. Se verificó un solo tipo, con un desnivel relativo de 100 a 200 m con una pendiente dominante de 40 a 70%. La superficie que ocupan es de 34.51 hectáreas.

4.1.4. Tectónico Erosivo.

Relieves que más predominan en el cantón Loja; se encuentran desarrollados sobre rocas metamórficas que van desde filitas, esquistos sericíticos, grafitosos, cuarcíticos y gneis.

- a. Relieve montañoso (R7).- se encuentran distribuidas en la parte Sur, Este y Oeste de la cuenca de Loja, desarrollados sobre rocas metamórficas; morfológicamente presentan cimas agudas en su mayoría, asociadas a vertientes rectilíneas y cóncavas. Este tipo de relieves presentan pendientes muy fuerte de 70 a 100% y fuertes de 40 a 70%, con un desnivel relativo > 300 m dominante. Ocupan una superficie de 16,101.90 hectáreas.
- b. Relieve colinado muy alto (R6).- Se encuentran distribuidos en el Sur de la cuenca de Loja, subordinados a los relieves montañosos, sin embargo existe éste tipo de relieves en zonas específicas al Norte y al centro Sur del cantón. Presentan pendientes que van

de 70 a 100% y de 40 a 70%, con un desnivel relativo de 200 a 300 m. Ocupa una superficie de 2,855.88 hectáreas.

- c. Relieve colinado alto (R5).- Se encuentran en zonas específicas al Norte y Este de la cuenca de Loja; presentan cimas redondeadas asociadas a vertientes convexas y mixtas en su mayoría, aunque también se observan cimas agudas, asociadas a vertientes cóncavas e irregulares. Presentan pendiente de 40 a 70% y 25 a 40% con un desnivel relativo de 100 a 200 m. Ocupan una superficie de 227.04 hectáreas.
- d. Relieve colinado medio (R4).- se observan en zonas específicas de la parte Norte y Sur de la cuenca de Loja, se desarrolla dentro de materiales como: filitas, esquistos grafiticos, cuarcitas, gneis, etc. Presentan pendientes de 12 a 25% y 5 a 12%, con un desnivel relativo que va desde los 50 a 100 m. Ocupan una superficie de 290.65 hectáreas.
- e. Relieve colinado bajo (R3).- unidad geomorfológica ubicada en la parte Sur de la cuenca de Loja, éste tipo de relieves se caracterizan por presentar pendientes en un rango de 25 a 40% y desniveles relativos de 15 a 25m. Ocupan una superficie de 22.85 hectáreas.

De toda la clasificación antes mencionada realizamos la verificación de una unidad geomorfológica por tipo.

A continuación se presenta el mapa completo con todas las unidades geomorfológicas identificadas dentro de la cuenca de Loja (Figura 4.1):

Tabla 4. 1: Categorización de unidades geomorfológicas de la cuenca de Loja

NIDAD GENÉTICA	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	FORMACION GEOLOGICA	N° DE GEOF.	Ha.	Código
ESTRUCTURAL	Superficie de cuesta	F. San Cayetano	24	831.27	C1
	Frente de cuesta	F. San Cayetano	26	534.61	C2
	Vertiente de cuesta	F. San Cayetano	2	164.60	C3
	Testigo de cuesta	F. San Cayetano	2	17.47	C4
	Superficie disectada de cuesta	F. Quillollaco	17	5275.52	C5
	Barras homoclinales	F. Trigal	1	34.51	Bh
DENUDATIVO	Coluvio aluvial antiguo	Depósitos coluvio aluviales	2	669.29	Co
TECTONICO EROSIVO	Relieve montañoso	U. Chiguinda	4	16101.91	R7
	Relieve colinado muy alto	U. Chiguinda	6	2855.88	R6
	Relieve colinado alto	U. Chiguinda	3	227.04	R5
	Relieve colinado medio	U. Chiguinda	4	290.65	R4
	Relieve colinado bajo	U. Chiguinda	1	22.85	R3
DEPOSICIONAL	Superficie poco disectada	F. San Cayetano	3	216.92	L1
	Superficie disectada	F. San Cayetano	5	731.41	L2
	Terraza alta	Depósitos aluviales	1	7,73	Ta
	Terraza media	Depósitos aluviales	6	769,52	Tm
	Valle en V	U. Chiguinda	1	242,54	Vv

Fuente: Cueva, G

4.2 Zonificación Geomorfológica de la cuenca de Loja

Para realizar la zonificación de la cuenca de Loja, realizamos una clasificación de las geoformas por la categoría de Unidad Genética, por lo que se divide de la siguiente manera:

U. Tectónico Erosivo.- a lo largo del margen de la cuenca tanto al Oeste como al Este de la misma tenemos relieves de éste tipo de unidad con un total de 19,498.32 hectáreas, ocupando así el 67% de la superficie de estudio. El material que predomina en toda esta zona es de tipo metamórfico en donde podemos observar esquistos, cuarcitas, metacuarcitas, filitas y pizarras, de edad Paleozoica las cuales forman parte de la Unidad Chiguinda, basamento que conforma la cuenca de Loja, dentro del cual encontramos un total de 18 unidades geomorfológicas.

U. Denudativo.- dentro de la unidad genética de tipo denudativo tenemos un solo tipo de geoforma, coluvio aluvial antiguo, ocupando 669.29 hectáreas correspondiente al 2% de la superficie del terreno, el cual se encuentra en la parte Noroeste de la cuenca de Loja, la litología que predomina en el lugar está compuesta fragmentos de rocas metamórficas que fueron depositados a media ladera por el poco transporte ejercido dentro de la zona. Encontramos un total de 2 unidades geomorfológicas.

U. Estructural.- relacionados directamente a los rellenos sedimentarios de la cuenca, las unidades geomorfológicas se encuentran en su mayoría distribuidas a lo largo de la parte Nor-oeste, Nor-este, Sur-oeste y en ciertas zonas específicas al Sur-este. Ocupan 6,917.51 hectáreas, con un porcentaje de 24% de terreno. Compuestas por material de tipo sedimentario como predominante, ya que podemos distinguir lutitas con pequeñas capas de areniscas y algunas capas de conglomerados, las cuales son parte de la Formación Trigal, San Cayetano, La Banda, Belén, Quillollaco. Encontramos un total de 72 unidades geomorfológicas.

U. Depositional.- en la unidad genética de tipo deposicional podemos encontrar unidades geomorfológicas a lo largo de los afluentes de los ríos Zamora, Jipiro, Malacatos, distribuidas en la parte Norte, Sur y zona central de la cuenca cubierta por la zona urbana de la ciudad. El material dominante es aquel que proviene de depósitos de material, transportado por agentes erosivos como el agua, que constituyen medios de acarreo. El terreno que ocupan las geoformas de éste tipo es de 1,934.38 hectáreas, es decir un 2% del total de la zona de estudio. Encontrando 16 unidades geomorfológicas.

En la Figura 4.2 podemos observar la representación gráfica de la zonificación geomorfológica de la cuenca de Loja, tomando en cuenta la unidad genética a la cual pertenece: unidades geomorfológicas de origen tectónico erosivo de color verde, denudativo de color azul, deposicional color crema y estructural de color café.

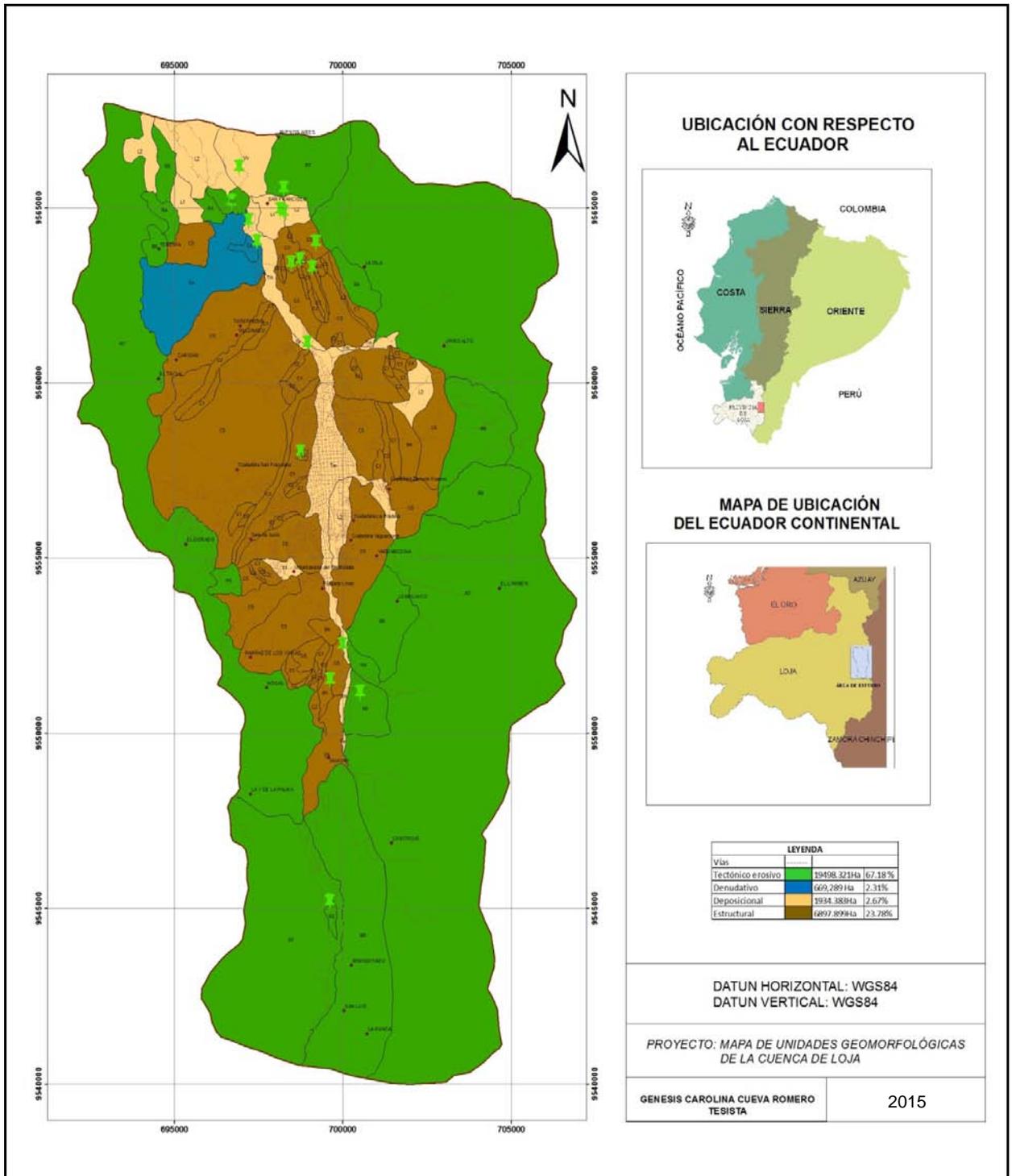


Figura 4. 2: Zonificación de la cuenca de Loja a partir del tipo de Unidad Genética
Fuente: Cueva, G

De acuerdo a la zonificación geomorfológica de la cuenca de Loja en base a la unidad genética, se realizó un análisis estadístico (Figura 4.3), en donde se obtuvo como resultado que la unidad genética predominante dentro de la zona de estudio (cuenca de Loja), es la unidad tectónico erosivo con un 67% de superficie ante un 24% de tipo estructural, 7% deposicional y un 2% denudativo.

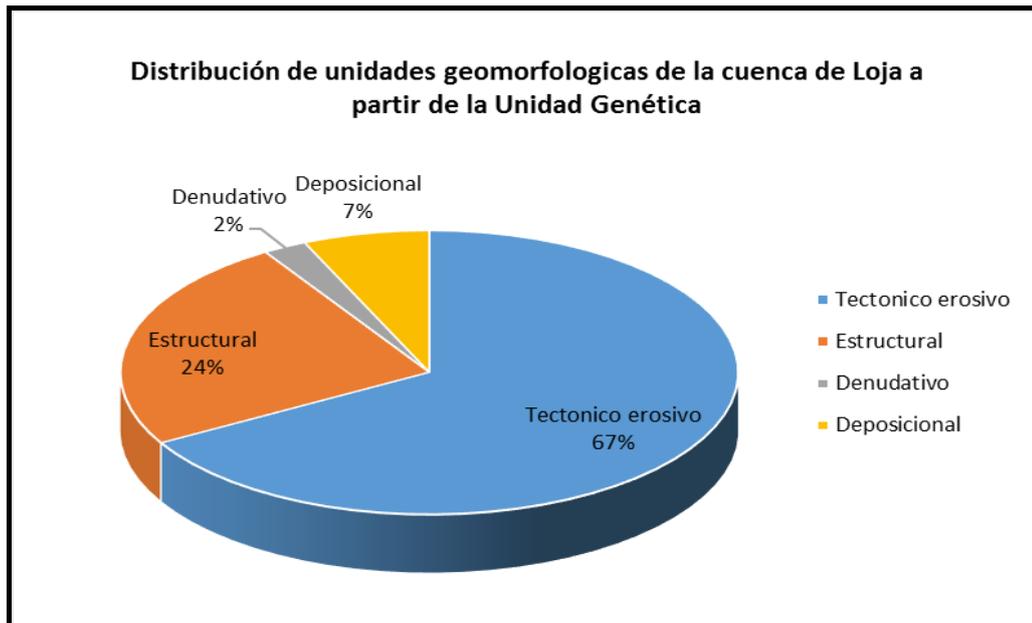


Figura 4. 3: Análisis estadístico de las unidades geomorfológicas a partir de la unidad genética

Fuente: Cueva, G

4.3 Validación geomorfológica de campo

Durante el proceso de validación de campo se realizó la comprobación de 17 tipos de unidades geomorfológicas, identificadas dentro de los límites de trabajo de la cuenca de Loja, logrando así verificar una geoforma por grupo.

El siguiente mapa (Figura 4.4) nos muestra los puntos de control, que se realizaron durante la verificación en campo.

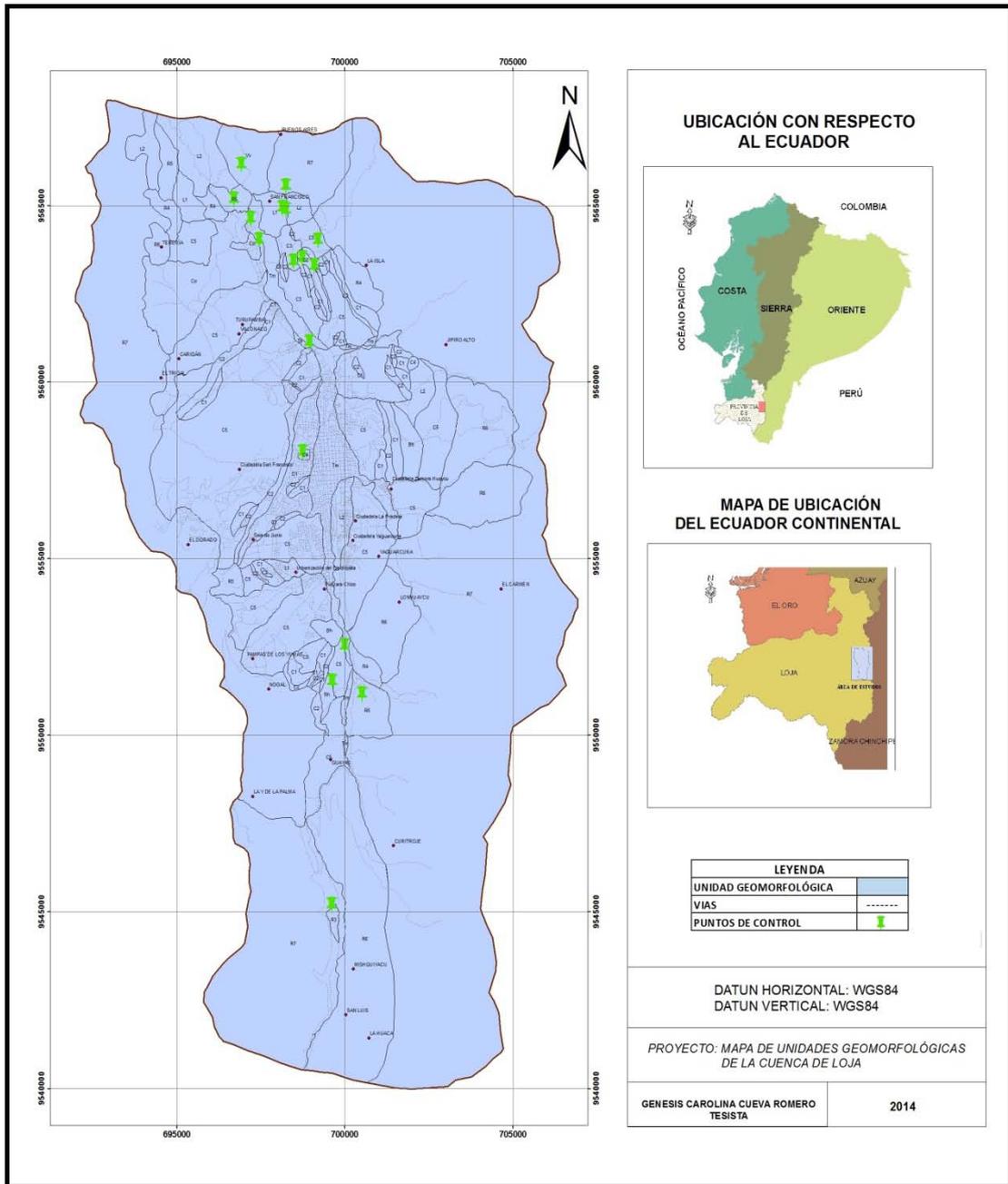


Figura 4. 4: Mapa de ubicación de puntos de control dentro de la cuenca de Loja
Fuente: Cueva, G

Para la cuenca de Loja, se ha logrado identificar de acuerdo a su unidad genética cuatro tipos de formas de relieve, las mismas que corresponden a: Depositional, denudativo, estructural y tectónico erosivo. En base a los resultados obtenidos de procesos anteriormente mencionados, realizamos la validación de campo de una unidad geomorfológica en representación de cada una de las categorías encontradas dentro de la zona de estudio (Tabla 4.2).

Tabla 4. 2: Unidades geomorfológicas validadas en la cuenca de Loja.

PUNTO DE CONTROL	COORDENADAS		SECTOR	GEOLOGIA	NOMBRE DE GEOFORMA
	X	Y			
1	699091	9563264	Virgenpamba	F. San Cayetano	Frente de cuesta (C2)
2	699196	9563996	Virgenpamba	F. Quillollaco	Superficie disectada de cuesta (C5)
3	698735	9563486	Virgenpamba	F. San Cayetano	Superficie de cuesta (C1)
4	698479	9563396	Amable María	F. San Cayetano	Vertiente de cuesta (C3)
5	698250	9565530	Shucos	U. Chiguinda	Relieve montañoso (R7)
6	698149	9564916	Shucos	F. San Cayetano	Superficie poco disectada (L1)
7	696700	9565150	Motupe	U. Chiguinda	Relieve colinado alto (R5)
8	698250	9564858	Shucos	F. San Cayetano	Superficie disectada (L2)
9	696920	9566140	San Francisco	U. Chiguinda	Valle en V (Vv)
10	697200	9564600	Sauces Norte	U. Chiguinda	Terraza media (Tm)
11	697455	9564000	Sauces Norte	Depósito coluvio aluvial	Coluvio aluvial antiguo (Co)
12	698949	9561110	Las Pitas	Depósitos aluviales.	Terraza alta (Ta)
13	698750	9558000	Av. Occidental	F. Quillollaco	Testigo de cuesta (C4)
14	697867	9552799	Punzara grande	F. Trigal	Barras homoclinales (Bh)
15	700200	9552514	Punzara alto	U. Chiguinda	Relieve colinado medio (R4)
16	700512	9551144	Laguna Punzara	U. Chiguinda	Relieve colinado muy alto (R6)
17	702256	9544185	Vía Vilcabamba	U. Chiguinda	Relieve colinado bajo (R3)

Fuente: Cueva, G

4.3.1 Origen deposicional.

Dentro de esta unidad genética encontramos las siguientes unidades geomorfológicas.

4.3.1.1 Superficie poco disectada (L1).

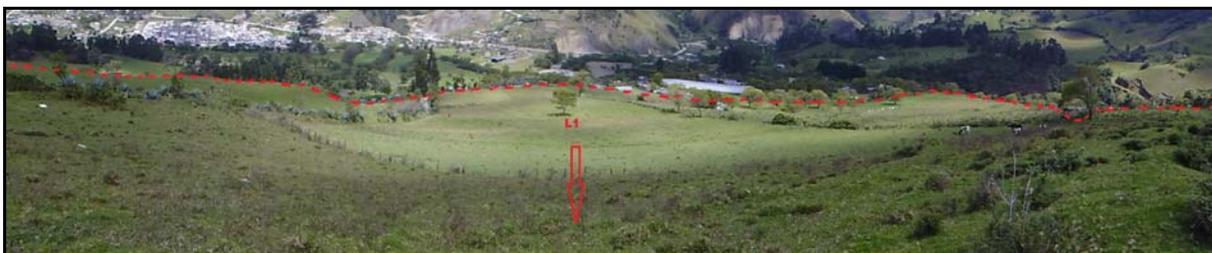


Figura 4.5: Superficie poco disectada en el sector Shucos.

Fuente: Cueva, G

Geoforma de origen deposicional, se encuentra en la parte Norte de la cuenca, sector Shucos a una altura de 2125 m.s.n.m, zona de escasa disectación. Este tipo de geoformas en ocasiones se encuentra constituido por lutitas areniscas y conglomerados de la Formación San Cayetano fácilmente visibles. Hay presencia de sembríos temporales, y urbanización dentro del lugar, tiene una pendiente que va de 5 al 12% y desnivel relativo de 50 a 100 m. Esta unidad tiene una superficie de 90.79 Hectáreas.

4.3.1.2 Superficie disectada (L2).



Figura 4.6: Superficie disectada, sector Shucos.

Fuente: Cueva, G.

La unidad geomorfológica se encuentra en la parte Norte de la cuenca de Loja en el sector Shucos a una altura de 2135 m.s.n.m. Este tipo de geoforma cuenta con un drenaje poco profundo y tiene un nivel mayor de disección, a simple vista se puede observar material

como lutitas de color blanco, areniscas y conglomerados correspondientes a la Formación San Cayetano. Normalmente las cimas son redondeadas, cuenta con una pendiente de 5 a 12% con un desnivel relativo de 50 a 100 m. Esta geoforma tiene 55.48 hectáreas de superficie.

4.3.1.3 Terraza alta (Ta).



Figura 4.7: Terraza Alta en el sector las Pitas (parque lineal).
Fuente: Cueva, G

Unidad geomorfológica ubicada a 2039 m.s.n.m al Norte de la cuenca de Loja, en el sector las Pitas, al filo del parque lineal, corresponde al nivel más antiguo de depositación del río Zamora, presenta un disectamiento acentuado y vegetación arbórea y herbácea. Está compuesta por material aluvial los cuales son materiales arrastrados, con clastos bastante redondeados y fracciones mal clasificadas de la Unidad Chiguinda. Podemos observar que sobre la superficie de la terraza alta se encuentra una zona de urbanización, lo que no permite observar claramente la geoforma a simple vista, sin embargo dentro de la fotografía aérea se observa claramente la geoforma . Presenta pendiente plana que va de 0 a 2% y desnivel relativo de 0 a 5 m, la superficie ocupada por la misma es de 7.73 hectáreas.

4.3.1.4 Terraza media (Tm).



Figura 4.8: Terraza media, urbanización Sauces Norte.
Fuente: Cueva, G

Geoforma de origen aluvial, ubicada al norte de la cuenca de Loja en el sector Sauces Norte a una altura de 2010 m.s.n.m, compuesta principalmente por arenas, limos, arcillas y uno que otro clasto pertenecientes a la Unidad chiguinda. Definida como una superficie plana limitada por un escarpe, correspondiendo a un antiguo nivel de sedimentación del rio Zamora. Tiene una pendiente de 0 – 2% y un desnivel relativo de 0 a 5 m. En la superficie donde se ubica la geoforma se encuentra el barrio Sauces Norte perteneciente al canto Loja, además existe la presencia de vegetación arbórea y herbácea. La geoforma ocupa una superficie de 179.39 hectáreas.

4.3.1.5 Valle en V (Vv).

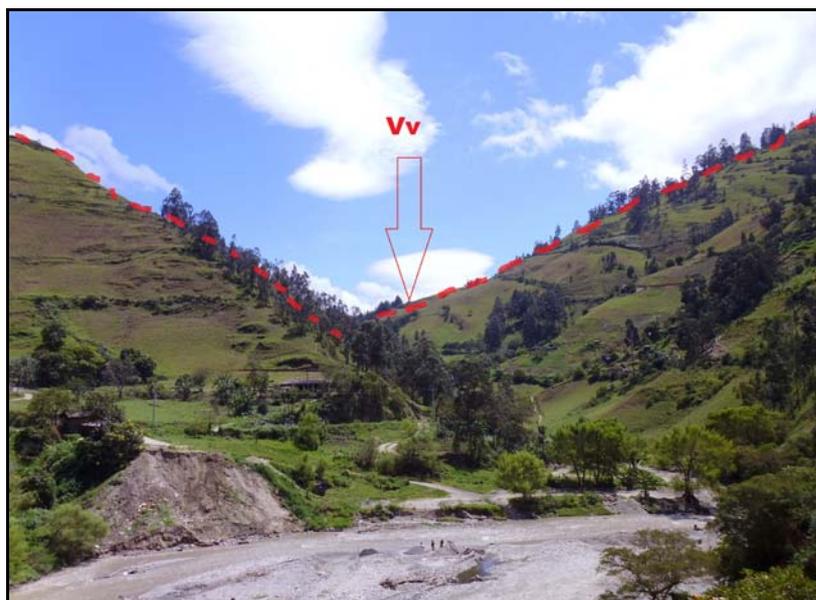


Figura 4.9: Valle en V, sector San Francisco.
Fuente: Cueva, G

La unidad geomorfológica se encuentra en el sector San Francisco a una altura de 1995 msnm. Geoforma de origen deposicional, es decir valle poco modelado a consecuencia de la erosión, en donde sus laderas convergen en un fondo muy estrecho. Esta dentro de la Unidad Chiguinda, compuesta por material metamórfico como: esquistos, cuarcitas, filitas, pizarras. Podemos observar la presencia del rio Zamora que se encuentran en el territorio del relieve, vegetación arbórea y herbácea. Tiene una pendiente muy fuerte de 70 a 100% y desnivel relativo > 300m. La superficie que ocupa dicha unidad es de 242.54 hectáreas.

4.3.2 Origen denudativo.

Dentro del ambiente de origen denudativo, pudimos comprobar las siguientes geoformas.

4.3.2.1 Coluvio aluvial antiguo (Co).



Figura 4.10: Coluvio aluvial antiguo, sector San Vicente.
Fuente: Cueva, G

Geoforma de origen denudativo, ubicada a 2010 m.s.n.m en el sector San Vicente al nivel de la carretera principal, presenta un cierto grado de disección, cubierto con escasa vegetación debido a la presencia de inicios de urbanización. El aporte de material proviene del proceso de arrastre de material coluvial de las laderas existentes. La geoforma presentaba depósitos con clastos angulares de esquistos pertenecientes a la Unidad Chiguinda. La unidad tiene una pendiente de 5 a 12% y desnivel relativo de 15 a 25m, ocupa 30.68 hectáreas de superficie.

4.3.3 Origen estructural.

Las unidades geomorfológicas de origen estructural son:

4.3.3.1 Barras homoclinales (Bh).

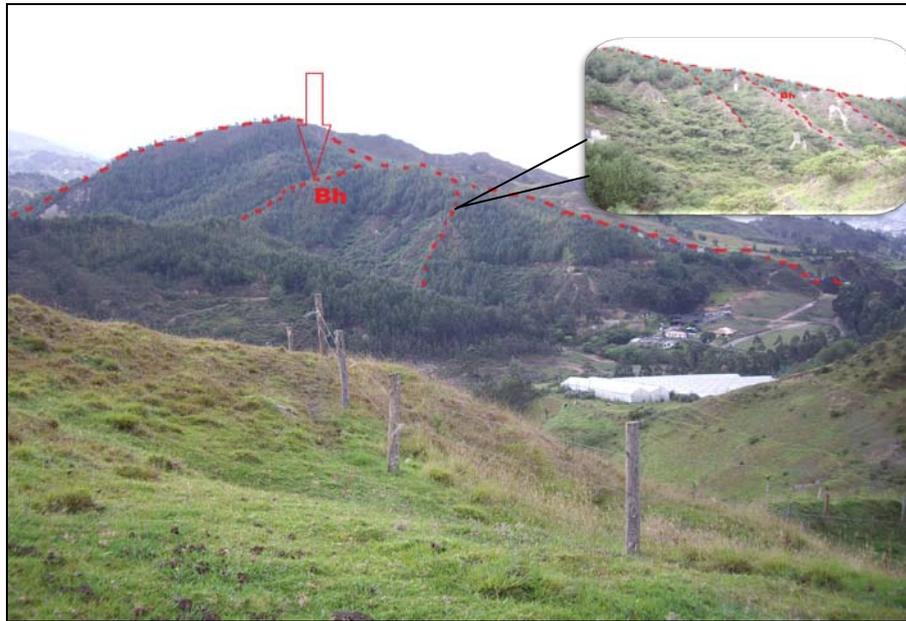


Figura 4.11: Barras homoclinales, sector El capulí.
Fuente: Cueva, G

Unidad geomorfológica ubicada al Sur-oeste de la cuenca de Loja en el sector El Capulí, existe un sendero tipo vía que sube hacia la parte alta. Dentro de la unidad podemos observar que los estratos están buzando de manera vertical, existe la presencia de abundante vegetación arbustiva y herbácea. La geoforma presenta material de tipo conglomerados y pequeños estratos de areniscas correspondientes a la Formación Quillollaco. La unidad tiene una pendiente de 40 a 70% y desnivel relativo de 100 a 200 m, ocupa 34.51 hectáreas de superficie.

4.3.3.2 Superficie de cuesta (C1).



Figura 4.12: Superficie de cuesta, en el sector Virgenpamba.
Fuente: Cueva, G

Ubicada en la parte Norte de la cuenca de Loja a una altura de 2144 m.s.n.m en el sector de Virgenpamba. Se la define como aquella ladera de una cuesta, conformada básicamente por una serie de monoclinales en cuales los estratos siguen un mismo buzamiento. La unidad tiene una pendiente de 12 a 25% y un desnivel relativo de 25 a 50 m. Esta unidad se encuentra relacionada directamente con material de tipo sedimentario es decir lutitas y areniscas de la Formación San Cayetano. Existe la presencia de vegetación herbácea, cultivos permanentes y urbanización. La superficie que ocupa dicha geoforma es de 18.76 hectáreas.

4.3.3.3 Frente de cuesta (C2).



Figura 4.13: Frente de cuesta, en el sector Virgenpamba.
Fuente: Cueva, G

Unidad geomorfológica ubicada al Norte de la cuenca en el sector Virgenpamba, a una altura de 2147 m.s.n.m. Definida como el abrupto de la cuesta, formada por series monoclinales, siendo una consecuencia de la degradación parcial de los estratos sedimentarios. Su litología se forma por lutitas de color blanco y areniscas, que corresponden a la Formación San Cayetano, presenta gran abundancia de vegetación arbórea, herbácea y cultivos permanentes. La pendiente que presenta va de 40 a 70% considerándose así una pendiente de tipo fuerte, su desnivel relativo va de 50 a 100m. Ocupa un 40.59 hectáreas de la superficie total del cantón Loja.

4.3.3.4 Vertiente de cuesta (C3).



Figura 4.14: Vertiente de cuesta, sector Amablemaria
Fuente: Cueva, G

Unidad geomorfológica ubicada en la parte Norte de la cuenca de Loja a una altura de 2074 m.s.n.m en el sector Amablemaria. Ladera ubicada en la parte inferior de una cuesta estructural, presenta vegetación herbácea, cultivos permanentes y cierta urbanización en el sector. Dentro del lugar afloran lutitas y areniscas de la Formación San Cayetano. La superficie que ocupa la unidad geomorfológica es de 54.66 hectáreas de terreno. Geofoma que tiene una pendiente de 12 a 25% y desnivel relativo de 25 a 50 m.

4.3.3.5 Testigo de cuesta (C4).



Figura 4.15: Testigo de Cuesta, sector Balcón Lojano.
Fuente: Cueva, G

Geoforma que se encuentra en la Avenida Occidental sector del Balcón Lojano a una altura de 2135 m.s.n.m, sobresale en un relieve erosionado por los procesos erosivos en una superficie de cuesta destruida, el cual muestra los rasgos de la estructura original. Está conformada principalmente por conglomerados de la Formación Quillollaco la cual está dominado por conglomerados muy granulados con pocas intercalaciones de areniscas. Dentro de la unidad podemos observar cobertura vegetal de tipo arbórea al igual que se puede notar la presencia de cierta urbanización. La pendiente de la geoforma es de 5 a 12% y su desnivel relativo es de 15 a 25 m. La superficie que ocupa es de 7.64 Ha de terreno.

4.3.3.6 Superficie disectada de cuesta (C5).

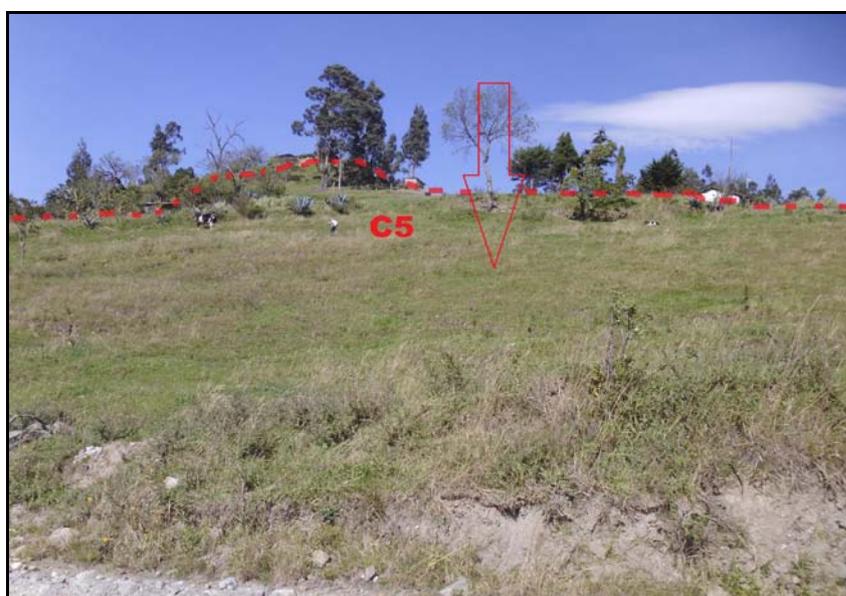


Figura 4.16: Superficie de cuesta disectada, sector Virgenpamba.
Fuente: Cueva, G

Geoforma que ha sufrido cierto proceso de erosión en surcos, se encuentra al Norte de la cuenca en el sector Virgenpamba a una altura de 2165 m.s.n.m, la superficie se encuentra cubierta por vegetación herbácea y escasa urbanización, cubre un 73.05 hectáreas de terreno, existe la presencia de material arcilloso y conglomerados de la Formación Quillollaco, la cual está presente al este y oeste de la cuenca de Loja, sobrepuesto al resto de formaciones por una discordancia angular. La pendiente de la unidad geomorfológica es fuerte de 25 a 40% y desnivel relativo de 50 a 100 m.

4.3.4 Origen Tectónico erosivo.

Dentro de la clasificación de origen tectónico tenemos las siguientes geoformas:

4.3.4.1 Relieve colinado bajo (R3).



Figura 4.17: Relieve colinado bajo, en el sector Vía Vilcabamba
Fuente: Cueva, G

Unidad geomorfológica de origen estructural, ubicada al Suroeste de la cuenca de Loja en la vía principal a Vilcabamba, se encuentra a una altura de 2065 m.s.n.m, dentro de la geoforma podemos observar cobertura vegetal de tipo arbórea y arbustiva, elevación con desnivel relativo de 15 a 25 m y una pendiente de 25 a 40%. Compuesta por material metamórfico es decir esquistos, cuarcitas y filitas de la Unidad Chiguinda. Presenta forma de cima aguda y vertiente cóncava, la superficie que ocupa es de 22.84 hectáreas de terreno.

4.3.4.2 Relieve colinado medio (R4).



Figura 4.18: Relieve colinado medio, en el sector Punzara alto
Fuente: Cueva, G

Unidad geomorfológica de origen tectónico erosivo, ubicada en el sector Punzara Alto a una altura de 2361 m.s.n.m, son consideradas como elevaciones que llegan alcanzar los 100 m en desnivel relativo, el material que compone al relieve son esquistos y cuarcitas de la Unidad Chiguinda. Dentro de los límites del relieve se observa gran cantidad de vegetación herbácea y arbustiva. La pendiente de la misma es de 12 a 25% con un desnivel relativo de 50 a 100 m, la forma de la cima es aguda, presenta vertiente de forma cóncava y forma de valle en V. La superficie que ocupa es de 63.01 hectáreas de terreno.

4.3.4.3 Relieve colinado alto (R5).

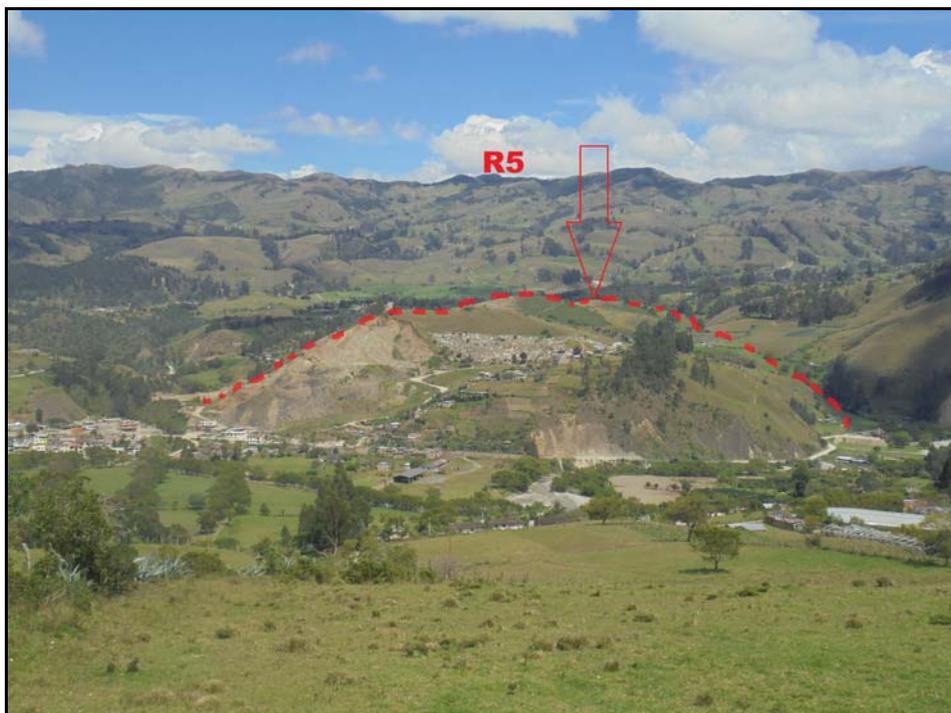


Figura 4.19: Relieve colinado alto, dentro del sector Motupe
Fuente: Cueva, G

Unidad geomorfológica ubicada en el sector Motupe a una altura de 2120 m.s.n.m, cubierta por vegetación arbórea y herbácea, podemos observar que dentro de la unidad se encuentran edificadas ciertas viviendas particulares y el cementerio del sector. Morfológicamente presenta cima redondeada, vertiente cóncava y una forma de valle en V. Tiene una pendiente de 25 a 40% y un desnivel relativo de 100 a 200 m, desarrolla una gran variedad de tipos de roca como filitas cuarcitas y esquistos de la Unidad Chiguinda. La superficie que ocupa la unidad geomorfológica presente es de 66.63 hectáreas de terreno.

4.3.4.4 Relieve colinado muy alto (R6).



Figura 4.20: Relieve colinado muy alto, en el sector Punzara alto
Fuente: Cueva, G

Este tipo de relieves se desarrollan en una gran variedad de tipos de roca como esquistos, filitas y cuarcitas de la Unidad Chiguinda. La presente unidad geomorfológica se encuentra en el sector Punzara Alto a una altura de 2480 m.s.n.m, presenta vegetación de tipo arbórea y arbustiva poco accesible y no habitable. En términos morfológicos tiene la forma de cima aguda, su vertiente es de forma mixta y su forma de valle en V. De acuerdo a su morfometría la pendiente es de 40 a 70% con un desnivel relativo de 200 a 300 m. Ocupa 190.67 hectáreas de superficie.

4.3.4.5 Relieve montañoso (R7).

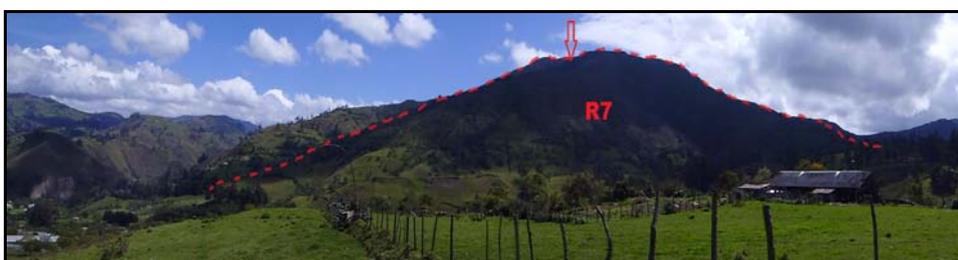


Figura 4.21: Relieve colinado montañoso, en el sector Shucos
Fuente: Cueva, G

Unidad geomorfológica que predomina en la cuenca de Loja, esta unidad se encuentra en la parte Norte a una altura de 2140 msnm, que forma parte del cerro Sañi, formado por rocas metamórficas que van desde filitas, esquistos y cuarcitas de la Unidad Chiguinda. Dentro de la geoforma existe gran cantidad de vegetación arbórea y herbácea, cuenta con una pendiente muy fuerte de 40 a 70% y un desnivel relativo > 300 m. Presenta cima de forma aguda, vertiente cóncava y valle en V. Dicha geoforma ocupa 430.34 hectáreas de superficie.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.

- ✓ En base a la interpretación geomorfológica se han podido determinar cuatro tipos de unidades genéticas: denudativo, deposicional, estructural y tectónico erosivo.
- ✓ En la cuenca de Loja, la geomorfología se caracteriza por la presencia de relieves de tipo tectónico erosivo, los cuales son los más representativos y se extiende al este y oeste de la cuenca, cubren una extensión de 19498.32 hectáreas, entre las cuales tenemos: relieve montañoso, relieve colinado muy alto, relieve colinado alto, relieve colinado medio, relieve colinado bajo, que cubre un 67% del área total.
- ✓ Las unidades geomorfológicas de tipo estructural determinadas dentro de la zona de estudio son: superficie de cuesta, frente de cuesta, vertiente de cuesta, testigo de cuesta, superficie disectada de cuesta, y barras homoclinales las cuales están relacionadas directamente con el plegamiento tectónico. Cubre una extensión de 6917.51 hectáreas que corresponde al 24% de superficie total.
- ✓ Las geoformas de tipo denudativo en la cuenca de Loja están representadas por el coluvio aluvial antiguo con una superficie de 669.289 hectáreas que corresponde al 2% del total de superficie de la cuenca.
- ✓ Las geoformas de tipo deposicional cubren una superficie de 1968.121 hectáreas, lo que representa un 7% de la superficie de la cuenca. Reconociéndose los siguientes tipos: superficie poco disectada, superficie disectada, terraza alta, terraza media, valle en V.
- ✓ Geológicamente la cuenca de Loja está representada por las formaciones geológicas de tipo sedimentario Trigal, San Cayetano, La Banda, Belén, Quillollaco y Salapa y por basamento de rocas metamórficas de la Unidad Chiguinda.

RECOMENDACIONES.

La información geomorfológica generada durante el proceso de investigación del presente proyecto dentro de la cuenca de Loja debería ser utilizada para fines de docencia a futuras generaciones de la titulación como una aportación investigativa, planes de ordenamiento territorial, a instituciones locales como el GAD Municipio de Loja, Subsecretaría de Gestión de Riesgos, Ministerio del Ambiente, y la población que habita en la ciudad de Loja, con fines de mejoramiento de la calidad de vida.

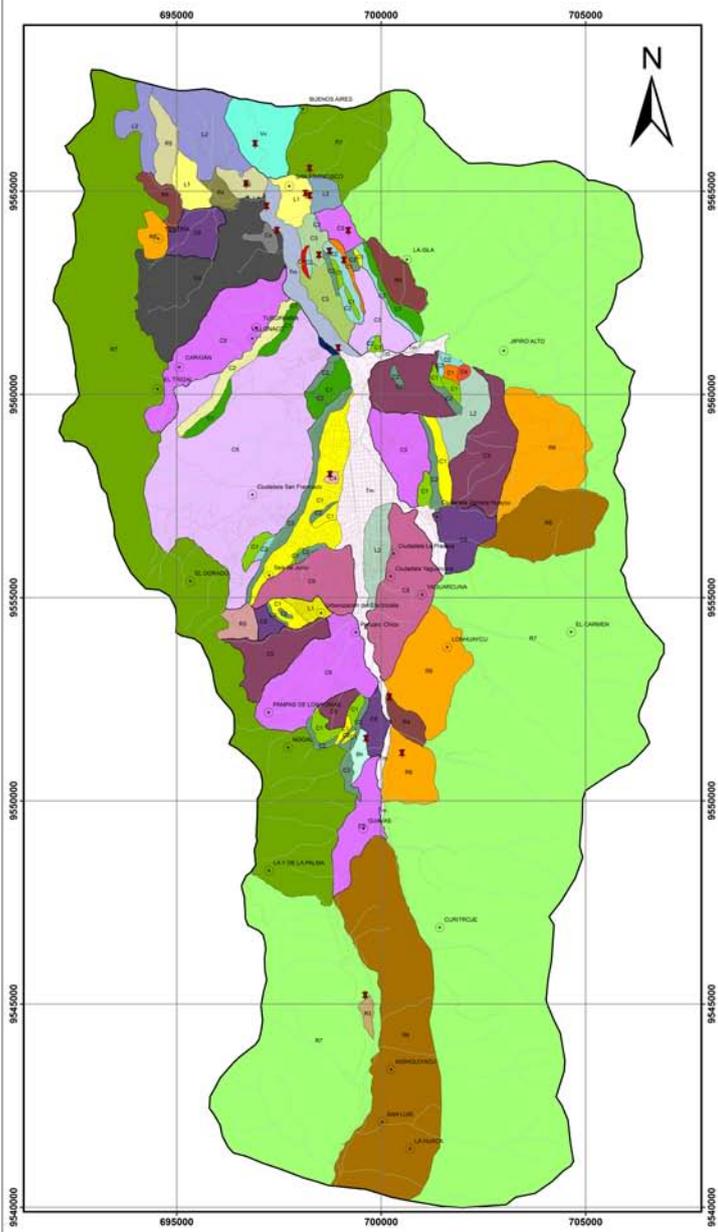
BIBLIOGRAFÍA

- ♣ Duque-Escobar, Gonzalo. (2003) Manual de geología para ingenieros Manizales. (Rev. 2013), Universidad Nacional de Colombia.
- ♣ Centeno, J. D., Fraile, J. M., otros., 1994, Geomorfología Práctica. Editorial Rueda. Madrid.
- ♣ Codazzi Agustín, 2005, Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras, Departamento nacional de estadística: Instituto geográfico, Segunda Edición, Bogotá D.C.
- ♣ Fernández García, Felipe., 2000. Introducción a la Fotointerpretación. Editorial Ariel. Madrid.
- ♣ Hubp Lugo, J., 1989. Diccionario geomorfológico. Instituto de Geografía.Coordinación de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- ♣ Hungerbühler D., Steinmann, M., Winkler W., Seward D., Egüez A., Peterson D.E., Helg U., and Hammer C., 2002, Neogene stratigraphy and Andean geodynamics of southern Ecuador, Earth Science Reviews, 57, p. 75-124.
- ♣ Kennerley, J.B., 1973. Geology of Loja Province, southern Ecuador.Institute of Geological Sciences Overseas Division, London.Unpublished Report 23, 34 pp.
- ♣ López, M. L., 1988, Manual de Fotogeología. Servicio de publicación del C.I.E.M.A.T., Tercera edición. Madrid.
- ♣ Paladines, Agustín, Soto, John, 2010, “Geología y Yacimientos Minerales del Ecuador”. Editorial UTPL, 311p. ISBN: 978-9942-00-890-9.

ANEXOS

ANEXO 1
MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA CUENCA DE LOJA

MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LA HOYA DE LOJA



LITOGIA		FORMAS DEL RELIEVO		Area	H _a	%
FORMACION GEOLOGICA	ORIGEN	MORFOLOGIA	MORFOMETRIA			
FORMACION CHIPIANDA	TECTONICO SEDIMENTARIO	Nivellos arenaceous (RT)	Pendiente dominante 60 a 75%	300,126	12,62	
			Desnivel relativo > 300m	124,643	4,87	
			Pendiente dominante 70 a 100%	177,942	6,12	
			Desnivel relativo < 200m	108,047	3,72	
			Pendiente dominante 40 a 70%	88,17	3,23	
			Desnivel relativo 200 a 300m	51,93	1,94	
			Pendiente dominante 20 a 40%	248,47	9,66	
			Desnivel relativo 100 a 200m	42,18	1,58	
			Pendiente dominante 30 a 100%	22,84	0,84	
			Desnivel relativo 50 a 100m	205,34	7,74	
			Pendiente dominante 20 a 12%	198,1	7,54	
			Desnivel relativo 10 a 200m	432,40	1,48	
FORMACIONES TRIANGULAR, LALANDA, SAN CARLOS, QUILLASCA	ESTRUCTURAL	Superficie de cuesta (C1)	Pendiente dominante 20 a 40%	37,33	0,96	
			Desnivel relativo 30 a 100m	8,01	0,03	
			Pendiente dominante 10 a 20%	202,28	7,54	
			Desnivel relativo 20 a 40%	11,88	0,25	
			Pendiente dominante 100 a 200m	107,37	3,97	
			Desnivel relativo 50 a 100m	108,94	3,98	
			Pendiente dominante 20 a 40%	34,88	1,19	
			Desnivel relativo 30 a 100m	7,64	0,03	
			Pendiente dominante 10 a 20%	8,02	0,03	
			Desnivel relativo 20 a 40%	1986,11	6,94	
			Pendiente dominante 20 a 40%	1284,41	4,60	
			Desnivel relativo 10 a 200m	689,23	2,51	
DEPOSITOS COLUVALES	SEDIMENTARIO	Superficie de terraza (T)	Pendiente dominante 20 a 40%	107,36	3,97	
			Desnivel relativo 10 a 20%	408,4	1,4	
			Pendiente dominante 40 a 70%	38,31	1,12	
			Desnivel relativo 100 a 200m	108,81	3,9	
			Pendiente dominante 30 a 100%	30,88	1,11	
			Desnivel relativo 10 a 20%	41,34	1,14	
			Pendiente dominante 10 a 20%	175,88	6,17	
			Desnivel relativo 10 a 20%	202,88	7,5	
			Pendiente dominante 100 a 200m	415,25	1,45	
			Pendiente dominante 10 a 20%	55,48	1,91	
			Desnivel relativo 50 a 100m	1,73	0,01	
			Pendiente dominante 2 a 5%	340,13	1,23	
Desnivel relativo 5 a 10m	179,39	6,62				
Pendiente dominante 10 a 20%	242,34	8,84				
Desnivel relativo > 100m	2888,7	10,05				

ESCALA 1:5 000



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
 La universidad Científica de Loja
 TEMA: MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA CUENCA DE LOJA
 AUTOR(A): GÉNESIS CAROLINA CUEVA ROMERO
 DIRECTOR: ING. JOSÉ TAMAY GRANADA
 FECHA: FEBRERO 2015 ESCALA: 1:5 000

ANEXO 2
FICHA DE CAMPO UTILIZADO PARA LA VALIDACIÓN DE LAS UNIDADES
GEOMORFOLÓGICAS DE LA CUENCA DE LOJA



1. UBICACIÓN

1.1. DIVISION POLITICO ADMINISTRATIVA

PROVINCIA:

CANTON:

PARROQUIA:

SECTOR:

1.2. LOCALIZACION (UTM, WGS84 Zona 17S)

COORD. X: m

COORD. Y: m

ALTITUD: msnm

2. REGISTRO DE LA OBSERVACIÓN

2.1. CODIGO:

2.3. GRUPO:

2.2. FECHA DE DESCRIPCION:

2.4. POSICION OBSERVADOR (cima, ladera, etc):

2.5. FOTOS:

3. MORFOLOGÍA

3.1. ORIGEN

3.2. UNIDAD MORFOLÓGICA

3.3. FORMA DE CIMA

1	<input type="checkbox"/>	Aguda
2	<input type="checkbox"/>	Redondeada
3	<input type="checkbox"/>	Plana
4	<input type="checkbox"/>	Inexistente

3.4. FORMA DE VERTIENTE

1	<input type="checkbox"/>	Concava
2	<input type="checkbox"/>	Convexa
3	<input type="checkbox"/>	Rectilínea
4	<input type="checkbox"/>	Irregular
5	<input type="checkbox"/>	Mixta

3.5. FORMA DE VALLE

1	<input type="checkbox"/>	En U
2	<input type="checkbox"/>	En V
3	<input type="checkbox"/>	Plano

4. MORFOMETRÍA

4.1. PENDIENTE

1	<input type="checkbox"/>	Plana de 0 a 2%
2	<input type="checkbox"/>	Muy suave de 2 a 5%
3	<input type="checkbox"/>	Suave de 5 a 12%
4	<input type="checkbox"/>	Media de 12 a 25%
5	<input type="checkbox"/>	Media a fuerte 25 a 40%
6	<input type="checkbox"/>	Fuerte 40 a 70%
7	<input type="checkbox"/>	Muy fuerte 70 a 100%
8	<input type="checkbox"/>	Escarpado >a 100%

4.2. DESNIVEL RELATIVO

1	<input type="checkbox"/>	0 a 5 m
2	<input type="checkbox"/>	5 a 15 m
3	<input type="checkbox"/>	15 a 25 m
4	<input type="checkbox"/>	25 a 50 m
5	<input type="checkbox"/>	50 a 100 m
6	<input type="checkbox"/>	100 a 200 m
7	<input type="checkbox"/>	200 a 300 m
8	<input type="checkbox"/>	>a 300 m

4.3. LONGITUD DE LA VERTIENTE

1	<input type="checkbox"/>	Muy corta, <a 15m
2	<input type="checkbox"/>	Corta, 15 a 50m
3	<input type="checkbox"/>	Mod. Larga, 50 a 250m
4	<input type="checkbox"/>	Larga, 250 a 500 m
5	<input type="checkbox"/>	Muy larga, >a 500m

5. COBERTURA VEGETAL

1. Arborea	<input type="checkbox"/>
2. Arbustiva	<input type="checkbox"/>
3. Herbacea	<input type="checkbox"/>
4. Cultivo anual	<input type="checkbox"/>
5. Cultivo semipermanente	<input type="checkbox"/>

6. Cultivo permanente	<input type="checkbox"/>
7. Eriales	<input type="checkbox"/>
8.	<input type="checkbox"/>

OTROS ASPECTOS:

6. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD

7. FOTO y/o ESQUEMA