

MEMORIA TÉCNICA

GEOMORFOLOGÍA

CANTÓN EL CHACO

PROYECTO:

**“LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ESCALA
1:25.000, LOTES 1 y 2”**

Abril de 2015

PERSONAL PARTICIPANTE

Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

José Duque
Sandra González
Xavier Andrade
Óscar Garzón

Consortio TRACASA-NIPSA:

Responsables:

Joaquín del Val
Idurre Barinagarrementería

Memoria:

Javier Reina
Juan Agustín Núñez
Fernando Guerrero
Marta San Segundo
Anna Bordetas
Baldomer Corderroure
Jorge Navarro
Oriol Pedraza
Lorena Piedra

Fotointérpretes:

Sergio Andrade
Lucía Avilés
Anna Bordetas
Leonardo Calle
Baldomer Corderroure
Yetzabel Flores
Jorge Navarro
Juan Agustín Núñez
Katia Olivos
Oriol Pedraza
Isaac Pérez
Lorena Piedra
Anna Pibernat
Javier Reina
Angélica Robles
Mariana de J. Yaguana

FISCALIZACIÓN realizada por la Asociación ACOTECNIC - INGEOMATICA

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	El proyecto de Cartografía Temática de Ecuador	2
1.2.	Objetivos.....	3
1.2.1.	Objetivos generales del Proyecto	3
1.2.2.	Objetivos del estudio geomorfológico	3
1.3.	Antecedentes de este estudio.....	4
II.	METODOLOGÍA	5
2.1.	Características del producto esperado	5
2.2.	Etapas metodológicas.....	5
2.2.1.	Recopilación de información.....	6
2.2.1.1.	Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes.....	6
2.2.1.2.	Insumos complementarios.....	6
2.2.2.	Fotointerpretación	7
2.2.2.1.	Software empleado	8
2.2.3.	Fase de campo.....	9
2.2.3.1.	Criterios para la validación en campo	9
2.2.3.2.	Validación y adquisición de datos de campo.....	9
2.2.4.	Integración de datos y adecuación cartográfica final.....	9
2.2.5.	Mapa y leyenda	10
2.2.5.1.	Explicación de la leyenda	10
2.2.5.2.	Esquemas: Relieve y Paisaje (Contextos Morfológicos), Esquema Geológico y Pendientes.....	12
2.3.	Control de calidad.....	13
2.4.	Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón	14
III.	RESULTADOS	16
3.1.	Levantamiento de información.....	16
3.2.	Regiones y dominios fisiográficos.....	16
3.2.1.	Dominio Fisiográfico de Sistema Volcánico	18
3.2.2.	Dominio Fisiográfico de Vertientes externas de Cordillera Real	18
3.2.3.	Dominio Fisiográfico de Zona Subandina.....	19
3.2.4.	Dominio Fisiográfico de Amazonía Periandina	19
3.2.5.	Dominio Fisiográfico de Medio Aluvial Amazónico	20
3.3.	Contextos morfológicos	21
3.3.1.	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas	21

3.3.2. Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables	21
3.3.3. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	22
3.3.4. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).....	22
3.3.5. Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas.....	22
3.3.6. Colinas periandinas occidentales.....	23
3.3.7. Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas	23
3.3.8. Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes.....	23
3.3.9. Medio aluvial amazónico	24
3.4. Geformas y formaciones geológicas presentes en el cantón	25
3.5. Descripción de geformas	31
3.5.1. Fluvial	31
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)	31
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobrexexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2).....	31
3.5.1.3. Valle en V (E1)	32
3.5.1.4. Barranco (E2)	32
3.5.1.5. Garganta (E3)	33
3.5.1.6. Encañonamiento (E4)	33
3.5.1.7. Cauces y meandros ocasionalmente funcionales (C2)	33
3.5.1.8. Terraza media (Tm)	33
3.5.1.9. Terraza alta (Ta).....	34
3.5.1.10. Terraza colgada (Tc).....	34
3.5.1.11. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)	34
3.5.1.12. Terrazas indiferenciadas (Ti)	34
3.5.1.13. Testigo de cono de esparcimiento (Cot).....	35
3.5.1.14. Superficie de cono de deyección (Cd1).....	35
3.5.2. Laderas	35
3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)	35
3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)	35
3.5.2.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4).....	36
3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)	36
3.5.2.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2).....	37
3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1).....	37
3.5.2.7. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)	37
3.5.2.8. Coluvión antiguo (Col2)	38
3.5.2.9. Glacis de esparcimiento (Pd1)	38
3.5.2.10. Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4).....	39
3.5.3. Volcánico	39
3.5.3.1. Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares (Vci3).....	39

3.5.3.2.	Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y sin retoque glaciario (Vca3)	39
3.5.3.3.	Flujo de piroclastos (Vc9)	39
3.5.3.4.	Lahar (VcL)	40
3.5.3.5.	Relieve volcánico colinado medio (Rv9)	40
3.5.3.6.	Relieve volcánico colinado alto (Rv10)	40
3.5.3.7.	Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11)	40
3.5.4.	Estructural	41
3.5.4.1.	Superficie de mesa o meseta (Eh1)	41
3.5.4.2.	Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2)	41
3.5.4.3.	Cornisa de mesa o meseta (Eh3)	41
3.5.4.4.	Vertiente de mesa o meseta (Eh4)	42
3.5.4.5.	Superficie de cuesta (Ei1)	42
3.5.4.6.	Superficie de cuesta disectada (Ei2)	42
3.5.4.7.	Frente de cuesta (Ei3)	42
3.5.4.8.	Vertiente de cuesta (Ei4)	43
3.5.4.9.	Relieves escalonados en capas inclinadas (Ei8)	43
3.5.4.10.	Restos de superficie estructural (Esr)	43
3.5.5.	Tectónico-erosivo	44
3.5.5.1.	Relieve ondulado (Rt1)	44
3.5.5.2.	Relieve colinado muy bajo (Rt2)	44
3.5.5.3.	Relieve colinado bajo (Rt3)	44
3.5.5.4.	Relieve colinado medio (Rt4)	44
3.5.5.5.	Relieve colinado alto (Rt5)	44
3.5.5.6.	Relieve colinado muy alto (Rt6)	45
3.5.5.7.	Relieve montañoso (Rt7)	45
3.5.6.	Poligénicas	46
3.5.6.1.	Coluvio-aluvial reciente (Coa1)	46
3.5.6.2.	Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)	46
3.5.6.3.	Superficie horizontal (Sh2)	46
3.5.6.4.	Superficie horizontal disectada (Sh3)	46
3.5.6.5.	Abrupto de superficie horizontal (Sh4)	47
3.5.6.6.	Superficie inclinada (Si2)	47
3.5.6.7.	Superficie inclinada disectada (Si3)	47
3.5.6.8.	Abrupto de superficie inclinada (Si4)	47
3.5.6.9.	Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)	48
3.5.6.10.	Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)	48
IV.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	49
V.	REFERENCIAS	52
5.1.	Referencias generales	52
5.2.	Bibliografía citada	53

ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

ANEXO II. CODIGOS DE FICHAS DE CAMPO LEVANTADAS EN EL CANTÓN

ANEXO III. GLOSARIO

ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

LISTA DE CUADROS

Cuadro 2.1. Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas.....	13
Cuadro 2.2. Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón El Chaco	21
Cuadro 3.1. Regiones y Dominios Fisiográficos presentes en el cantón de El Chaco	23
Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón de El Chaco.....	26
Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón.....	30
Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Distribución geográfica de la Zona de Estudio dentro del área continental.....	2
Figura 2.1. Mapa sintético de procesos en el diseño y producción de la cartografía geomorfológica.....	6
Figura 2.2. Plan de calidad en la cartografía geomorfológica, principales hitos	17
Figura 2.3. Insumos de base de generación de los MDT en el cantón de El Chaco.....	20
Figura 3.1. Localización de recorridos y fichas de campo del cantón El Chaco	22
Figura 3.2. Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón El Chaco	23

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector Tres Cruces (Río Quijos)	37
Fotos 2 y 3. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) (izquierda) y detalle del depósito aluvial (derecha). Sector Santa Rosa de Quijos (Intersección entre Río Quijos y Río Oyacachi).....	38
Foto 4. Barranco. Vista general. Sector San Rafael	38
Foto 5. Terraza media. Vista general. Sector Manuel Galindo	40
Foto 6. Vertiente abrupta. Vista general. Sector Bombón.....	43
Foto 7. Vertiente heterogénea. Vista general. Sector Tres Cruces	44
Foto 8. Coluvión antiguo. Vista general. Sector Peñas Blancas (Río Oyacachi)	45
Foto 9. Relieve volcánico colinado muy alto. Vista general. Sector Sala Honda	48
Foto 10. Relieves escalonados en capas inclinadas. Vista general. Sector Peñas Blancas.....	50
Foto 11. Relieve montañoso. Vista general. Sector Manuel Galindo.....	53

I. INTRODUCCIÓN

El 1 de febrero de 2011, la República del Ecuador y el Banco Interamericano de Desarrollo suscribieron el Contrato de Préstamo 2461/OC-EC, cuyo objetivo es la implantación en todo el país de un sistema eficiente de gestión de catastro y registro de la propiedad de la tierra rural, con el objetivo de brindar seguridad jurídica a los derechos de propiedad, apoyar la aplicación de políticas tributarias de los cantones, y proveer información para la planificación de ordenamiento territorial del área rural.

El Proyecto es ejecutado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, MAGAP, a través de la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT, dentro del Programa denominado como SIGTIERRAS.

Actualmente, el Proyecto gestiona, entre otros, los siguientes componentes:

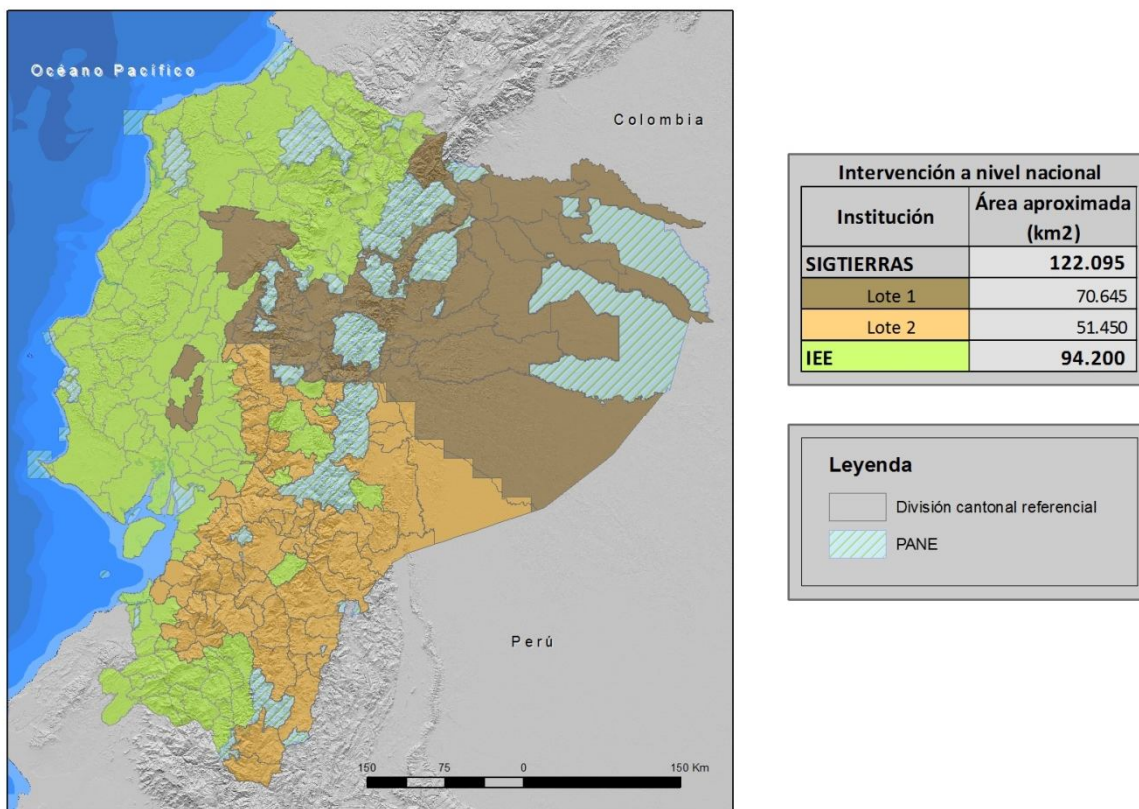
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación para la valoración predial.
- Puesta en marcha del nuevo sistema SINAT.

Dentro del componente de cartografía temática, en una labor conjunta con el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), MAGAP-SIGTIERRAS genera cartografía temática a escala 1:25.000 de las siguientes temáticas:

1. Cobertura y uso de la tierra
2. Sistemas productivos
3. Geomorfología
4. Suelos
5. Capacidad de uso de la tierra
6. Dificultad de labranza
7. Zonas homogéneas de cultivos
8. Peligros volcánicos
9. Accesibilidad a la red vial
10. Accesibilidad a infraestructura de acopio y facilidades agrícolas
11. Accesibilidad a centros económicos importantes
12. Zonas homogéneas de accesibilidad

Este levantamiento se ejecuta por parte de MAGAP-SIGTIERRAS dentro del territorio continental no intervenido ya anteriormente (áreas a cargo del IEE) y excluyendo las áreas protegidas definidas en el Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), organizado en dos lotes de acuerdo a la siguiente figura (Figura 1.1).

Figura 1.1. Distribución geográfica de la Zona de Estudio dentro del área continental.



Fuente: CTN

1.1. El proyecto de Cartografía Temática de Ecuador

El Levantamiento de Cartografía Temática a escala 1:25.000 de Ecuador (LCT) pretende generar, en un área de trabajo de 122.095 km², cartografía digital y bases de datos territoriales sobre: Geomorfología, Suelos y su Capacidad de uso, Dificultad de Labranza, Cobertura y uso de la tierra, Zonas homogéneas de cultivo y Sistemas Productivos. Para todo el territorio nacional se ha realizado la actualización de la cartografía existente de Peligros Volcánicos y se han elaborado cartografías de Accesibilidad a la Red Vial, a Infraestructuras de Acopio y Facilidades Agrícolas, a Centros Económicos Importantes y Zonas Homogéneas de Accesibilidad.

El Proyecto, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, consta de dos LOTES, según consta en la Figura 1.1:

- i. LOTE 1, que ocupa una superficie de 70.645 km²; y,
- ii. LOTE 2, que ocupa una superficie de 51.450 km² y en el que se incluyen las temáticas a nivel de territorio nacional.

Los dos lotes fueron adjudicados al Consorcio TRACASA-NIPSA (CTN) mediante los Contratos de Servicios de Consultoría Nos. UE MAGAP-PRAT-105-2013 para el Levantamiento de Cartografía Temática a escala 1:25.000, Lote 1 y UE MAGAP-PRAT-106-2013 para el Levantamiento de Cartografía Temática a escala 1:25.000, Lote 2, ambos de fecha 9 de diciembre de 2013.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales del Proyecto

El Proyecto de Levantamiento de Cartografía Temática (LCT) tiene como objetivos generales, entre otros, los siguientes:

- Identificar la calidad del suelo de todo el país.
- Identificar sus mejores usos: cultivos más productivos y tecnologías más adecuadas para el territorio.
- Apoyar al mejor uso y aprovechamiento de los recursos vegetales del territorio y contribuir a elevar su productividad agropecuaria.
- Apoyar la planificación y el ordenamiento territorial a nivel parroquial, cantonal, municipal y provincial.

La Cartografía Geomorfológica, dentro de los objetivos generales del conjunto del Proyecto, aporta las bases de conocimiento del paisaje físico y constituye uno de los principales insumos para el levantamiento edafológico, formando con éste la componente Geopedológica. De hecho, para entender los procesos de formación de suelos se ha de disponer de un profundo conocimiento de su entorno geomorfológico. La geopedología, por lo tanto, se entiende como la integración de la geomorfología y la pedología usando como herramienta la primera para mejorar y acelerar los levantamientos de suelos, así como para implementar un modelo espacial que facilite su caracterización y permita establecer sus posibles relaciones con el paisaje.

1.2.2. Objetivos del estudio geomorfológico

Los objetivos específicos de la Cartografía Geomorfológica son:

- Generar una cartografía y base de datos asociada que permitan comprender el territorio de estudio desde el punto de vista de su relieve y paisaje físico.
- Categorizar el territorio, a través de un sistema jerárquico, en unidades que presentan rasgos y características comunes según la escala de análisis realizada. De más general a más particular, el territorio queda definido por diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos, Contextos Morfológicos y Geoformas (o Unidades Geomorfológicas), categoría ésta última que supone la de mayor detalle de las consideradas.
- Disponer de una cartografía de referencia que, además de su utilidad para el levantamiento edafológico, constituya un elemento de referencia para otras actividades del Proyecto y una fuente de información fundamental para la implementación de planes, programas y proyectos con incidencia en el territorio.

1.3. Antecedentes de este estudio

El Gobierno del Ecuador requirió disponer entre sus estrategias, a finales de la década pasada, de un conjunto de geoinformación que contribuyera a la gestión territorial, mejoramiento y sostenibilidad de la productividad agraria. El Proyecto de Generación de Geoinformación fue declarado prioritario por el Gobierno Nacional, en consideración a la necesidad de contar con información fundamental actualizada sobre aspectos edáficos, hidrológicos, climáticos y socioeconómicos, importantes para el desarrollo del país. El estudio geomorfológico queda incluido como una de las actividades del Proyecto.

SIGTIERRAS, Programa Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP), gestiona la construcción de una base de datos de tierras rurales y se encarga de obtener y proporcionar información para la planificación del desarrollo nacional, el ordenamiento territorial y las decisiones estratégicas para el área rural, entre otras funciones. Desde 2013 es responsable de continuar con el proyecto de Cartografía Temática, iniciado unos años antes.

La generación de geoinformación, con metodología y planteamientos que en gran parte se continúan en este Proyecto, fue comenzada por CLIRSEN (actualmente IEE, Instituto Espacial Ecuatoriano) en 2009, en coordinación con SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo). Ese mismo organismo ya había llevado a cabo diversos estudios geomorfológicos con anterioridad, que seguían, a grandes rasgos, las pautas establecidas en trabajos anteriores generados en el convenio PRONAREG-ORSTOM.

El PRONAREG (Programa Nacional de Regionalización Agraria), del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, fue un programa que trabajó en los años 70 y 80 del pasado siglo XX, para realizar el inventario socioeconómico y de los recursos naturales renovables, en el que colaboró la institución francesa ORSTOM (*Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer*). Consecuencia de esta colaboración fueron los mapas morfopedológicos (escalas 1:200.000 y 1:500.000), realizados entre los años 1979 a 1984, destacada fuente de información territorial a pequeña-mediana escala. La colaboración PRONAREG-ORSTOM culminó, en lo que se refiere específicamente a la relación entre paisaje, geomorfología y suelos, con la publicación "Los paisajes naturales del Ecuador: las regiones y paisajes del Ecuador" (IPGH, ORSTOM e IGM, 1997, bajo la coordinación científica de A. Winckell). En dicha publicación, además, se incluye el mapa de *Paisajes Naturales del Ecuador* a escala 1:1.000.000. Este trabajo es, desde su aparición, la principal referencia a nivel nacional en las temáticas geomorfológica y geopedológica.

II. METODOLOGÍA

2.1. Características del producto esperado

El área general de trabajo se localiza en el territorio nacional continental, siendo la unidad de estudio el cantón.

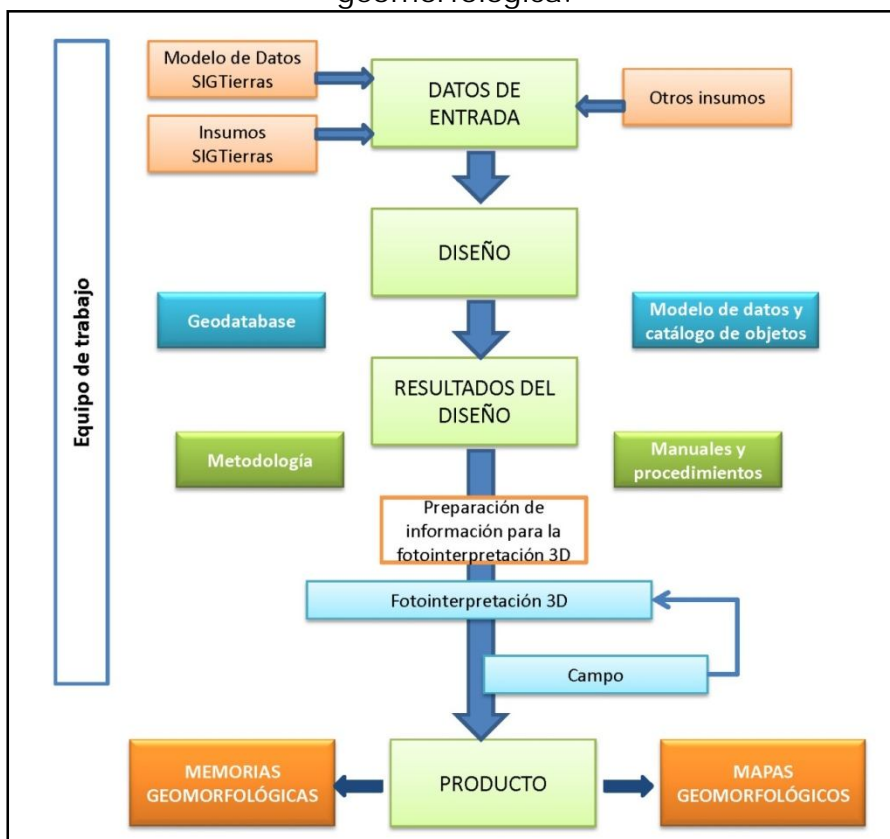
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

- Escala: 1: 25.000
- Nivel de Estudio: Semi-detallado
- Unidad mínima de mapeo: 1 ha
- Sistema espacial de referencia: SIRGAS UTM Zonas 17S y 18S
- Formato digital de entrega: *.gdb
- Insumos básicos: Ortofotos, modelo digital del terreno (MDT), mapas geológicos, de paisaje, geomorfológicos y morfopedológicos
- Técnica: Fotointerpretación geomorfológica digital 3D
- Campo: Comprobación de unidades geomorfológicas interpretadas
- Productos a entregar: Mapa temático y memoria técnica geomorfológica

2.2. Etapas metodológicas

Los principales procesos llevados a cabo en las fases de diseño y producción de la cartografía geomorfológica se esquematizan en la figura 2.1.

Figura 2.1. Mapa sintético de procesos en el diseño y producción de la cartografía geomorfológica.



Fuente: CTN

En los siguientes subapartados, se sintetizan las principales actividades y tareas que se han llevado a cabo para cubrir los objetivos del estudio geomorfológico y para la obtención de los diferentes productos de que consta.

2.2.1. Recopilación de información

Esta fase comprende:

- Preparación de los insumos básicos: MDT y ortofotos (en áreas no cubiertas por ortofotos se utilizan distintos tipos de imágenes satelitales).
- Preparación y obtención de información auxiliar: red de drenaje, mapa de pendientes y mapa de sombras con efecto 3D a partir del MDT (*hillshade*).
- Revisión de otros levantamientos y cartografías preexistentes y de su disponibilidad: mapas morfológicos, geológicos, morfopedológicos, mapas topográficos y mapas de curvas de nivel, principalmente.

2.2.1.1. Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes

En algo más del 90% del área de estudio, se dispone de MDT y ortofotos, facilitados por SIGTIERRAS. En estas zonas, se procede directamente a construir el modelo estéreo sintético por carta 1:50.000.

En el área restante, se genera el MDT de dos formas: a) en zonas de cierta amplitud y continuidad (que, en total, representan unos 10.300 km²), se utilizan los fotogramas de los vuelos 1:60.000 del IGM y se procede a su aerotriangulación con el apoyo de la cartografía 1:50.000, finalizando mediante un proceso de correlación hasta obtener el MDT; b) en pequeñas zonas y pasillos sin MDT ni ortofotos (que suponen alrededor de 480 km²), se genera el MDT utilizando la información de las curvas de nivel de la cartografía 1:50.000 y otros MDT disponibles, de tal forma que queden en continuidad con el resto del territorio colindante.

En las zonas no cubiertas por ortofotos, se dispone de alguna de las siguientes imágenes satelitales: Rapideye, Spot 6, VHR, WorldView-1 y WorldView-2.

2.2.1.2. Insumos complementarios

Los insumos complementarios, básicamente, son:

- Cartografía geológica. La base principal de esta información procede de la cartografía geológica del INIGEMM (Instituto Nacional de Investigación Geológica, Minero, Metalúrgico), a escalas 1:100.000 (Sierra y Costa) y 1:250.000 (Oriente). Dicha cartografía geológica fue proporcionada al inicio de este Proyecto, en febrero de 2014, por el mencionado organismo, competente en el levantamiento y difusión de dicha información, y que constituye el principal referente de tal información. La mayoría de estos mapas están publicados por instituciones antecesoras al INIGEMM, organismo que asume desde 2009 las competencias referidas a la generación de información geológica del país y que con anterioridad fue denominado DGGM (Dirección General de Geología y Minas) y CODIGEM (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica). Otros organismos, como INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), también participaron en la publicación de algunas de estas cartas.

Asimismo, se han utilizado otras fuentes de información en función de la situación del área a fotointerpretar, de la disponibilidad de cartografías geológicas públicas y de carácter oficial, y de que dichas cartografías cubrieran, bajo criterios homogéneos, una extensión significativa de territorio. Los mapas geológicos de la República del Ecuador a escala 1:1.000.000 (años 1982 y 1993), el Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador (escala 1:200.000, años 1997 y 1998) y el Mapa Geológico de la Cordillera Oriental (escala 1:500.000, año 1994), preparados y publicados por el CODIGEM con la colaboración de organismos británicos, han sido otras fuentes de información geológica adicionales.

- Mapas geomorfológicos, morfopedológicos y de suelos, realizados por PRONAREG–ORSTOM, a escala 1:200.000 (Costa y Sierra) y 1:500.000 (Amazonía), realizados entre los años 1979 y 1984.
- Mapas de sombras con efecto 3D, elaborado a partir del MDT y el modelo *Hillshade* de ArcMap.
- Red de drenaje generada a partir del MDT, con ayuda de la delimitada en la cartografía a escala 1:5.000. Las herramientas que se utilizan para su obtención son ArcGIS 10, ArcHydro y ETGeowizard.
- Mapa de pendientes. Información generada a partir del MDT (de 3 metros en Sierra, 4 metros en Costa y 5 metros en Amazonía).
- Mapa de Paisajes Naturales del Ecuador, escala 1: 1.000.000 (Winckell, 1997), cartografía que ha servido de base para establecer el sistema de jerarquía del relieve en que se estructura la información geomorfológica.
- Mapa topográfico 1:50.000. Mapa en formato *ráster*, que sirve de referencia para una primera comprensión del relieve y sus formas más características, así como para conocer la extensión de la red vial. Además, proporciona la información básica sobre la toponimia.
- Curvas de nivel de los mapas topográficos 1:50.000. Esta información, en formato vectorial, sirve para una primera contextualización del mapa, como una ayuda a la delimitación de recintos y una herramienta adicional para comprobación o corrección de ciertos parámetros (pendientes, desnivel relativo, longitud de vertiente) que caracterizan a dichos recintos.

2.2.2. Fotointerpretación

La fotointerpretación es la técnica básica de adquisición de información para la elaboración del mapa geomorfológico. Consiste en la subdivisión del territorio en **unidades geomorfológicas**, o **geoformas**, entendidas éstas como porciones del paisaje identificables respecto a las de su entorno inmediato y que presentan características homogéneas en cuanto a su génesis (procesos formadores), morfología (forma del terreno), morfometría (pendiente, desnivel relativo, longitud de vertiente), procesos morfodinámicos actuantes y material constitutivo (formación geológica o depósito superficial sobre el que se asienta).

La metodología se basa en la generación de información básica, obtenida a partir de la fotointerpretación digital 3D con los insumos principales (MDT y ortofotos) y tomando como referente los insumos complementarios anteriormente citados.

El proceso de fotointerpretación cubre las siguientes etapas:

- Identificación y delimitación de las diferentes geoformas, o unidades geomorfológicas, existentes en el área, en base a las características del relieve, los modelos de drenaje y la información proporcionada por los diferentes insumos. La delimitación de las geoformas se realiza mediante

digitalización de polígonos identificados como geoformas, a escala 1:10.000, con líneas que aparezcan suavizadas, a partir del modelo tridimensional utilizado.

- Asignación de atributos en cada geoforma delimitada, con ayuda del software implementado.

La asignación de atributos a cada una de las geoformas delimitadas permite caracterizarlas a través de una serie de rangos o variables específicos de cada atributo, definidas previamente. Los atributos considerados son los siguientes:

- Nombre de la geoforma.
- Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico (atributos relacionados con las unidades jerárquicas de relieve en que se encuadra la geoforma).
- Génesis (grupo genético, o tipo de modelado, al que pertenece cada tipo de geoforma).
- Formación geológica y litología.
- Forma de la cima, forma de la vertiente y forma del valle (atributos morfológicos).
- Desnivel relativo, longitud de vertiente y pendiente (atributos morfométricos).
- Forma de drenaje y densidad de drenaje (atributos relacionados con el drenaje superficial).

Las principales características de cada uno de estos atributos y los rangos o valores que pueden tomar se detallan en el Anexo IV: Atributos de las geoformas.

Cada geoforma delimitada, tal como se explica en dicho Anexo IV, se encuadra en un sistema jerárquico de relieve y paisaje, que contempla tres niveles u órdenes. De más general a más particular son:

- Región
- Dominio Fisiográfico
- Contexto Morfológico

La fotointerpretación finaliza con:

- Definición de puntos para su posterior comprobación sobre el terreno y definición de itinerarios (*tracks*) a realizar en campo.
- Revisión cartográfica de los polígonos (delimitación y topología), su empate con hojas adyacentes y la correcta asignación de atributos de todos los polígonos, mediante las reglas y criterios de validación establecidos.

2.2.2.1. Software empleado

El sistema de trabajo se basa en la tecnología ArcSDE (motor de base espacial), un componente básico de ArcGIS Server. Gestiona los datos espaciales en un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) y le permite acceder a los clientes de ArcGIS. Los fotointérpretes trabajan sobre la misma *Geodatabase* (GdB), de tal manera que cada nuevo recinto digitalizado aparece reflejado inmediatamente en la GdB y el resto de fotointérpretes lo puede visualizar.

La herramienta de producción de la cartografía geomorfológica se fundamenta en la combinación de *Purview* y *Vector Factory*, ambas integradas en ArcGis. La

herramienta *Purview* permite la visión tridimensional, así como editar y digitalizar en 3D de forma directa. *Vector Factory* facilita, desde una pantalla táctil, la ejecución y enlace de múltiples comandos y opciones, reduciendo sensiblemente el número de clics por parte del operador.

2.2.3. Fase de campo

2.2.3.1. Criterios para la validación en campo

Obtenidos los mapas preliminares, se procede a realizar el trabajo de campo con el objetivo de verificar *in situ* las unidades geomorfológicas cartografiadas y sus atributos.

La actividad en el campo consiste en realizar recorridos, principalmente a través de ejes viales transitables en vehículo 4x4, complementados con desplazamientos a pie, con el objetivo de caracterizar los puntos de comprobación prefijados y adecuar la cartografía preliminar. Es primordial encontrar sitios con afloramientos donde se pueda verificar la relación Unidad Geomorfológica y tipo de roca o depósito superficial, visitando el mayor número posible de tipos de unidades geomorfológicas.

2.2.3.2. Validación y adquisición de datos de campo

En campo, la actividad contempla:

- Visita a los puntos definidos en el itinerario y descripción de los mismos mediante ficha de campo, incorporada a la *tablet* (ver Anexo I). Verificación de atributos asignados en gabinete y corrección de los mismos, en su caso.
- Generación de documentación asociada (itinerarios o "*tracks*" y puntos de observación georreferenciados directamente a partir de la *tablet*, así como toma de fotografías con el mismo dispositivo).
- Ubicación de afloramientos existentes para la descripción del macizo rocoso o depósito superficial (en la misma ficha).
- Toma de muestras si resulta necesario.
- Identificación de unidades geomorfológicas no interpretadas o dudosas.

En ciertos cantones pueden no existir fichas de campo, debido a la imposibilidad de recorrerlos por ausencia de viales transitables en la época prevista de realización de la campaña de campo. En estas situaciones, se tomó en consideración para la fotointerpretación y la asignación de los correspondientes atributos las fichas levantadas en otros cantones limítrofes o próximos, que guardaran relación morfológica con el cantón en el que dichos recorridos no pudieron llevarse a cabo.

2.2.4. Integración de datos y adecuación cartográfica final

La información recopilada en campo se procesa en gabinete. Para ello, se ingresa en el sistema la información recogida en el dispositivo de campo (*tablet*) y se procede a la corrección y ajuste de unidades geomorfológicas. Complementariamente, se prepara un reporte interno con las principales incidencias (fecha de visita de la hoja u hojas validadas, calidad y cobertura de la infraestructura vial, porcentaje de puntos visitados sobre el total previsto, adecuación del equipamiento y material de campo, etc.).

2.2.5. Mapa y leyenda

Una vez finalizadas las etapas anteriores, se procede a la preparación de la salida cartográfica.

Como pasos finales, se ingresan los límites constantes a la fotointerpretación: base topográfica, cuerpos de agua, Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE) y límites cantonales. Se prepara el *layout* (composición del plano para la salida gráfica) y se ajusta el diseño para su impresión en PDF o papel. La salida cartográfica se realiza por hoja 1:50.000 y por cantón.

2.2.5.1. Explicación de la leyenda

En la leyenda del mapa aparecen las distintas geoformas identificadas en el territorio que representa el mapa, ordenadas según génesis (grupos y, en su caso, subgrupos). A todas las geoformas se les asigna una clave identificativa única (de entre 2 y 4 caracteres), colores que ayuden a identificarlas en relación al grupo o subgrupo genético en el que se encuadran y, en el caso de geoformas que llevan depósitos superficiales asociados, una trama.

En el Anexo III se presenta un Glosario de todas las geoformas contempladas en el proyecto.

El número de grupos genéticos considerados en el área de estudio del proyecto suponen un total de trece. Algunos de ellos presentan, además, subdivisiones que aglutinan geoformas con rasgos morfológicos similares o que obedecen a procesos formadores muy análogos. Los grupos y subgrupos considerados se presentan en el Cuadro 2.1. Las principales características de estos trece grupos genéticos se recogen en el Anexo IV (Atributos de las geoformas).

Cuadro 2.1. Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas.

GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado)	SUBGRUPO	EJEMPLOS DE GEOFORMAS	CLAVE
FLUVIAL	Valles fluviales y formas relacionadas con predominio de sedimentación	Valle fluvial, llanura de inundación	F1
	Encajamientos e incisiones fluviales	Barranco	E2
	Canales fluviales	Cauces y meandros ocasionalmente funcionales	C2
	Terrazas	Terraza media	Tm
	Conos de esparcimiento	Superficie de cono de esparcimiento disectado	Co2
	Conos de deyección	Superficie de cono de deyección disectado	Cd3
	Otras formas	<i>Badlands</i>	Fb1
FLUVIO-LACUSTRE	En valles-terrazas	Áreas endorreicas en llanuras aluviales y terrazas	Fl1
	En otros ambientes	Depresión lagunar	Fo1

Cuadro 2.1. Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas (continuación).

GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado)	SUBGRUPO	EJEMPLOS DE GEOFORMAS	CLAVE
LADERAS	Laderas rectilíneas	Vertiente rectilínea con salientes rocosos	Lr3
	Laderas abruptas	Vertiente abrupta con fuerte disección	La2
	Laderas heterogéneas y otras morfologías	Vertiente heterogénea con fuerte disección	Lh4
	Depósitos de ladera	Coluvión antiguo	Col2
	Piedemonte	Glacis de esparcimiento	Pd1
GLACIAR Y PERIGLACIAR	Formas glaciares	Circo glaciar	Gf1
	Depósitos glaciares	Morrena de fondo	Gd1
	Periglaciar	Afloramientos rocosos en ambiente periglaciar	Gp3
VOLCÁNICO	Antiguos edificios	Pitones o agujas volcánicas	Va2
	Conos inactivos	Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar	Vci1
	Conos activos	Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y sin retoque glaciar	Vca3
	Formas asociadas a conos	Rampas de piedemonte de cono volcánico	Vc8
	Domos	Domo volcánico	Dom
	Relieves diversos	Relieve volcánico colinado alto	Rv10
MARINO	Depósitos actuales	Playa marina	Mac1
KÁRSTICO	-	Dolina, campo de dolinas	Kt6
METEORIZACIÓN	-	Colinas en media naranja	Met1
EÓLICO	-	Campo de dunas	Eod2
ESTRUCTURAL	Capas horizontales	Superficie de mesa o meseta	Eh1
	Capas inclinadas	Frente de cuesta	Ei3
	Capas subverticales	Barra o cresta estructural	Esv
	Capas plegadas	Superficies y planos estructurales originados en capas plegadas	Epl
	Superficies residuales	Restos de superficie estructural	Esr
	En materiales volcánicos	Niveles estructurales sobre lavas endurecidas	Ev1
TECTÓNICO-EROSIVO	-	Relieve colinado medio	Rt4

Cuadro 2.1. Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas (continuación).

GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado)	SUBGRUPO	EJEMPLOS DE GEOFORMAS	CLAVE
POLIGÉNICAS	Coluvio aluvial	Coluvio-aluvial reciente	Coa1
	Superficies de erosión y planicies intermontanas	Planicie intermontana	SP3
	Superficies horizontales	Superficie horizontal disectada	Sh3
	Superficies inclinadas	Abrupto de superficie inclinada	Si4
	Altas superficies	Superficie alta disectada	Sa2
	Relieves residuales	Cerro testigo	Rr4
	Aristas, divisorias e interfluvios	Interfluvio de cimas redondeadas	Ar1
Sustrato diverso	Macizo rocoso	Sdv1	
OTRAS	-	Superficie intervenida	O5

Fuente: CTN

2.2.5.2. Esquemas: Relieve y Paisaje (Contextos Morfológicos), Esquema Geológico y Pendientes

En estos tres esquemas, a escala 1:250.000, se recoge información complementaria al mapa principal. Dicha información cartográfica se elabora, para su adecuada lectura y representación, mediante un proceso de generalización cartográfica.

El esquema de *Relieve y Paisaje* presenta los Contextos Morfológicos identificados en el área del mapa. En el Anexo IV (Atributos de las geoformas, epígrafe 1) se explica el sistema de jerarquía de relieve adoptado, en el que los Contextos Morfológicos representan uno de los niveles u órdenes contemplados, así como la relación de todos ellos y su inclusión en los diferentes Dominios Fisiográficos y Regiones.

En el *Esquema Geológico* aparecen las distintas formaciones geológicas del mapa, con la asignación de un símbolo que las identifica, coloreadas según edades. Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: Breve léxico estratigráfico del Ecuador (Duque, 2000), hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores, Mapa Geológico de la República del Ecuador a escala 1:1.000.000 (CODIGEM-BGS, 1993; DGGM-IGS, 1982) y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros grupos litológicos que no tienen reconocimiento de formación, así como para ciertas formaciones geológicas, se ha acordado la adopción de códigos propios, siguiendo criterios análogos a los utilizados en dichos trabajos de referencia.

El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos

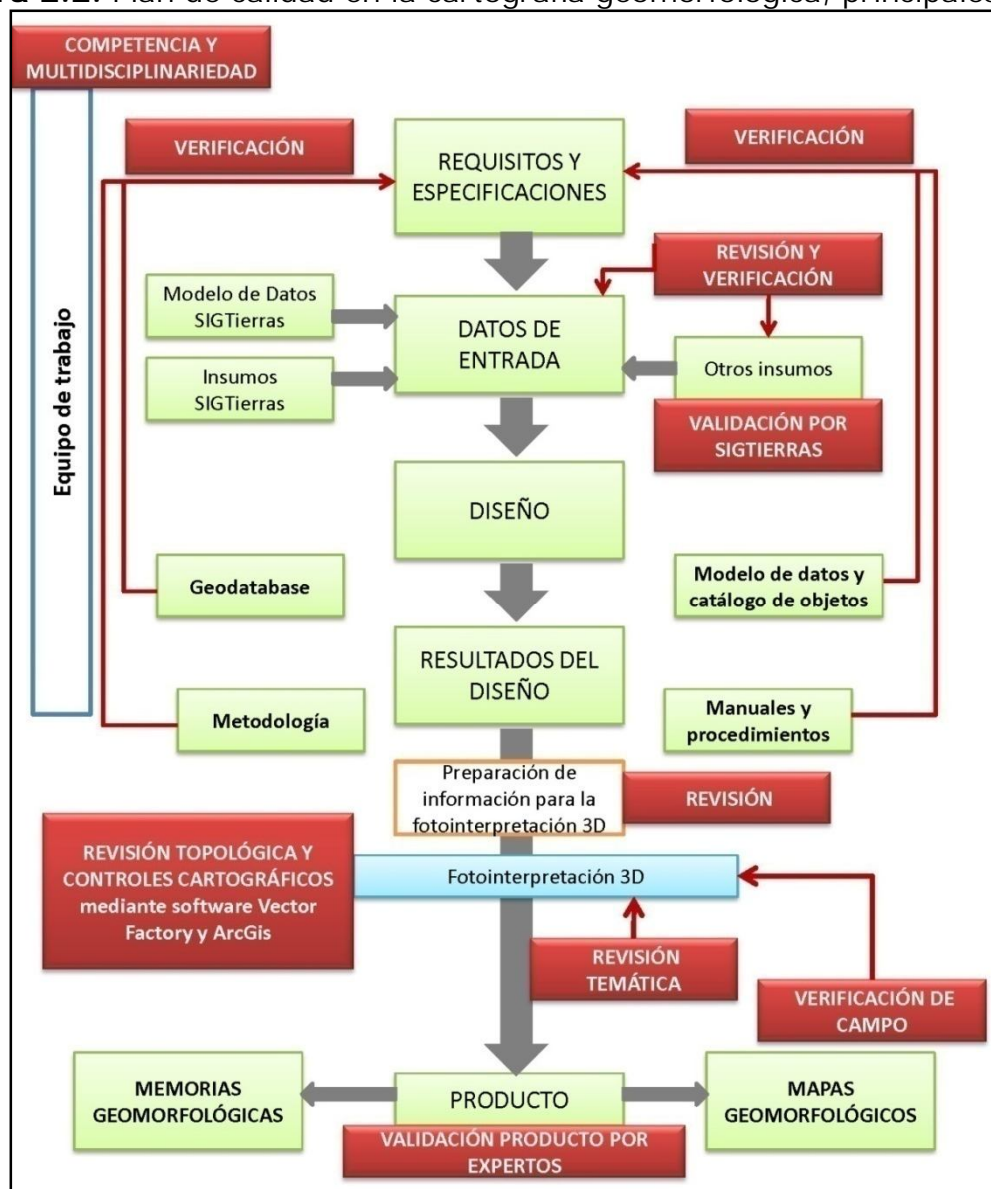
geológicos: formación geológica y litología) se explica con mayor detalle las denominaciones empleadas y su significado.

El esquema de *Pendientes* recoge los distintos rangos de inclinación existentes en el área, expresados en porcentaje. La denominación de los diferentes rangos de pendiente y su inclinación porcentual son: plana (de 0 a 2%), muy suave (de más de 2% a 5%), suave (de más de 5% a 12%), media (de más de 12% a 25%), media a fuerte (de más de 25% a 40%), fuerte (de más de 40% a 70%), muy fuerte (de más de 70% a 100%) y escarpada (más de 100%).

2.3. Control de calidad

La Gestión de Calidad en los trabajos de cartografía geomorfológica se enmarca y es coherente con el Plan de Calidad del conjunto del Proyecto del que forma parte. Dicho Plan de Calidad afecta a todos los procesos y productos del trabajo y señala los principales hitos que debe cumplir para cada una de las temáticas, cuyas relaciones con los principales procesos se muestran en la Figura 2.2.

Figura 2.2. Plan de calidad en la cartografía geomorfológica, principales hitos.



Fuente: CTN

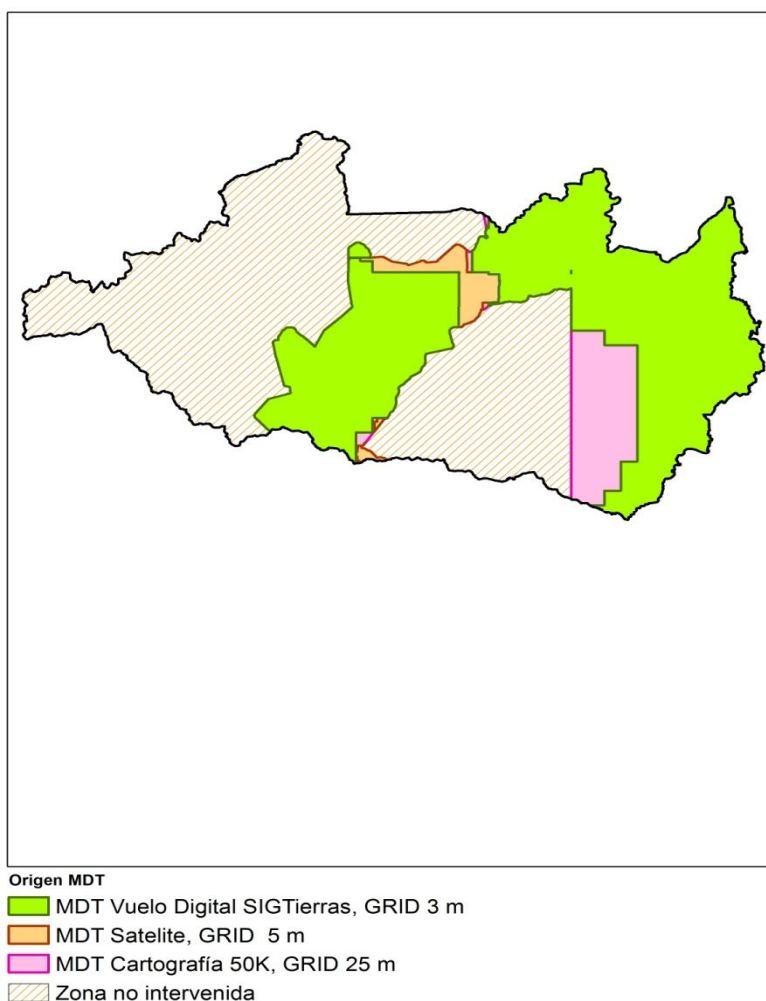
Estos hitos son los siguientes:

- Competencia y equipo de trabajo multidisciplinar para llevar a cabo las tareas y actividades previstas. Además de la adecuada selección de personal, se ha llevado a cabo la capacitación oportuna para homogeneizar criterios y enseñar el manejo de las herramientas de trabajo.
- Revisión y verificación de la disponibilidad de los datos de entrada (insumos básicos e insumos complementarios).
- Verificación de que todos los productos obtenidos en la fase de diseño (Geodatabase, Modelo de Datos y Catálogo de Objetos; Metodología; Manuales y Procedimientos) se adecúan a los requisitos y especificaciones.
- Control topológico y coherencia cartográfica
- Control de calidad temática, tanto a lo largo del proceso de fotointerpretación como a la finalización del mismo.

2.4. Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón

Se ha utilizado el conjunto de la información referida en los apartados 2.2.1.1 (Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes) y 2.2.1.2 (Insumos complementarios). En lo que respecta a los insumos de base de generación de los MDT, en el cantón Morona se han utilizado los que aparecen en la Figura 2.3.

Figura 2.3. Insumos de base de generación de los MDT en el cantón El Chaco.



Fuente: CTN

En lo referente a la información geológica, las principales fuentes de información utilizadas han sido:

- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Baeza (Hoja 100), esc. 1:100.000. *DGGM-INEMIN*. Quito.
- INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), 1989. Hoja Geológica: Reventador (Hoja 99), esc. 1:100.000. *INEMIN*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1987. Mapa Geológico de la Provincia de Napo, esc. 1:250.000. *DGGM-INEMIN*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1994. Geological and metal occurrence maps of the Cordillera Real Metamorphic Belt, Ecuador, esc. 1:500.000. (Publicado en 2 hojas). *CODIGEM-BGS*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1993. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *CODIGEM*. Quito.

Para la ubicación general y la toponimia del cantón, se emplearon las hojas topográficas a escala 1:50.000 proporcionadas por el IGM (Instituto Geográfico Militar), recogidas en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2. Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón El Chaco.

Código	Cartas Topográficas
OIII-A1	Cerro Saraurcu
OIII-A2	Volcán El Reventador
OIII-A3	Santa Rosa de Quijos
OIII-A4	Las Palmas
OIII-B1	Atenas
OIII-B3	Río Paushiyacu
OIII-C1	Baeza
OIII-C2	Cerro Pan de Azúcar
OIII-D1	San José de Payamino (San José Viejo)
OIII-D3	Ávila Viejo

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

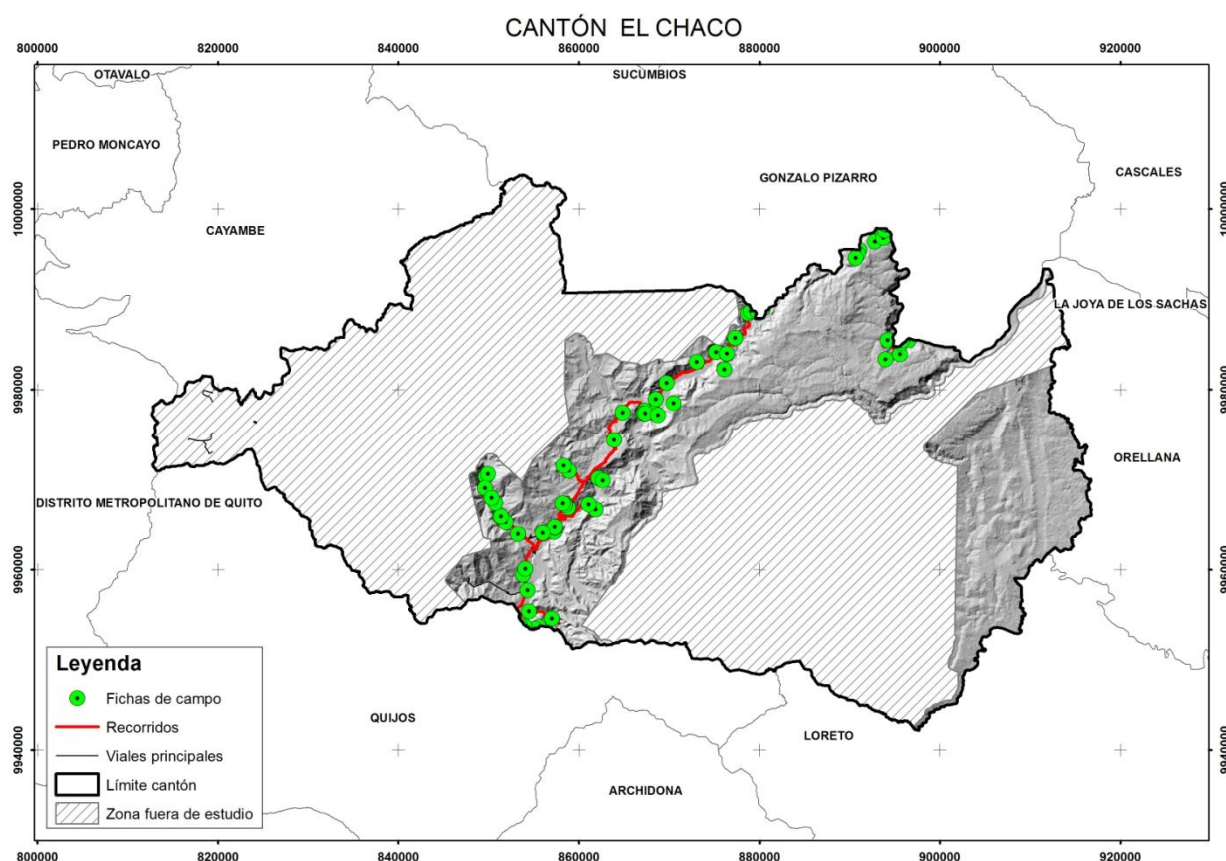
III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón El Chaco se realizó los días 5 y 9 de agosto y el 7, 8 y 10 de diciembre de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron fichas de campo de 58 puntos (Figura 3.1 y Anexo II).

Toda esta información se ingresó en una base de datos *SQL Server*, en la que igualmente queda registrada la cartografía digital.

Figura 3.1. Localización de recorridos y fichas de campo del cantón El Chaco.



Fuente: CTN

La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

3.2. Regiones y dominios fisiográficos

El conjunto del cantón, con una extensión total de aproximadamente 3.501 km² y una superficie aproximada del área de estudio de 1.231 km², se encuentra incluido en la Región Sierra y en la Región Amazonía.

En cada una de estas regiones se diferencian tres dominios fisiográficos. Su distribución geográfica se presenta en la Figura 3.2, y la extensión que ocupa cada uno de ellos en el cantón se muestra en el Cuadro 3.1.

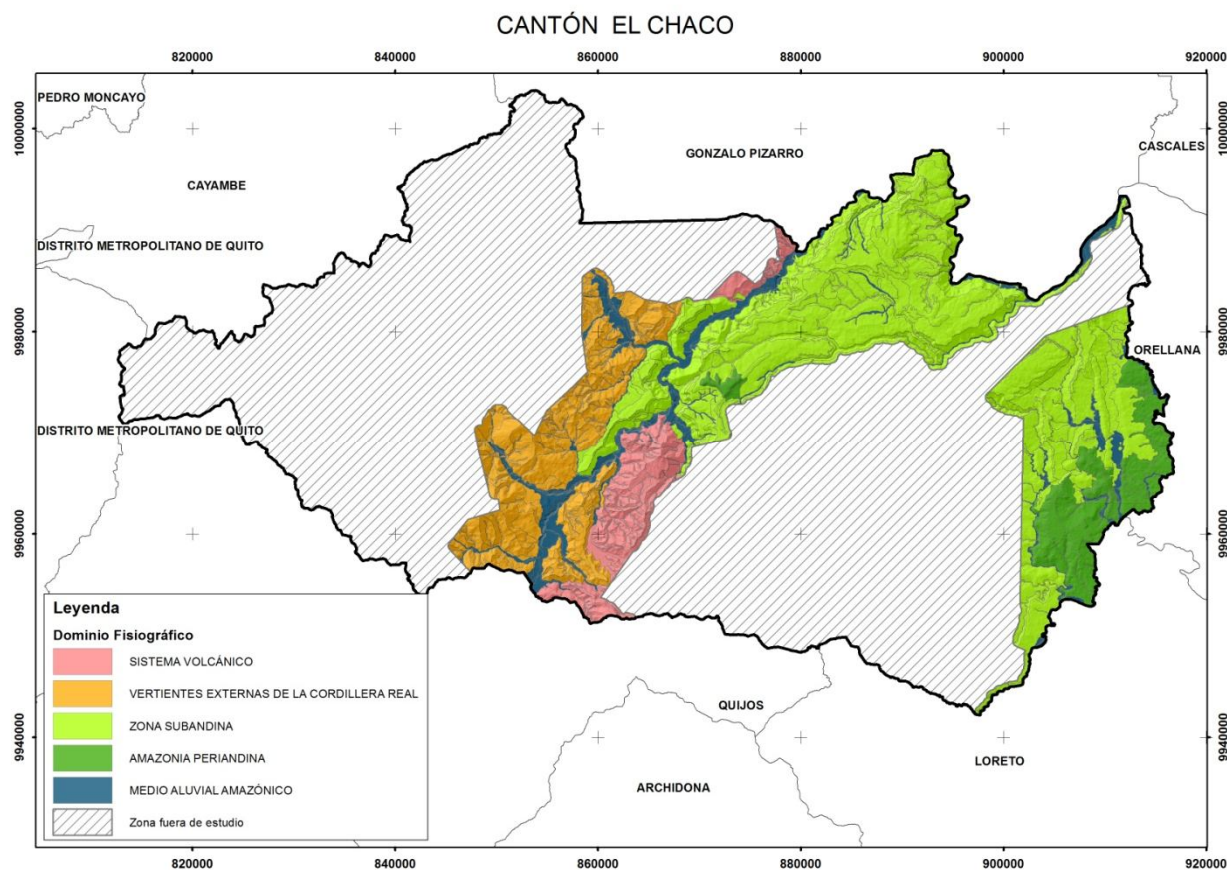
Cuadro 3.1. Regiones y Dominios Fisiográficos presentes en el cantón de El Chaco.

REGION	DOMINIO FISIOGRAFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Sistema volcánico	109 Km ²	8,8%
	Vertientes externas de la cordillera real	239 Km ²	19,3%
AMAZONÍA	Zona Subandina	645 Km ²	52,3%
	Amazonía Periandina	120 Km ²	9,7%
	Medio aluvial amazónico	119 Km ²	9,6%

(*) Superficies y porcentajes referidos a la zona de estudio dentro del cantón

Fuente: CTN

Figura 3.2. Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón El Chaco.



Fuente: CTN

3.2.1. Dominio Fisiográfico de Sistema Volcánico

Los volcanes andinos, en número que supera el centenar, representan un destacado papel geomorfológico en todo el Ecuador. Por una parte, los propios edificios volcánicos son en sí mismos destacados hitos paisajísticos que realzan el relieve de las dos cordilleras, Occidental y Oriental, así como del propio corredor o valle interandino. Por otra, los depósitos piroclásticos que han generado, fundamentalmente de cenizas y lapilli en sus últimos episodios, han recubierto con una espesa capa cerca de las dos terceras partes de la Sierra central y septentrional, así como amplias extensiones de las regiones Costa y, más localmente, Amazonía.

La mayoría de ellos son grandes estratovolcanes cuaternarios, formados por sucesivas erupciones de lavas y piroclastos, en distintos grados de actividad actual. Algunos de ellos, los más antiguos, aparecen muy erosionados y, a veces, difícilmente identificables morfológicamente. En los que se presentan los edificios volcánicos bien o muy bien conservados, la gran mayoría, se pueden establecer diferenciaciones en función de la intensidad del modelado glaciar superpuesto, que en ocasiones es ausente.

En el cantón El Chaco, este dominio está ubicado en los extremos norte y sur de la franja central del cantón, representado por dos contextos morfológicos, i) Vestigios de edificios Volcánicos, ubicado al sur, influenciado directamente por el volcán Pan de Azúcar; y ii) Construcciones de tipo Estrato-Volcán ubicado en la zona norte, y con influencia directa del volcán Reventador.

3.2.2. Dominio Fisiográfico de Vertientes externas de Cordillera Real

Las Vertientes externas de la Cordillera Real constituyen el dominio fisiográfico situado entre el de Cimas frías y la Zona Subandina de la región Amazonía. Da lugar, en conjunto, a menores desniveles que el dominio equivalente de la Cordillera Occidental y se desarrolla fundamentalmente sobre formaciones metamórficas, flanqueadas por cuerpos intrusivos, con o sin cobertura piroclástica. Por su posición escalonada, entre 1.200 y 3.500 msnm al Norte, y entre aproximadamente 1.000 y 3.000 msnm al Sur, representa la transición entre los modelados glaciares andinos y los relieves subandinos amazónicos.

Los modelados, sobre las rocas metamórficas, se caracterizan por una disección aguda, irregular y asimétrica, que se ve influenciada por:

- Las direcciones estructurales del conjunto. Su expresión en el relieve se caracteriza sobre todo por alineamientos muy visibles de crestas agudas en sentido N-S y por una disimetría de las vertientes oriental y occidental
- La naturaleza de las facies dominantes. Los materiales más blandos (esquistos y filitas) dieron lugar a formas en "hueco": valles alargados y corredores más o menos deprimidos, mientras que las litologías más resistentes (gneises y sobre todo cuarcitas), arman los principales relieves: barras rocosas, relieves resistentes a la erosión, etc.

En las rocas ígneas intrusivas, principalmente granitos y granodioritas, el relieve presenta una disección mucho más homogénea y regular, sin orientaciones preferentes. A menudo la roca aparece con intensas alteraciones, tanto arenizaciones

como otras en que se aprecian profundas argilizaciones y enriquecimiento en óxidos e hidróxidos de hierro.

En el cantón El Chaco, este dominio está dispuesto en el extremo occidental del área cartografiada, con alturas que oscilan entre los 1.400 y 2.700 msnm y se encuentra representado por *Vertientes homogéneas desarrolladas sobre rocas graníticas y Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, ambos con cobertura piroclástica. Su extensión es la segunda más amplia dentro del cantón, con aproximadamente 239 km² y un equivalente al 20% de la superficie cartografiada en el cantón.

3.2.3. Dominio Fisiográfico de Zona Subandina

Está representado por relieves montañosos o submontañosos, escalonados hasta los 2.500 metros de altitud, en los que se apoya, de norte a sur, la vertiente amazónica de los Andes.

Este dominio está fuertemente condicionado por la estructura geológica, ya que se corresponde con el levantamiento anticlinal Napo y con los corredores, depresiones y estribaciones adyacentes o interiores. Al norte da origen a la Cordillera del Napo, entre los ríos San Miguel y Anzú, mientras que hacia el sur la expresión morfológica más característica está representada por las Cordilleras del Cutucú y del Cóndor.

El anticlinal subandino está constituido por sedimentos mesozoicos y cenozoicos, de naturaleza marina y continental respectivamente. Los modelados se distinguen según la influencia de las estructuras o la disección, dependiendo de la litología: las rocas duras originan mesetas, cuevas y crestas, mientras que las rocas blandas originan altas colinas asimétricas. La presencia de calizas se traduce, en ocasiones, en formas kársticas, como lapiazes, simas y redes subterráneas.

Una parte considerable de estos paisajes subandinos, los situados más al norte (Cordillera del Napo) han sido recubiertos por cenizas volcánicas, adaptándose a las formas preexistentes del relieve y sustituyendo a su vez a todas las demás coberturas edáficas.

En el cantón El Chaco representa el dominio fisiográfico más extenso. Se dispone en la mitad superior de la franja central del cantón, y casi toda la zona oriental del mismo, con alturas que oscilan entre los 400 y los 1.800 msnm. La Cordillera del Napo, es la única expresión morfológica del territorio cantonal.

3.2.4. Dominio Fisiográfico de Amazonía Periandina

Se puede dividir, a grandes rasgos, en dos sistemas bien diferenciados: a) Piedemontes; y b) Colinas periandinas.

Los piedemontes están formados por grandes conos de esparcimiento localizados bajo los relieves andinos y subandinos orientales. Estos conos, de edades comprendidas entre el Plioceno y el Holoceno, coinciden aproximadamente con las formaciones Mesa y Mera. Los paisajes de piedemontes se diferencian del resto de dominios amazónicos en dos características: en primer lugar, por el carácter estructural y plano de las superficies cimeras, que subsiste pese a una disección a veces muy marcada; en segundo lugar, por la naturaleza ferralítica y color pardo de los suelos desarrollados sobre los piedemontes distales. Mientras que los

pedemontes próximos a la Cordillera se presentan con cobertura de cenizas volcánicas, los más alejados ya aparecen desprovistos de estas cenizas.

Las colinas periandinas, por su parte, están representadas por macizos colinados recubiertos por sedimentos de las llanuras de piedemonte y por las formaciones pantanosas de los complejos fluviales. Están desarrolladas sobre diversas formaciones mio-pliocenas y plio-cuaternarias, en las que la intensa meteorización y analogía de facies entre algunas de ellas dificulta a menudo su precisa asignación.

Este dominio se dispone en el sector oriental del cantón y sigue en los contiguos cantones de Loreto y Orellana, presenta alturas que oscilan entre los 300 y 2.000 msnm. Los piedemontes proximales, con cobertura de cenizas volcánicas, y los piedemontes distales, sin ella, constituyen las expresiones morfológicas de este dominio.

3.2.5. Dominio Fisiográfico de Medio Aluvial Amazónico

Este dominio está delimitado y caracterizado por los ríos de la cuenca amazónica y sus depósitos asociados (tanto recientes y aún funcionales como los antiguos, ya desligados de la dinámica actual). Es un sistema muy variable en el tiempo, debido a la intensidad de los procesos de erosión y sedimentación fluviales; además, el sistema fluvial responde con relativa rapidez a los cambios climáticos, modificaciones del nivel de base –locales o globales-, tectónica reciente y actividades humanas.

En el cantón El Chaco, los ríos Quijos, Salado, Oyacachi y Cacapishco influyen directamente la franja central y el límite norte del mismo; en el extremo oriental la influencia en el modelado viene de los ríos Paushiyacu, Punino y Payamino, todos con direcciones preferenciales N-S. Todos estos ríos han dado origen a los principales valles fluviales y su evolución en el tiempo ha determinado la aparición de terrazas asociadas a los mismos.

3.3. Contextos morfológicos

Los contextos morfológicos presentes en el área de estudio, dentro del cantón El Chaco y en relación con los respectivos dominios fisiográficos y regiones a los que pertenecen, se presentan en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón El Chaco.

REGION	DOMINIO FISIOGRAFICO	CONTEXTO MORFOLOGICO
SIERRA	Sistema Volcánico	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
		Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables
	Vertientes Externas de la Cordillera Real	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
		Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
AMAZONÍA	Zona Subandina	Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas
	Amazonía Periandina	Colinas periandinas occidentales
		Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas
		Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes
Medio Aluvial Amazónico	Medio aluvial amazónico	

Fuente: CTN

3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas

En este contexto morfológico se incluyen los conos volcánicos y formas menores incluidas en ellos (conos adventicios, cráteres, lagunas en fondos de cráter o caldera, etc.) y un conjunto de geoformas que, aunque ligadas al edificio volcánico propiamente dicho, pueden llegar a sobrepasar ampliamente el entorno de la boca o bocas de emisión: rampas de piedemonte de cono volcánico, flujos de piroclastos, coladas de lava, lahares, etc.

En el cantón El Chaco, el contexto se localiza en el sector norte, junto al volcán Reventador, con altitudes que descienden desde los 1.800 a los 1.400 msnm. Su extensión total se aproxima a los 15 km².

3.3.2. Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables

Este contexto morfológico incluye restos o testigos de edificios volcánicos que presentan un grado de desmantelamiento y erosión avanzados. Aunque pueden

presentar algunos rasgos que permiten identificarlos (conos piroclásticos que conservan sólo parcialmente su morfología original, pitones, bordes incompletos de antiguas calderas), la destrucción de sus formas características originales llega a dificultar su reconocimiento.

Con una extensión aproximada de 94 km², el contexto se emplaza al sur del cantón, con altitudes de entre 1.600 y 2.500 msnm.

3.3.3. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)

Se localiza este contexto sobre las intrusiones graníticas y granodioríticas de la vertiente occidental de la Cordillera, en su mitad septentrional, de forma discontinua. Se caracteriza por una disección homogénea, regular y densa, dando lugar a un relieve relativamente deprimido respecto al entorno, dada su mayor alterabilidad respecto a las rocas encajantes.

El contexto muestra todos los estadios de desarrollo, evolución y transformación de la alterita granítica, de la cubierta de cenizas volcánicas o de los coluvionamientos que se mezclan con ellas.

En el cantón, este contexto se ubica en el extremo meridional, junto al dominio fisiográfico de Sistema Volcánico, ocupando una superficie aproximada de 40 km² y altitudes de entre 1.600 y 2.300 msnm.

3.3.4. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)

Este contexto, que se desarrolla casi exclusivamente sobre formaciones metamórficas (esquistos, cuarcitas, gneises, filitas, etc.), se caracteriza por una disección aguda, irregular y asimétrica, directamente influida tanto por las direcciones estructurales del conjunto como por la distinta naturaleza de las diferentes litologías sobre las que se desarrolla. Está recubierto por un manto de proyecciones de cenizas volcánicas, con gran abundancia de afloramientos de roca y zonas recubiertas por fragmentos rocosos y taludes de derrubios.

Aparece a lo largo de toda la vertiente oriental de la Sierra Norte y Central, entre los dominios de las Cimas frías y los de la Zona Subandina y Amazonía Periandina. Se encuentra a una altitud escalonada entre los 1.200 y los 3.500 msnm.

En el cantón, ocupa todo el extremo occidental de la superficie cartografiada, con una superficie aproximada de 199 km² y altitudes de entre 1.500 a 2.500 msnm.

3.3.5. Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas

Este contexto se corresponde con el levantamiento Napo, cordillera formada por rocas sedimentarias cretácicas, en su mayoría de origen marino, cubierta por varios metros cenizas volcánicas.

Al norte del volcán Sumaco, destacan los relieves estructurales sobre las areniscas de la Formación Hollín, bien en disposición horizontal con fuerte disección en superficie, bien en disposición monoclin. Al sur del Sumaco los grandes rasgos del relieve

quedan marcados, preferentemente, por los niveles calcáreos de la Formación Napo, aunque otras litologías más blandas, situados por encima, condicionan el modelado de detalle: su intensa meteorización ha dado lugar a formas en colinas. Los relieves que ya limitan con el dominio Amazonía Periandina se presentan muy disectadas, con una topografía extremadamente accidentada.

Es el contexto morfológico con mayor extensión dentro del cantón, con un aproximado de 645 km² o un equivalente al 52% de la superficie cartografiada, está ubicado en el centro, norte y oriente del cantón, presenta alturas de entre 400 a 2.000 msnm aproximadamente.

3.3.6. Colinas periandinas occidentales

Se incluyen en este contexto las colinas amazónicas más occidentales, próximas al dominio de la Zona Subandina. Son colinas de medianas a bajas, partes de las cuales parecen haberse labrado a partir tanto de las propias mesas residuales de los Piedemontes distales como de otros materiales subyacentes.

En el cantón El Chaco este contexto se localiza en el extremo oriental del cantón, con alturas que oscilan entre los 300 y 400 msnm. Su extensión es de 36 km² aproximadamente.

3.3.7. Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas

Se trata de un gran abanico o cono de esparcimiento, que se abre desde su zona apical, situada al pie del contexto Estructuras orientales subandinas, hacia el Este, entre los ríos Napo y Pastaza, extendiéndose cerca de 200 km en esa dirección. Este contexto también incluye restos de conos de esparcimiento situado al norte de la Cordillera del Napo, hasta la frontera colombiana y otros testigos de esparcimiento, posiblemente más reciente, que se localizan al sur del río Pastaza.

Se presentan con una muy suave pendiente longitudinal global, sin cenizas volcánicas. La disección ha dejado morfologías de mesas tabulares, a veces con desniveles de orden hectométrico; estas planicies estructurales llegan, en algunos casos, a destruirse por la erosión, dando origen a un relieve colinado. Sobre el material en el que se modelan estas formas, arcillas y areniscas volcanoclásticas con gravas y bloques, se desarrolla una alteración ferralítica de color pardo, que contrasta con la predominantemente rojiza de la Amazonía ecuatoriana.

En el cantón El Chaco, este contexto se ubica en el extremo oriental del cantón, en el límite con el cantón Orellana, con alturas que oscilan entre los 300 a 400 msnm. Su extensión total se aproxima a los 7 km², siendo este el contexto que ocupa menor superficie dentro del cantón.

3.3.8. Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes

Un gran conjunto de conos de esparcimiento coalescentes, provenientes de los ríos Pastaza, Palora y Upano, conforman este contexto, junto con algunos restos de otros conos de esparcimiento localizados más al norte, a oriente de los volcanes Sumaco y Reventador.

El importante encajamiento fluvial sobre las superficies de los conos, de hasta 100 metros de profundidad, disecta notablemente el conjunto, constituido por gravas y

bloques empastados en una matriz de arcillas y areniscas. La meteorización en estos materiales se muestra muy intensa, originando una alterita roja que llega a alcanzar notable profundidad, de más de 15 y 20 metros. Sobre esta alterita, blanda y homogénea, posteriormente cubierta por la capa de cenizas, se han labrado pequeñas colinas convexas y ondulaciones suaves, en función de la profundidad de la alteración.

En el cantón El Chaco, el contexto morfológico está ubicado en la zona oriental del cantón, con alturas que oscilan entre los 400 a 600 msnm. Su extensión total se aproxima a los 76 km².

3.3.9. Medio aluvial amazónico

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.5.

3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón

En el Cuadro 3.3 se presentan las geoformas identificadas en cada contexto morfológico, ordenadas por grupos genéticos. Se indica la superficie aproximada que ocupa cada geoforma en el correspondiente Contexto Morfológico.

Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón.

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	Km ² (aprox.)	
Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas	FLUVIAL	Barranco	1	
		Encañonamiento	<1	
	VOLCÁNICO	Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y sin retoque glaciar	11	
		Flujo de piroclastos	1	
		Lahar	<1	
Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables	FLUVIAL	Valle en V	2	
		Barranco	4	
		Superficie de cono de deyección	<1	
	LADERAS	Vertiente rectilínea	11	
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	2	
		Vertiente rectilínea con abruptos	2	
		Vertiente abrupta	8	
		Vertiente abrupta con fuerte disección	5	
		Vertiente heterogénea	9	
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	20	
		Coluvión antiguo	4	
	VOLCÁNICO	Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares	12	
		Lahar	5	
		Relieve volcánico colinado medio	<1	
		Relieve volcánico colinado alto	3	
		Relieve volcánico colinado muy alto	3	
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado muy alto	2	
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1	
		Superficie inclinada	<1	
		Interfluvio de cimas estrechas	1	
		Interfluvio de cimas redondeadas	1	
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Barranco	1
		LADERAS	Vertiente rectilínea con fuerte disección	1
Vertiente abrupta			9	
Vertiente abrupta con fuerte disección			1	
Vertiente heterogénea			3	
Coluvión antiguo			1	

Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geformas presentes en el cantón (continuación).

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	Km ² (aprox.)
Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado alto	1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve montañoso	1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Superficie horizontal disectada	2
		Abrupto de superficie horizontal	6
		Superficie inclinada	<1
		Superficie inclinada disectada	6
		Abrupto de superficie inclinada	5
Interfluvio de cimas redondeadas	<1		
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Valle en V	1
		Barranco	9
		Garganta	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	16
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	7
		Vertiente rectilínea con abruptos	1
		Vertiente abrupta	13
		Vertiente abrupta con fuerte disección	3
		Vertiente heterogénea	45
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	32
		Coluvión antiguo	28
	Glacis de esparcimiento	1	
	ESTRUCTURAL	Relieves escalonados en capas inclinadas	6
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	1
		Relieve colinado alto	7
		Relieve colinado muy alto	8
		Relieve montañoso	17
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	2
		Coluvio-aluvial reciente	<1
Superficie inclinada		1	
Abrupto de superficie inclinada		<1	
Interfluvio de cimas estrechas		1	
Interfluvio de cimas redondeadas		<1	
Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	<1
		Valle en V	1
		Barranco	9
		Garganta	1
		Encañonamiento	10
		Terrazas indiferenciadas	1
		Testigo de cono de esparcimiento	1
		Superficie de cono de deyección	1

Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón (continuación).

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	Km ² (aprox.)
Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas	LADERAS	Vertiente rectilínea	10
		Vertiente rectilínea con abruptos	<1
		Vertiente abrupta	1
		Vertiente heterogénea	4
		Coluvión antiguo	17
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado alto	<1
	ESTRUCTURAL	Superficie de mesa o meseta	24
		Superficie de mesa o meseta disectada	113
		Cornisa de mesa o meseta	16
		Vertiente de mesa o meseta	186
		Superficie de cuesta	69
		Superficie de cuesta disectada	11
		Frente de cuesta	20
		Vertiente de cuesta	24
		Restos de superficie estructural	70
		TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado muy bajo
	Relieve colinado bajo		1
	Relieve colinado medio		1
	Relieve colinado alto		<1
	Relieve colinado muy alto		13
	Relieve montañoso		14
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	4
		Superficie horizontal	3
Superficie horizontal disectada		<1	
Abrupto de superficie horizontal		1	
Superficie inclinada		6	
Abrupto de superficie inclinada		1	
Interfluvio de cimas redondeadas		3	
Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes	FLUVIAL	Testigo de cono de esparcimiento	55
	LADERAS	Coluvión antiguo	<1
		Testigo de glacis de esparcimiento	14
	ESTRUCTURAL	Superficie de mesa o meseta	2
		Cornisa de mesa o meseta	2
		Vertiente de mesa o meseta	2
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	1
Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas	LADERAS	Testigo de glacis de esparcimiento	7

Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón (continuación).

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	Km2 (aprox.)
Colinas periandinas occidentales	LADERAS	Coluvión antiguo	<1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado bajo	14
		Relieve colinado medio	11
		Relieve colinado alto	6
		Relieve ondulado	6
POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1	
Medio aluvial amazónico	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	26
		Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación)	35
		Valle en V	2
		Barranco	3
		Garganta	<1
		Encañonamiento	<1
		Cauces y meandros ocasionalmente funcionales	<1
		Terraza media	25
		Terraza alta	22
		Terraza colgada	<1
		Vertiente o abrupto de terraza	4
	Terrazas indiferenciadas	<1	
POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	1	

Fuente: CTN

En el Cuadro 3.4 se muestran las formaciones geológicas y depósitos superficiales con representación en el cantón, el símbolo utilizado, edad, descripción litológica característica y superficie aproximada que ocupan.

El referente de la información recogida en este cuadro es la cartografía geológica, a escalas 1:100.000 y 1:250.000, proporcionada por el INIGEMM al inicio de este Proyecto, en febrero de 2014. Los términos "formación geológica" y "depósito superficial" se utilizan en el sentido que se explica en el apartado 3 (Atributos geológicos: formación geológica y litología) del Anexo IV.

Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón.

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	Km ² (aprox.)
Depósitos de ladera	Q _{dl}	Cuaternario	Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas)	1
Depósitos de ladera (coluvial)	Q _{dl4}	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	50
Depósitos coluvio aluviales	Q _{dca}	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	8
Depósitos aluviales	Q _{da}	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	61
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q _{da5}	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	1
Depósitos aluviales (terrazas)	Q _{da8}	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	52
Depósitos volcánicos (laharíticos)	Q _{dv}	Cuaternario	Depósitos volcano-sedimentarios de granulometría y distribución variable (ceniza, lapilli y bloques de angulares a redondeados), con frecuentes fragmentos lávicos intercalados	5
Depósitos volcánicos (piroclastos)	Q _{dv3}	Cuaternario	Piroclastos, fragmentos líticos eruptivos	1
Volcánicos Reventador	Q _{VRv}	Cuaternario	Lavas basálticas, lahares y piroclastos	13
Formación Mera	Q _{Mr}	Cuaternario	Arcillas y areniscas tobáceas, con horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada	142
Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco	PQ _{VPS}	Cuaternario	Andesitas piroxénicas, basaltos, brechas volcánicas y lahares	104
Volcánicos del Sumaco	P _{Vsu}	Pleistoceno	Lavas basálticas, lahares y brechas volcánicas	18
Formación Mesa	PIP _{Ms}	Plioceno-Pleistoceno	Arcillas y areniscas volcanoclásticas, con conglomerados. Grandes bloques intercalados de granito y gneis	12
Formación Chambira	MioPI _{Ch}	Mioceno-Plioceno	Areniscas de grano medio a muy grueso con intercalaciones de lutitas; areniscas tobáceas y conglomerados interestratificados; conglomerados	12
Formación Chalcana	Mio _{Chl}	Mioceno	Capas rojas de lutitas abigarradas con yeso	12

Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón. (Continuación).

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	Km ² (aprox.)
Formación Tiyuyacu	Pal _{Ty}	Paleoceno	Conglomerado de cuarzo, lutita y chert en matriz areno-limosa; areniscas con intercalaciones de lutitas rojas, grises y verdes	32
Formación Tena	K _{Te}	Cretácico	Arcillas de margosas a arenosas de colores abigarrados, principalmente pardo rojizos y rojos en superficie	78
Formación Napo	K _{Np}	Cretácico	Areniscas y lutitas con calizas subordinadas; caliza gris fosilífera; lutitas oscuras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas	330
Formación Hollín	K _{Ho}	Cretácico	Areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con escasas intercalaciones de lutitas arenosas	72
Unidad Misahuallí	K _{Mh}	Cretácico	Lavas y piroclastos (basaltos y tobas), con areniscas, lutitas y conglomerados	15
Formación Chapiza	JK _{Ch}	Jurásico-Cretácico	Capas rojas delgadas de areniscas alternando con lutitas abigarradas, con intrusiones de pórfidos y diabasas; lavas y piroclastos abundantes hacia techo	61
Formación Cuyuja-Grupo Llanganates	J _{Cy}	Jurásico	Esquistos predominantes, con filitas, pizarras y cuarcitas	115
Grupo Cofanes	PC _C	Precámbrico	Ortogneises, migmatitas, gneises y anfibolitas cuarzo-feldespáticas	1
Rocas metamórficas	ME	Paleozoico	Rocas metamórficas indiferenciadas	19

Fuente: CTN, a partir de: cartografías geológicas oficiales 1: 100.000 y 1:250.000 del INIGEMM y organismos predecesores; Bristow y Hoffstetter, 1977; Duque, 2000.

(*) Nota: Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: Breve léxico estratigráfico del Ecuador (P. Duque, 2000), hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores, Mapa Geológico de la República del Ecuador a escala 1:1.000.000 (CODIGEM-BGS, 1993; DGGM-UK, 1982) y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros grupos litológicos que no tienen reconocimiento de formación, así como para ciertas formaciones geológicas, se ha acordado la adopción de códigos propios, siguiendo criterios análogos a los utilizados en dichos trabajos de referencia.

En los códigos la primera o primeras letras hacen referencia a la edad: Q= Cuaternario, P=Pleistoceno, PI=Plioceno, Mio=Mioceno, Oli=Oligoceno, Eo= Eoceno, Pal=Paleoceno, K=Cretácico, J=Jurásico, PC=Precámbrico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial (dl=depósitos de ladera; da= depósitos aluviales, dv=depósitos volcánicos, etc.) o al nombre de la "formación geológica" (Ch=Chapiza; Cy=Cuyuja, etc.). Los símbolos que inician su denominación con ME hacen referencia a rocas metamórficas que, en los insumos, carecían de asignación de edad, aunque por su posición y otras características han sido consideradas de forma genérica como pertenecientes al Paleozoico.

3.5. Descripción de geoformas

A continuación se describen las geoformas presentes en el cantón, de acuerdo a su génesis, señalando las diferencias existentes en cada una dependiendo de su contexto morfológico.

3.5.1. Fluvial

3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)

Los valles fluviales, llanura de inundación, se caracterizan por la presencia de depósitos aluviales transportados y depositados por los canales fluviales.

En el cantón la geoforma está ubicada a lo largo de la franja central (norte a sur), en los márgenes de los ríos Quijos, Sardinas Grande, Cauchillo y Salado, al oriente en el río Paushiyacu y Payamino.

Incluida dentro de dos contextos morfológicos, ambos presentan una pendiente entre muy suave a suave y forma de valle plano.



Foto 1. Valle fluvial, llanura de inundación. Vista general. Sector Brasil de Franco (Río Sardinas Grande). 07/12/2014.

3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2)

Se caracteriza por constituir franjas alrededor del canal o canales fluviales y presentar un alto contenido de cantos y bloques. Se encuentra presente a lo largo de los principales ríos del cantón, en la zona céntrica y norte el río Quijos, Salado y Machacuyacu; y en el oriente el río Paushiyacu. No es apta para el aprovechamiento agrícola.

Está incluido en el contexto morfológico *Medio Aluvial Amazónico*, presenta pendientes muy suaves (2 a 5%) y fondo de valle plano.



Foto 2 y 3. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación). Vista general (izquierda) y detalle del depósito aluvial (derecha). Sector Santa Rosa de Quijos (intersección entre Río Quijos y Río Oyacachi). 08/12/2014.

3.5.1.3. Valle en V (E1)

Está situada en la franja central del cantón, formados en los cursos altos de los Yaguana, Bombón y Quijos, y en la zona oriental en el río Payamino. Presentan una pendiente que va desde media (25 a 40%) hasta muy fuerte (40 a 70%).

Presente en cuatro contextos morfológicos: i) *Cordillera del Napo* desarrollado sobre la formación del mismo nombre; ii) *Medio Aluvial Amazónico*, se emplaza sobre las formaciones Napo y Hollín; iii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, sobre la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates; y iv) *Vestigios de edificios Volcánicos muy destruidos*, conformados por los volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco.

3.5.1.4. Barranco (E2)

La geoforma se encuentra repartida por toda la franja central del cantón. Son cursos de orden menor que desembocan en los ríos Salado y Quijos en la franja central y en los ríos Payamino y Paushiyacu en la zona oriental. Incluida en seis de los nueve contextos morfológicos del cantón, con pendientes fuertes (40 a 70%) y valles en V.



Foto 4. Barranco. Vista general. Sector Camp. San Rafael. 07/12/2014.

3.5.1.5. Garganta (E3)

Se caracteriza por presentar desniveles superiores a 15 metros, pendientes que van desde fuerte hasta escarpada (40 a 150%), se encuentran ubicadas cerca al río Salado en el centro, sobre el cauce del río Quijos al sur y en el oriente sobre el río Payamino.

Incluida dentro de tres contextos morfológicos, i) *Cordillera del Napo*, ii) *Medio aluvial amazónico* y iii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas con cobertura piroclástica*. Presentan formas de valle en U o en V, las vertientes de estas gargantas tienen una longitud moderadamente larga (50 a 250 m).

3.5.1.6. Encañonamiento (E4)

Son encajamientos fluviales con desniveles entre 50 a más de 300 metros y pendientes escarpadas (100 a 150%).

Incluida dentro de tres contextos morfológicos, i) *Construcciones de tipo estrato volcán y formas asociadas*, ii) *Cordillera del Napo* y iii) *Medio aluvial amazónico* con litología variada, y mayor presencia de areniscas y lutitas de las formaciones Hollín y Napo.

Está repartida en el extremo septentrional, oriental y en el centro del cantón, al norte en los ríos Añango desarrollado sobre la Formación Napo; al centro se presenta en un río que desemboca en el río Salado, este está desarrollado sobre la Formación Hollín. Por último en la zona oriental sobre el río Paushiyacu desarrollado sobre la Formación Mera.

3.5.1.7. Cauces y meandros ocasionalmente funcionales (C2)

La geoforma se encuentra ubicada al suroriente del cantón, formada por el antiguo cauce del río Bigal que recorre el límite con el cantón Loreto. Cuando no está cubierta de agua, suelen presentar suelos pantanosos, y en las crecidas del río se suelen volver a inundar.

Está incluido en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*, conformado por depósitos aluviales (arenas, limos, arcillas y conglomerados), con una pendiente muy suave y fondo valle plano.

3.5.1.8. Terraza media (Tm)

Se trata del primer nivel de terrazas que está por encima de los depósitos fluviales actuales. Está ubicada mayoritariamente junto al cauce del río Quijos en la franja central del cantón y en al suroriente junto a los cauces de los ríos Payamino y Bigal.

Incluida dentro del contexto morfológico *Medio Aluvial Amazónico*, con una pendiente entre muy suave y suave (2 a 12%) y compuesto por conglomerado, limo arenoso, y arcilla limosa.



Foto 5. Terraza media. Vista general. Sector Manuel Galindo. 07/12/2014.

3.5.1.9. Terraza alta (Ta)

Está ubicada en la franja central del cantón, desde el norte hasta el sur, junto al cauce del río Quijos y sobre la geoforma de terraza media, corresponde con el segundo nivel de terraza por encima del *valle fluvial, llanura de inundación*.

Incluida exclusivamente dentro del contexto morfológico *Medio Aluvial Amazónico*, con una pendiente entre muy suave a suave (2 a 12%).

3.5.1.10. Terraza colgada (Tc)

Las terrazas colgadas están ubicadas a lo largo de la zona céntrica del cantón, dentro del contexto morfológico *Medio aluvial Amazónico*, junto al cauce del río Quijos y en este caso están sobre las terrazas altas del cantón.

Presenta una pendiente suave (5 a 12%), su composición presenta conglomerado, limo arenoso, y arcilla limosa.

3.5.1.11. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)

Son los escarpes entre distintos niveles de terrazas o con el valle fluvial, están ubicados en la zona céntrica del cantón, junto al cauce del río Quijos al igual que las distintas geoformas de terrazas descritas anteriormente. En este caso están mayoritariamente relacionadas con las terrazas altas presentes en el cantón.

Se caracterizan por una pendiente que va desde fuerte hasta escarpada (40 a 150%) un desnivel relativo entre 5 y 100 metros, y vertientes desde cortas a muy largas con formas cóncavas, irregulares, mixtas y rectilíneas.

3.5.1.12. Terrazas indiferenciadas (Ti)

La geoforma se encuentra ubicada en la zona septentrional del cantón, está incluida dentro de dos contextos morfológicos: *Medio Aluvial Amazónico*, compuesto por depósitos aluviales cerca al margen del río Quijos y *Cordillera del Napo*, que presenta terrazas rocosas desarrolladas sobre la Formación Napo.

Se caracterizan por presentar una pendiente muy suave y suave.

3.5.1.13. Testigo de cono de esparcimiento (Cot)

Es una parte aislada o desgajada de un cono de esparcimiento, que se encuentra ubicada al suroriente del cantón, en el sector que está entre los cauces de los ríos Payamino y Tiquino.

Forma parte de dos contextos morfológicos: *Cordillera de Napo* y *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*. Ambos contextos morfológicos presentan una pendiente suave en la superficie del testigo y fuerte en las vertientes del mismo, con un desnivel relativo de entre 200 a 300 metros, vertientes muy largas y con forma irregular.

3.5.1.14. Superficie de cono de deyección (Cd1)

Se encuentra ubicada en la zona central del cantón, cerca a los cauces de los ríos Quijos, Salado y Murallas, están compuestos por limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.

Forma parte de los contextos morfológicos: *Cordillera del Napo* y *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos*. Presentan limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables, con una pendiente media (12 a 25%), un desnivel de entre 50 a 100 metros, vertientes que van desde larga a muy larga y con formas irregulares o rectilíneas.

3.5.2. Laderas

3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Es una ladera de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo ubicada a lo largo de la franja central del cantón, desde el norte hacia el sur.

Se encuentra dentro de tres contextos morfológicos: i) *Cordillera del Napo* emplazado sobre la formación del mismo nombre, ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, sobre la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates y iii) *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos*, compuesta por los volcánicos de Sumaco y Pan de Azúcar-Sumaco.

Todos estos contextos morfológicos, presentan pendiente media hasta fuerte, con un desnivel relativo de más de 300 metros y una vertiente que va desde larga hasta muy larga (250 a más de 500 metros).

3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

A diferencia de la geoforma anterior, en esta se aprecia una marcada disección en la totalidad o en gran parte de la geoforma, ubicada en la zona central, en el sector de Cascabel y en la zona meridional, en el sector de Linares, Santa Rosa de Quijos y junto a la cabecera cantonal de El Chaco.

Se encuentra incluida dentro de tres contextos morfológicos, i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; ii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; y iii) *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente*

identificables. Todos ellos presentan una pendiente fuerte, un desnivel relativo desde 200 a más de 300 metros y una vertiente que va desde larga a muy larga.

3.5.2.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)

Ubicada en la zona céntrica y sur del cantón, en el centro está cercana a la intersección entre los ríos Yaguana y Salado, y al sur en el sector del río Murallas.

La geoforma forma parte de tres contextos morfológicos: i) *Cordillera del Napo*, ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y iii) *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*. En general todos estos contextos morfológicos presentan una pendiente fuerte (40 a 70%), con un desnivel relativo de entre 100 a 300 metros y vertientes largas a muy largas de 250 a más de 500 m.

3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)

Son laderas con una pendiente entre muy fuerte y escarpada y un desnivel relativo de entre 100 a más de 300 metros, poseen una longitud entre larga y muy larga con formas variadas

Se encuentran en la franja central del cantón, desde la zona central hasta el sur de la misma.

Incluida dentro de cuatro contextos morfológicos, i) *Cordillera del Napo*, ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, iii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas* y iv) *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.



Foto 6. Vertiente abrupta. Vista general. Sector Bombón. 10/12/2014.

3.5.2.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)

A diferencia de la geoforma anterior en esta geoforma se aprecia una marcada disección y presenta una pendiente muy fuerte. Está presente en la zona sur del cantón, entre los sectores de Santa Rosa de Quijos y de la cabecera cantonal del cantón El Chaco.

Forma parte de dos contextos morfológicos: *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas* y *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos*. Estos contextos morfológicos presentan un desnivel relativo entre 100 a más de 300 metros y vertientes largas y muy largas, con formas convexas y rectilíneas.

3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1)

Son laderas de perfil mixto o irregular, ubicadas en la franja central del cantón, desde el centro en sí de esta hasta el sur de la misma. Forma parte de cuatro contextos morfológicos, i) *Cordillera del Napo*, ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, iii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y iii) *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*.

Las vertientes poseen una pendiente que va desde media hasta muy fuerte, con un desnivel relativo entre 100 a más de 300 metros y longitudes que van desde larga hasta muy larga.



Foto 7. Vertiente heterogénea. Vista general. Sector Tres Cruces. 08/12/2014.

3.5.2.7. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Está ubicada en la franja central del cantón, desde el centro hasta el sur del mismo. Es igual que la geoforma anterior, con la excepción que en esta geoforma se aprecia una marcada disección en la totalidad o en gran parte de la misma. Son vertientes muy largas con formas variadas y pendientes que van desde fuerte hasta muy fuerte.

Se encuentran incluidas dentro de los contextos morfológicos de los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, compuesto por las formaciones Cuyuja-Grupo Llanganates, Napo, y Rocas metamórficas indiferenciadas y los *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos*, formada por los Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco.

3.5.2.8. Coluvión antiguo (Col2)

Los coluviones de este tipo han sido mapeados en toda la superficie del cantón, con una presencia mayoritaria en el centro y sur del mismo. Presenta una pendiente media (12 a 25%), un desnivel relativo de entre 100 a más de 200 metros, vertientes desde moderadamente largas a muy largas, y con formas variadas.

La geoforma forma parte de seis contextos morfológicos. Compuestos por una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos que varían dependiendo de las rocas preexistentes y con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.



Foto 8. Coluvión antiguo. Vista general. Sector Peñas Blancas (Río Oyacachi).
07/12/2014.

3.5.2.9. Glacis de esparcimiento (Pd1)

Se encuentra ubicada en la zona céntrica del cantón, en el sector de Cascabel, incluida dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. Presenta una pendiente media (12 a 25%), con un desnivel relativo de entre 50 a 300 metros aproximadamente, con vertientes entre largas y muy largas con forma rectilínea.

3.5.2.10. Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4)

En la zona oriental del cantón, están presentes varios testigos de glacis de esparcimiento, influenciados por la acción del río Paushiyacu y una pequeña quebrada.

Está incluido dentro de dos contextos morfológicos: *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* y *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*. Posee vertientes que van desde corta hasta muy larga, con forma cóncava y una pendiente media.

3.5.3. Volcánico

3.5.3.1. Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares (Vci3)

Se encuentra incluida en el contexto morfológico de *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos*, desarrollado sobre los Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco, con una pendiente que va desde fuerte hasta muy fuerte (40 a 100%), un desnivel relativo de entre 100 a más de 300 metros y vertientes que van desde moderadamente larga hasta muy larga y forma mixta.

La geoforma se encuentra ubicada en la zona sur del cantón, en lo que es el extinto volcán Pan de Azúcar.

3.5.3.2. Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y sin retoque glacial (Vca3)

Se cartografió en la zona norte del cantón, en el sector donde se encuentra el volcán Reventador.

Incluida en el contexto morfológico de *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, desarrollada sobre lavas basálticas y piroclastos pertenecientes a los Volcánicos Reventador. Tiene una pendiente que va de media a fuerte hasta muy fuerte, un desnivel relativo de 100 a más de 300 metros y vertientes con longitudes que moderadamente largas hasta longitudes muy largas, con formas mixtas e irregulares.

3.5.3.3. Flujo de piroclastos (Vc9)

Se encuentra ubicada en la zona norte del cantón, producto de las erupciones del Volcán Reventador entre los cauces de los ríos Márquez y San Carlos. Forma parte del contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*. Presenta una pendiente media a fuerte hasta fuerte (25 a 70%), un desnivel relativo entre 100 a 300 metros y vertientes largas a muy largas con forma irregular.

3.5.3.4. Lahar (VcL)

Son una colada de detritos o de barro, ubicada en las zonas donde hubo o hay actividad volcánica, en el extinto Volcán Pan de Azúcar en el sur y en el activo Volcán Reventador al norte del cantón.

Esta incluida dentro de dos contextos morfológicos: *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas y Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*. Ambos compuestos por cenizas volcánicas con cantos y bloques, de marcada heterometría. Tienen una pendiente entre suave y media (5 a 25%) y valles planos.

3.5.3.5. Relieve volcánico colinado medio (Rv9)

Presenta, en su conjunto, un cierto grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 25 y 100 metros que han sido desarrollados sobre los Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco, se encuentra en la zona céntrica del cantón, en una pequeña superficie de aproximadamente seis hectáreas, en el sector de Tres Cruces.

Está incluida dentro del contexto morfológico de *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*, una pendiente fuerte de 40 a 70%, con vertientes moderadamente largas con forma mixta y cima redondeada.

3.5.3.6. Relieve volcánico colinado alto (Rv10)

Esta geoforma presenta desniveles máximos en su interior comprendidos entre 100 y 200 metros, ha sido desarrollada sobre andesitas piroxénicas, basaltos y brechas de los Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco. Se encuentra en la zona centro-sur del cantón, en el sector de Santa Rosa de Quijos y Bombón.

Esta incluida dentro de tres contextos morfológicos, *i) Cordillera del Napo, ii) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real) y iii) Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*. Todos con una pendiente muy fuerte (70 a 100%), con vertientes entre moderadamente largas y largas, con formas irregular, mixta y rectilínea; y cimas agudas y redondeadas.

3.5.3.7. Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11)

Presenta desniveles máximos en su interior entre 200 y 300 metros, desarrollada sobre los Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco. La geoforma se encuentra ubicada en la zona sur del cantón, en el sector de Sala Honda.

Forma parte del contexto morfológico *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*, con una pendiente fuerte, con vertientes muy largas, con forma mixta y cimas redondeadas.

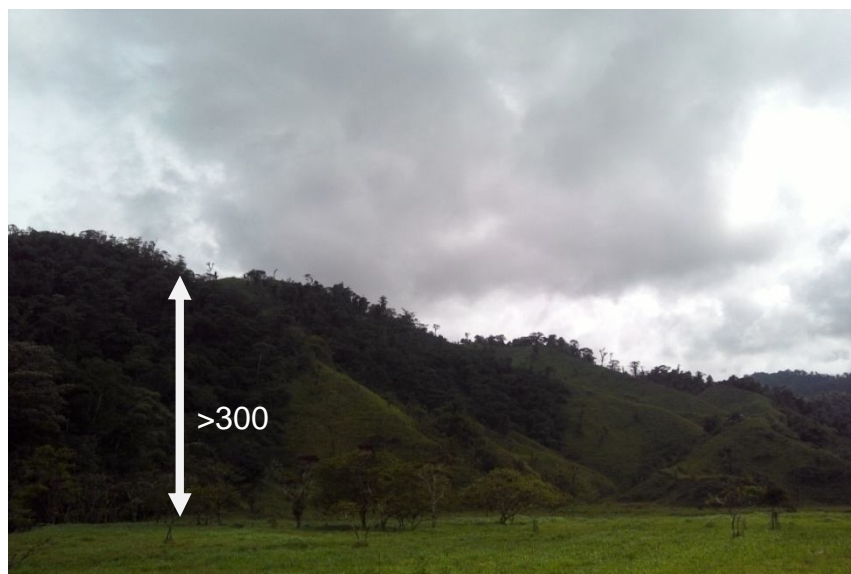


Foto 9. Relieve volcánico colinado muy alto. Vista general. Sector Sala Honda.
10/12/2014.

3.5.4. Estructural

3.5.4.1. Superficie de mesa o meseta (Eh1)

Es una superficie plana o ligeramente ondulada, elevada respecto al territorio circundante, desarrollado sobre rocas con estratificación horizontal, como las lutitas y areniscas de las formaciones Hollín y Tena. La geoforma se encuentra ubicada al norte, noreste y centro del cantón, en los sectores de Precooperativa Agrícola Trasandina en el norte, en el centro en el sector de Precooperativa Cordillera Oriental y al este se encuentra en el sector de Yanaurcu.

Esta incluida dentro de dos contextos morfológicos: *Cordillera del Napo* y *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*. Presenta una pendiente muy suave a suave (2 a 12%).

3.5.4.2. Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2)

Se encuentra ubicada a lo largo de la franja central del cantón, desde el centro hasta el norte de la misma. Las disecciones que presenta esta geoforma presentan desniveles relativos varios, que pueden ir desde 5 a 50 metros y con valles en V o en U.

Forma parte del contexto morfológico *Cordillera del Napo*, con pendientes que varían entre suave y media a fuerte debido al distinto grado de disección que presenta cada una de estas geoformas.

3.5.4.3. Cornisa de mesa o meseta (Eh3)

Ubicadas en la franja central del cantón, desde el centro hasta el norte de este, junto a las geoformas anteriores. Es un abrupto de una *superficie de mesa* o de una *superficie de mesa disectada*, que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de mesa*.

Incluida dentro de dos contextos morfológicos: *Cordillera del Napo y Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*. Las geoformas presentan una pendiente que va desde fuerte hasta escarpada, con un desnivel de entre 100 a más de 300 metros y vertientes rectilíneas con longitud variable desde moderadamente larga hasta muy larga.

3.5.4.4. Vertiente de mesa o meseta (Eh4)

Es una ladera sobre la que culmina una *superficie de mesa o meseta disectada o no*. La geoforma se encuentra ubicada en los sectores de Precooperativa Agrícola Trasandina en el norte, en el centro en el sector de Precooperativa Cordillera Oriental y al este se encuentra en el sector de Yanaurcu, ocupando gran parte de la superficie en la franja central del cantón.

Esta incluida dentro los mismos contextos morfológicos de la geoforma descrita anteriormente. Presenta una pendiente que va desde media hasta fuerte (12 a 70%), un desnivel relativo desde 100 a 300 metros, vertientes con formas irregulares, mixtas o rectilíneas y con longitudes desde moderadamente largas a muy largas.

3.5.4.5. Superficie de cuesta (Ei1)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona este del cantón a la derecha del río Payamino y Cachiyacu; también en el sector de Yanaurcu. Esta incluida dentro del contexto morfológico de *Cordillera del Napo*, con litología de las formaciones Napo, Tena y Tiyuyacu, una pendiente media (12 a 25%) y un desnivel relativo de entre 100 a 300 metros.

3.5.4.6. Superficie de cuesta disectada (Ei2)

Estas superficies forman parte del contexto morfológico *Cordillera del Napo*. Sus características son una pendiente media (12 a 25%), las disecciones que presenta esta geoforma tienen desniveles relativos que varían entre 15 a 50 metros, con valles en U o en V y cimas redondeadas o planas.

Se encuentra en la zona este del cantón, junto al cauce del río Paushiyacu.

3.5.4.7. Frente de cuesta (Ei3)

Es el abrupto de una *superficie de cuesta* o de una *superficie de cuesta disectada*, ubicada en la zona este del cantón, a la derecha del río Payamino y Cachiyacu, y también en el sector de Yanaurcu.

Esta dentro del contexto morfológico de *Cordillera del Napo*, con litología de la Unidad Misahuallí y las formaciones Hollín, Tena, Mera y Napo. Tienen una pendiente fuerte hasta muy fuerte (40 a 100%), con un desnivel relativo entre 100 a más de 300 metros.

3.5.4.8. Vertiente de cuesta (Ei4)

Son laderas sobre las que culmina una *superficie de cuesta*. Ubicada en la zona norte, este y centro del cantón, en el centro en el sector de Tres Cruces, en el norte en el sector de la Precooperativa Agrícola Trasandina y al este en el sector de Yanaurcu y del río Paushiyacu.

Incluida dentro del contexto morfológico de *Cordillera del Napo*, con una pendiente media, hasta muy fuerte (12 a 100%), con un desnivel relativo entre 100 y más de 300 metros, y vertientes largas hasta muy largas con formas irregulares y rectilíneas.

3.5.4.9. Relieves escalonados en capas inclinadas (Ei8)

La geoforma se encuentra ubicada en la zona céntrica del cantón, en los sectores de Tres Cruces y Las Palmas. Está dentro del contexto morfológico de *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, con una pendiente media a fuerte, hasta fuerte, un desnivel relativo de entre 100 y 200 metros, vertientes largas con forma irregular. En el caso de esta geoforma pudo haber sido una barra estructural que debido a la erosión adquirió esta forma.



Foto 10. Relieves escalonados en capas inclinadas. Vista general. Sector Peñas Blancas. 08/12/2014.

3.5.4.10. Restos de superficie estructural (Esr)

La geoforma se encuentra a lo largo de toda la zona norte y noreste dentro de la superficie cartografiada del cantón.

Está incluido dentro del contexto morfológico de *Cordillera del Napo*. Caracterizada por una pendiente que va desde muy suave hasta fuerte; un desnivel relativo de entre 50 a más de 300 metros, vertientes con longitudes desde moderadamente largas, hasta muy largas y con formas irregulares o rectilíneas.

3.5.5. Tectónico-erosivo

3.5.5.1. Relieve ondulado (Rt1)

El desnivel interno de este relieve es inferior a 5 metros, por lo que da lugar a formas muy suaves. Ubicada en extremo este de la superficie cartografiada, junto al límite con el cantón Orellana.

Está dentro del contexto morfológico *Colinas periandinas occidentales*, con litología de las formaciones Chambira y Mera, una pendiente entre muy suave a suave (2 a 12%), con vertientes cortas, formas convexas e irregulares y cimas redondeadas.

3.5.5.2. Relieve colinado muy bajo (Rt2)

A diferencia de la geoforma anterior, esta presenta un desnivel máximos en su interior comprendidos entre 5 y 15 metros. Ubicada en la zona este del cantón.

Forma parte del contexto morfológico de *Cordillera del Napo*, compuesto por las formaciones Tiyuyacu y Chalcana. Se caracteriza por presentar una pendiente entre suave y media, con vertientes cortas que tienen formas variadas.

3.5.5.3. Relieve colinado bajo (Rt3)

Tiene desniveles comprendidos entre 15 y 25 metros. Ubicada en el extremo este del cantón, junto al límite con el cantón Orellana.

Incluido dentro de los contextos morfológicos *Cordillera del Napo* y *Colinas periandinas occidentales*. Ambos contextos morfológicos presentan una pendiente entre suave y media, con vertientes cortas a moderadamente largas que tienen formas variables.

3.5.5.4. Relieve colinado medio (Rt4)

Ubicado en el extremo este del cantón, cerca del límite con el cantón Orellana. Posee desniveles máximos en su interior comprendidos entre 25 y 100 metros.

Incluido dentro de tres contextos morfológicos que son: *i) Colinas periandinas occidentales*, *ii) Cordillera del Napo* y *iii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. Todos estos presentan una pendiente que va desde media a fuerte (12 a 70%), vertientes moderadamente largas con formas variadas y cimas agudas o redondeadas.

3.5.5.5. Relieve colinado alto (Rt5)

Es distinta a las geoformas anteriores debido a que los desniveles máximos en su interior están comprendidos entre 100 y 200 metros.

Presente dentro de dos contextos morfológicos que son: *Cordillera del Napo* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. Presentan una pendiente fuerte, con vertientes muy largas y forma irregular o mixta, con cimas agudas y redondeadas.

3.5.5.6. Relieve colinado muy alto (Rt6)

Está ubicada en la zona central y norte del cantón, en los sectores de Las Palmas en el centro, y cerca al cauce del río Quijos que bordea todo el límite norte del cantón. Se diferencia de las geoformas anteriores por presentar desniveles entre 200 y 300 metros.

Está incluido dentro de tres contextos morfológicos i) *Cordillera del Napo*, ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y iii) *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*.

Todos estos contextos morfológicos presentan una pendiente que va desde fuerte, hasta muy fuerte (40 a 100%), con longitudes de vertiente entre largas a muy largas, con formas irregulares o mixtas y cimas redondeadas o agudas.

3.5.5.7. Relieve montañoso (Rt7)

El desnivel relativo en esta geoforma es de más de 300 metros, lo que lo diferencia de las anteriores. Se encuentra ubicada en las zonas céntrica y sur del cantón, en la intersección de los ríos Quijos y Salado en la zona céntrica y en el sector de Santa Rosa de Quijos en el sur.

Está incluido en tres contextos morfológicos: i) *Cordillera del Napo*, ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y iii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. Se caracteriza por tener pendientes desde fuerte a escarpada, vertientes muy largas (más de 500 m), con formas irregulares, mixtas o rectilíneas y cimas redondeadas o agudas.



Foto 11. Relieve montañoso. Vista general. Sector Manuel Galindo. 07/12/2014.

3.5.6. Poligénicas

3.5.6.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Fue cartografiada en una pequeña superficie en la zona Sur del cantón, hacia el este del núcleo urbano de El Chaco, influenciada por río Oyacachi. Está incluida dentro del contexto morfológico de *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y presenta una pendiente media a fuerte y forma de valle en V. Con litología de limo-arcillas, arenas, gravas y bloques.

3.5.6.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Se encuentra a lo largo de toda la superficie cartografiada del cantón, con una presencia mayoritaria en la zona sureste del mismo, influenciadas directamente por los ríos Payamino y Tiquino.

Posee características similares a la anterior geoforma, se la considera antigua debido a que presentan un cierto grado de disección y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada. Está incluida en todos los contextos morfológicos presentes en el cantón, con excepción del *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y *Piedemontes distales*.

Todos los contextos morfológicos en los que se encuentran, presentan una pendiente media y valles con forma en U.

3.5.6.3. Superficie horizontal (Sh2)

Íntegramente incluida dentro del contexto morfológico *Cordillera del Napo*, desarrolladas sobre la litología de las formaciones Chapiza, Tena y los Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco.

Está ubicada en pequeñas superficies en los sectores de Manuel Galindo al norte, cerca al cauce del río Añango en la zona céntrica, y en el este se encuentra ubicada entre los cauces de los ríos Payamino y Paushiyacu.

3.5.6.4. Superficie horizontal disectada (Sh3)

A diferencia de la geoforma anterior en esta se aprecia un grado de incisión moderada o fuerte en la escorrentía superficial. Ubicada en la zona sur del cantón, en el sector de Brasil de Franco, al este del río Quijos.

Incluida dentro de los contextos morfológicos: *Cordillera del Napo* y *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, presentan una pendiente media (12 a 25%) y forma de valle en V.

3.5.6.5. Abrupto de superficie horizontal (Sh4)

La geoforma fue cartografiada junto a la geoforma de Superficie Horizontal, en el sector de Manuel Galindo y Río Añango respectivamente y en el sur junto a la geoforma de Superficie Horizontal Disectada en el sector de Brasil de Franco.

Está incluido dentro del contexto morfológico de *Cordillera del Napo*, al igual que la Superficie Horizontal, con la diferencia que posee una pendiente desde media a fuerte hasta fuerte, un desnivel relativo desde 50 a 200 metros y vertientes moderadamente largas a largas; y en el contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, como la geoforma de Superficie Horizontal Disectada y con una pendiente desde fuerte hasta muy fuerte (40 a 100%), con un desnivel relativo entre 100 a más de 300 metros y vertientes largas a muy largas.

3.5.6.6. Superficie inclinada (Si2)

Se encuentra en pequeñas superficies menores a un kilómetro cuadrado, por toda la superficie cartografiada del cantón. Incluida dentro de cuatro contextos morfológicos, i) *Cordillera del Napo*, ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, iii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y iv) *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*.

Todos los contextos morfológicos en los que se encuentra presentan una pendiente media (12 a 25%), con un desnivel relativo que varía de entre 25 a 100 metros, con vertientes largas con formas cóncavas, irregulares y rectilíneas.

3.5.6.7. Superficie inclinada disectada (Si3)

A diferencia de la geoforma anterior, en esta se presenta un mayor grado de disección. Se encuentra ubicada en la zona sur del cantón, entre el sector de Linares y el cauce del río Bombón.

Está presente en el contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, también una pendiente media de entre 12 a 25% y el desnivel relativo aproximado que hay en sus disecciones varía entre 15 a 25 metros.

3.5.6.8. Abrupto de superficie inclinada (Si4)

Se encuentra ligado tanto a las superficies inclinadas y a las superficies inclinadas disectadas, en el norte y en el sur del cantón respectivamente.

Incluida en los contextos morfológicos i) *Cordillera del Napo*, ii) los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas* y iii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas*, caracterizadas por presentar pendientes mayores a las geoformas anteriores, en este caso desde media a fuerte hasta muy fuerte (25 a 100%), con vertientes largas con formas rectilíneas.

3.5.6.9. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

La geoforma se encuentra ocupando pequeñas superficies, a lo largo de toda la franja central del cantón, además de incluirse dentro de cuatro contextos morfológicos.

El contexto morfológico i) *Cordillera del Napo*, ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, iii) *Vertientes homogéneas sobre granito y granodiorita, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y iv) *Vestigios de edificios Volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*. Todos estos contextos morfológicos presentan una pendiente fuerte, a excepción del contexto morfológico de *Cordillera del Napo* que presenta una pendiente media.

3.5.6.10. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Está ubicada en la franja céntrica del cantón, desde la zona central hasta el sur de esta, ocupando pequeñas superficies de la misma. Forma parte de los contextos morfológicos *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Vestigios de edificios Volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*, ambos contextos morfológicos presentan una pendiente fuerte (40 a 70%).

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El cantón El Chaco cuenta con una superficie total de 3.501 km², de los que 1.231 km² forman parte de la zona de estudio del proyecto. Está situado principalmente en la Región Sierra y Amazonía. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 300 metros hasta un máximo de 2.600 metros.

En el cantón El Chaco se pueden diferenciar cinco Dominios Fisiográficos, los dos primeros enmarcados en la Región Sierra y el resto en la Región Amazonía.

1. **Sistema Volcánico.** Este dominio fisiográfico es el más pequeño del cantón, ubicado en los extremos norte y sur del cantón, cubriendo pequeñas superficies que juntas llegan a un aproximado de 109 Km², influenciado directamente por el extinto Volcán Pan de Azúcar en el sur y el activo Volcán Reventador en el norte. Dentro de la zona cartografiada, este dominio fisiográfico presenta dos contextos morfológicos, el de *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y el de *Vestigios de edificios Volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*, el primero ligado a la actividad volcánica reciente del volcán Reventador, y el segundo al extinto volcán Pan de Azúcar.

Se han podido identificar varias geoformas típicas de este dominio fisiográfico, como lo son, la de Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y sin retoque glaciario, y la de Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares, ambos ligados a los volcanes presentes en la zona de estudio, adicionalmente tenemos los relieves Volcánicos de distintos tipos. El resto de geoformas presentes son accesorias y demuestran la variedad de paisajes que se pueden formar debido a la actividad volcánica.

2. **Vertientes Externas de la Cordillera Real.** Este dominio fisiográfico, es el segundo más extenso dentro de la zona cartografiada en el cantón, con una superficie aproximada de 239 Km², dentro de la zona de estudio. Incluye dos contextos morfológicos: *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Están presentes mayoritariamente las geoformas con génesis de Laderas, especialmente las Vertientes Heterogéneas con y sin disección. Los relieves colinados típicos de la génesis Tectónica-Erosiva también ocupan una superficie significativa dentro del dominio, de aproximadamente unos 34 Km², seguidos por geoformas Poligénicas, como lo son los coluvies aluviales antiguos y recientes, superficies tanto inclinadas y horizontales, algunas presentan disección y otras no, como fluviales tenemos a los barrancos, debido a la influencia de ríos y quebradas presentes en la zona.

3. **Zona Subandina.** Es el dominio fisiográfico que cubre una mayor superficie dentro del cantón, con alrededor de 645 Km², equivalente al 52% de la superficie cartografiada. Ubicado a lo largo de la zona norte, hasta el este del cantón y desarrollado mayoritariamente sobre las lutitas, calizas y areniscas de la Formación Napo e incluye un único contexto morfológico que es el de *Cordillera del Napo*.

Tiene su origen en cinco grupos genéticos, siendo el más representativo el Estructural con una superficie de 533 Km² y representado principalmente por

las superficies de mesa o meseta disectadas o no, sin dejar de lado a las vertientes originadas por estas. En la génesis Tectónica-Erosiva, que es la segunda más amplia en el dominio, están como más representativos los relieves montañosos y los relieves colinados muy bajos. El modelado de laderas, que está representado por distintos tipos de vertientes. Los encañonamientos, son los más representativos dentro del modelado fluvial. Los modelados poligénicos, formados principalmente por superficies horizontales e inclinadas, ocupan una superficie muy pequeña dentro del cantón, cercana a los 16 Km² y el modelado volcánico es muy poco representativo.

4. **Amazonía Periandina.** El dominio cubre una superficie en la zona de estudio aproximada de 120 Km², equivalente al 10% de la superficie cartografiada del mismo. Se encuentra ubicada en el extremo este del cantón, junto al límite con el cantón Orellana en el cual continúa. Está representado por parte de los grandes conos de esparcimiento que conforman el piedemonte amazónico. En el cantón, este dominio está representado por tres Contextos Morfológicos.

Los *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*, ocupan una mayor superficie dentro del dominio con 76 Km² aproximadamente, representadas mayoritariamente por testigos de cono de esparcimiento de origen fluvial y conformado mayoritariamente por arcillas y areniscas de la Formación Mera. En el contexto morfológico de *Colinas periandinas occidentales*, con una extensión de alrededor de 36 Km², y que el modelado tectónico-erosivo abarca prácticamente todas las formas de relieve, representadas por los distintos tipos de relieves colinados y el relieve ondulado. Y el contexto morfológico de *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*, el modelado fluvial es el único presente con un testigo de glacis de esparcimiento.

5. **Medio Aluvial Amazónico.** Ocupa cerca de un 10% del territorio objeto de estudio, asociado a la dinámica actual y pasada de los ríos Quijos, Salado, Oyacachi, Cacapishco, en toda la franja central y el límite norte del cantón, y en el extremo este ha sido modelado por los ríos Paushiyacu, Punino, Shapano, y Payamino. Un único contexto morfológico del mismo nombre, ya que este dominio fisiográfico no presenta ninguna otra subdivisión. Las geoformas más características, de génesis fluvial, se corresponden con aquellas que representan antiguos niveles de sedimentación fluvial (terrazas, de diferentes tipos) o sedimentación actual (valles fluviales-llanuras de inundación). Complementariamente, se integran en este contexto geoformas Poligénicas (coluviales, recientes y antiguos) que conectan con el sistema fluvial actual.

El cantón El Chaco, está dentro de las regiones Sierra y Amazonía. Debido a esto es una zona de transición desde las Vertientes de la Cordillera Real, hasta la Amazonía Periandina, esto se nota claramente en el cambio de altitud presente, que varía desde los 2400 msnm en el punto más alto del dominio de Vertientes Exteriores de la Cordillera Real en el occidente del cantón, hasta el punto más bajo de la Amazonía Periandina que se encuentra a 200 msnm al oriente del mismo.

Cabe señalar que en el cantón El Chaco, existe la presencia de dos volcanes. El volcán Reventador que está activo según los datos del Instituto Geofísico del Ecuador, dando origen a un cono muy bien conservado con actividad volcánica y sin retoque glaciar y otro volcán que se encuentra extinto, el Pan de Azúcar, dando origen a un cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares. Ambos forman el

dominio fisiográfico de Sistema Volcánico. La ceniza producto de estos dos volcanes, ha cubierto prácticamente todos los contextos morfológicos del cantón. Cuanto más al oriente menor la cobertura de ceniza volcánica.

Dentro de *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*, existe la presencia de un testigo de los grandes conos de esparcimiento de la Amazonía. Ubicado en el extremo oriental del cantón y compuestos de materiales de la Formación Mera que normalmente se encuentra alterada, estos testigos son producto de procesos erosivos en la zona.

La Amazonía Periandina, presenta una pequeña superficie aislada en la zona céntrica del cantón, que pertenece a *Piedemontes próximos con cobertura piroclástica*. Esta posiblemente quedó aislada de un antiguo bloque de piedemonte más amplio, que fue erosionado y por la actividad que presentó el volcán Pan de Azúcar.

V. REFERENCIAS

5.1. Referencias generales

Clapperton, C.M., 1993. Quaternary Geology and Geomorphology of South America. *Elsevier*. Ámsterdam, 779 p.

Colombo, F., y Martí, J., 1992. Depósitos volcano-sedimentarios. En: Sedimentología, colección Nuevas tendencias. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)*. Madrid, 271-345.

CLIRSEN, 1998. Estudio geomorfológico del cantón Guayaquil. *Informe no publicado*. Quito, 34 p.

CLIRSEN, 2012. Proyecto: "Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional, escala 1:25.000". Geomorfología. Metodología (versión 2012). *Informe no publicado*. Quito, 36 p.

Coltorti, M., y Ollier, C.D., 2000. Geomorphic and tectonic evolution of the Ecuadorian Andes. *Geomorphology*, 32, 1-19.

Gutiérrez, M., 2008. Geomorfología. *Pearson Educación, S.A.* Madrid, 898 p.

IEE, 2013. Base conceptual de la cartografía geomorfológica y de amenaza por tipo de movimiento en masa. *Informe no publicado*. Quito, 114 p.

Iriondo, M.H., 2012. Cuaternario de Ecuador, Perú y Chile. *Museo Provincial de Ciencias Naturales*. Santa Fe, 416 p.

Leopold, L. B., 1994. A View of the River. *Harvard University Press*. Cambridge, Massachusetts, 298 p.

Ministerio de Medio Ambiente, 2006. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. *Serie Monografías, Centro de Publicaciones de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Medio Ambiente*. Madrid, 917 p.

Reading, A. J., Thompson, R. D., y Millington, A.C., 1995. Humid Tropical Environments. *Blacwell*. Oxford, 429 p.

Rossiter, D., 2000. Metodologías para el levantamiento del recurso suelo: texto base. (trad. R. Vargas 2004). *ITC, Soil Science Division*. Netherlands, s.p.

Strahler, A. N., 1979. Geografía Física. *Ediciones Omega* (4ª edición). Barcelona, 767 p.

Van Zuidam, R.A., 1985. Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping. *Printed Smith Publishers*. Netherlands, 442 p.

Vera, R., 2013. Geology of Ecuador. *Gráficas Iberia*. Quito, 150 p.

Zinck, J.A., 2012. Geopedología. *ITC*. Enschede, Netherlands, 123 p.

5.2. Bibliografía citada

Bristow, C.R., y Hoffstetter, R., 1977. Lexique Stratigraphique International, vol. V. Amérique Latine, Fasc. 5 a 2: Ecuador. *Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)*. París, 410 p.

CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1993. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *CODIGEM*. Quito.

CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1994. Geological and metal occurrence maps of the Cordillera Real Metamorphic Belt, Ecuador, esc. 1:500.000. (Publicado en 2 hojas). *CODIGEM-BGS*. Quito.

DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Baeza (Hoja 100), esc. 1:100.000. *DGGM-INEMIN*. Quito.

DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1987. Mapa Geológico de la Provincia de Napo, esc. 1:250.000. *DGGM-INEMIN*. Quito.

DGGM-BGS (Dirección General de Geología y Minas; British Geological Survey), 1982. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *DGGM*. Quito.

Duque, P., 2000. Léxico Estratigráfico del Ecuador. *CODIGEM*. Quito, 102 p.

INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), 1989. Hoja Geológica: Reventador (Hoja 99), esc. 1:100.000. *INEMIN*. Quito.


Rossiter, D., 2000. Metodologías para el levantamiento del recurso suelo: texto base. (trad. R. Vargas 2004). ITC, Soil Science Division. Netherlands, s.p.

Winckell, A. (coordinador), 1997. Los paisajes naturales del Ecuador: las regiones y paisajes del Ecuador. CEDIG, IPGH, ORSTOM, IGM. 416 p. + mapa esc. 1:1.000.000.

Zinck, J.A., 2012. Geopedología. *ITC*. Enschede, Netherlands, 123 p.

ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

Tracasa Ecuador. Formulario de Ficha


LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ESCALA 1:25.000
Ficha General de Información de Campo - Geomorfología

1. Datos Generales

Identificación

Código Ficha Fecha descripción

Código Salida Código Responsable Número Ficha

Coordenadas

Longitud:

Latitud:

Altitud:

Ubicación

PROVINCIA

CANTON

PARROQUIA

2. Descripción

Contexto Morfológico

Geoforma Pendiente

Forma Cima Desnivel Relativo

Forma Vertiente Longitud Vertiente

Forma Valle Formación

Litología

Descripción Litología

A. Fotos Descripción Geoforma

3. Macizo Rocososo

Macizo Rocososo 1

Estructura Macizo Rocososo <input type="text"/>	Humedad <input type="text"/>	Número Muestras <input type="text"/>	Categorización Roca
Grado Fracturación <input type="text"/>	Tipo Discontinuidad <input type="text"/>	Buzamiento <input type="text"/>	Clasificación <input type="text"/>
Grado Meteorización <input type="text"/>	Espacio entre Discontinuidades <input type="text"/>	Azimuth <input type="text"/>	Tipo <input type="text"/>
Grado Compactación <input type="text"/>	Abertura entre Discontinuidades <input type="text"/>	Profundidad <input type="text"/>	Textura <input type="text"/>
Afloramiento Agua <input type="text"/>	Material Relleno <input type="text"/>		

Macizo Rocososo 2

Estructura Macizo Rocososo <input type="text"/>	Humedad <input type="text"/>	Número Muestras <input type="text"/>	Categorización Roca
Grado Fracturación <input type="text"/>	Tipo Discontinuidad <input type="text"/>	Buzamiento <input type="text"/>	Clasificación <input type="text"/>
Grado Meteorización <input type="text"/>	Espacio entre Discontinuidades <input type="text"/>	Azimuth <input type="text"/>	Tipo <input type="text"/>
Grado Compactación <input type="text"/>	Abertura entre Discontinuidades <input type="text"/>	Profundidad <input type="text"/>	Textura <input type="text"/>
Afloramiento Agua <input type="text"/>	Material Relleno <input type="text"/>		

Macizo Rocososo 3

Estructura Macizo Rocososo <input type="text"/>	Humedad <input type="text"/>	Número Muestras <input type="text"/>	Categorización Roca
Grado Fracturación <input type="text"/>	Tipo Discontinuidad <input type="text"/>	Buzamiento <input type="text"/>	Clasificación <input type="text"/>
Grado Meteorización <input type="text"/>	Espacio entre Discontinuidades <input type="text"/>	Azimuth <input type="text"/>	Tipo <input type="text"/>
Grado Compactación <input type="text"/>	Abertura entre Discontinuidades <input type="text"/>	Profundidad <input type="text"/>	Textura <input type="text"/>
Afloramiento Agua <input type="text"/>	Material Relleno <input type="text"/>		

A. Fotos Macizo Rocososo

MR1	MR2	MR3
-----	-----	-----

B. Otros Aspectos Macizo rocoso

4. Depósitos Superficiales

Tipo Depósito Superficial

Composicion Deposito Superficiales	Porcentaje
<input type="text"/>	<input type="text"/>

A. Fotos Depósitos superficiales

DS1	DS2	DS3
-----	-----	-----

B. Otros Aspectos Depósito superficial

#. Observaciones Generales

Sincroniza con Geoforma
 Guardar

ANEXO II. CÓDIGOS DE FICHAS DE CAMPO LEVANTADAS EN EL CANTÓN

CGg-OIII_A2-57-0048	CGg-OIII_A3-57-0061	CGg-OIII_A4-57-0080
CGg-OIII_A2-57-0049	CGg-OIII_A3-57-0063	CGg-OIII_A4-57-0103
CGg-OIII_A2-57-0050	CGg-OIII_A3-57-0065	CGg-OIII_B1-57-0021
CGg-OIII_A2-57-0082	CGg-OIII_A3-57-0066	CGg-OIII_B1-57-0025
CGg-OIII_A2-57-0083	CGg-OIII_A3-57-0068	CGg-OIII_B1-57-0026
CGg-OIII_A2-57-0084	CGg-OIII_A3-57-0071	CGg-OIII_B1-57-0031
CGg-OIII_A2-57-0085	CGg-OIII_A3-57-0072	CGg-OIII_B1-57-0150
CGg-OIII_A2-57-0086	CGg-OIII_A3-57-0106	CGg-OIII_B1-57-0179
CGg-OIII_A3-57-0024	CGg-OIII_A4-57-0042	CGg-OIII_B1-57-0181
CGg-OIII_A3-57-0025	CGg-OIII_A4-57-0043	CGg-OIII_B1-57-0182
CGg-OIII_A3-57-0026	CGg-OIII_A4-57-0044	CGg-OIII_B1-57-0185
CGg-OIII_A3-57-0028	CGg-OIII_A4-57-0045	CGg-OIII_B1-57-0186
CGg-OIII_A3-57-0030	CGg-OIII_A4-57-0047	CGg-OIII_B1-57-0187
CGg-OIII_A3-57-0031	CGg-OIII_A4-57-0073	CGg-OIII_C1-57-0019
CGg-OIII_A3-57-0032	CGg-OIII_A4-57-0074	CGg-OIII_C1-57-0021
CGg-OIII_A3-57-0034	CGg-OIII_A4-57-0075	CGg-OIII_C1-57-0022
CGg-OIII_A3-57-0036	CGg-OIII_A4-57-0076	CGg-OIII_C1-57-0095
CGg-OIII_A3-57-0039	CGg-OIII_A4-57-0078	CGg-OIII_C1-57-0096
CGg-OIII_A3-57-0059	CGg-OIII_A4-57-0079	CGg-OIII_C1-57-0098
CGg-OIII_A3-57-0060		

ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS

El presente glosario recoge, en orden alfabético, la definición de cada una de las Geoformas del Catálogo de Cartografía Geomorfológica a escala 1:25.000, realizada dentro del Proyecto de Cartografía Temática del Ecuador.

La denominación y definición de cada una de las Geoformas ha seguido, a grandes rasgos, la nomenclatura y base conceptual definida por el Instituto Espacial Ecuatoriano, IEE (exCLIRSEN), del que este Proyecto es continuación, con algunas modificaciones específicas llevadas a cabo en este trabajo.

Asimismo, se incluyen diversos términos no contemplados en el catálogo de dicho organismo, cuya nomenclatura y definición se ajustan a las establecidas en la bibliografía geomorfológica de uso más extendido y aceptado o, en su defecto, al sentido con que han sido utilizadas en el presente Proyecto. Se ha tenido especialmente en cuenta, para la definición y comentarios de algunos términos de nueva incorporación, la publicación “Los paisajes naturales del Ecuador: las regiones y paisajes del Ecuador” (Winckell, A., 1997).

Nota: Las expresiones que aparecen *en cursiva* dentro de una definición hacen referencia a otra Geoforma recogida en el Glosario.

-A-

ABRUPTO DE COLADA DE LAVA: Vertiente frontal de una *colada de lava antigua* o de una *colada de lava muy reciente*, con pendiente sensiblemente superior al resto del cuerpo lávico.

ABRUPTO DE CONO DE DEYECCIÓN: Escarpe o escalón que limita con una *superficie de cono de deyección* y que forma parte del mismo cuerpo sedimentario.

ABRUPTO DE CONO DE DEYECCIÓN DISECTADO: Escarpe o escalón que limita con una *superficie de cono de deyección disectado* y que forma parte del mismo cuerpo sedimentario.

ABRUPTO DE CONO DE ESPARCIMIENTO: Escarpe o escalón que limita con la superficie de cualquier tipo de cono de esparcimiento (ver *superficie de cono de esparcimiento*, *superficie de cono de esparcimiento disectado*, *superficie de cono de esparcimiento muy disectado*) y que forma parte del mismo cuerpo sedimentario.

ABRUPTO DE SUPERFICIE ALTA: Escarpe o escalón que limita con una *superficie alta* o con una *superficie alta disectada*, presentando una inclinación sensiblemente superior a la de ésta.

ABRUPTO DE SUPERFICIE HORIZONTAL: Escarpe o escalón que limita con una *superficie horizontal* o con una *superficie horizontal disectada*, presentando una inclinación sensiblemente superior a la de ésta.

ABRUPTO DE SUPERFICIE INCLINADA: Escarpe o escalón que limita con una *superficie inclinada* o con una *superficie inclinada disectada*, presentando una inclinación sensiblemente superior a la de ésta.

ACANTILADO: Ladera junto a la línea de costa, de pendiente muy elevada y desnivel usualmente mayor a 15 metros.

ACANTILADO ROCOSOS EN DESPLOME: Ladera de pendiente muy pronunciada, que incluye partes de la misma en voladizo o salientes respecto a la vertical.

ACUMULACIONES PIROCLÁSTICAS CON BANCOS Y/O LÓBULOS DE GELIFLUXIÓN: Geoforma constituida por depósitos piroclásticos, sometidos a un flujo lento de la capa superior del suelo, empapada en agua en la época de deshielo. Se produce en ambientes periglaciares.

AFLORAMIENTOS ROCOSOS: Rocas aflorantes en superficie, con escasa o nula presencia de suelo, que no presentan rasgos morfológicos específicos. Para medios morfoclimáticos fríos, de características periglaciares, se utiliza el término *afloramientos rocosos en ambiente periglaciario*.

AFLORAMIENTOS ROCOSOS EN AMBIENTE PERIGLACIARIO: Rocas en superficie, con escasa o nula presencia de suelo, que no presentan rasgos morfológicos específicos. Se utiliza esta denominación cuando aparecen en zonas de ambiente periglaciario que, no obstante, han podido estar sometidas anteriormente a modelado glaciar.

APLANAMIENTO KÁRSTICO: Superficie aplanada, producto de la disolución de rocas carbonatadas. A veces sobresalen de su interior, o la rodean, relieves residuales kársticos.

ÁREAS ENDORREICAS EN LLANURAS ALUVIALES Y TERRAZAS: Depresiones en llanuras aluviales (*valle fluvial, llanura de inundación*) o en terrazas fluviales (*terrazza media, terraza alta, terraza colgada, terrazas escalonadas, terrazas indiferenciadas*) en las que el agua se acumula de forma estacional o permanente. Incluyen toda el área de la cubeta o depresión, es decir, toda la superficie deprimida a partir de la cual el agua discurre hacia el interior de la Geofoma delimitada.

-B-

BADLANDS: Áreas que presentan un modelado con intensa disección en surcos erosivos, cárcavas y barrancos, con frecuente agrietamiento en superficie. Están desprovistas de suelo productivo y, preferentemente, se desarrollan en materiales arcillosos y margosos bajo climas áridos y semiáridos.

BARJANES: Dunas con forma de media luna en planta, cuyos cuernos apuntan en el sentido de la procedencia del viento dominante.

BARRA O CRESTA ESTRUCTURAL: Relieve estructural proporcionado por capas muy inclinadas, próximas a la vertical, con las que la superficie del terreno es coincidente.

BARRANCO: En este Proyecto, se considera bajo esta denominación a un curso de orden menor, situado habitualmente en cabeceras fluviales, con fuertes pendientes transversales al eje de drenaje; representa una forma de incisión fluvial, que no contiene sedimentos cubriendo de forma generalizada su lecho y márgenes.

BASÍN: Depresión endorreica, con acumulación de agua permanente o estacional, situada en la Llanura Aluvial reciente de la Región Costa.

BLOQUES ERRÁTICOS GLACIARES: Bloques, de dimensiones métricas a decamétricas, depositados por la actividad glacial, generalmente de litologías distintas a las del material sobre el que se asientan.

-C-

CALDERA: Depresión circular o elíptica, situada en la parte superior del edificio volcánico, similar a un *cráter*, pero de dimensiones mucho mayores. Muchas calderas se han generado por hundimiento y colapso de la cámara magmática, tras la emisión de grandes cantidades de material volcánico.

CAMPO DE DUNAS: Área de extensión considerable, ocupada por dunas o colinas de arena de diferentes geometrías.

CAMPO DE REG: Desierto pedregoso.

CASQUETE DE CUMBRE NIVAL, CASQUETE GLACIAR: Masa de hielo y nieve, a veces con presencia de glaciares actuales, situada en la cumbre de un cono volcánico.

CAUCES ABANDONADOS, MEANDROS ABANDONADOS: Segmentos fluviales abandonados por el cambio de trazado del río en su evolución. Presentan relleno de sedimentos y los suelos que se desarrollan en ellos son susceptibles de aprovechamiento agrícola.

CAUCES Y MEANDROS OCASIONALMENTE FUNCIONALES: Tramos o segmentos fluviales que, aun habiendo sido abandonados por el cauce, son ocupados por las aguas en períodos de avenida o de grandes precipitaciones. Aparecen en ellos, con frecuencia, suelos de carácter pantanoso.

CERRO TESTIGO: Cerro aislado, que sobresale respecto al entorno adyacente, que permanece como residuo o testigo de la erosión de los materiales que le rodeaban.

CHIMENEAS DE HADAS: Formas de erosión caracterizadas por la presencia de torrecillas o pináculos, abruptos y próximos entre sí, culminadas por grandes cantos o bloques. Se generan en materiales poco coherentes y muy heterométricos.

CIRCO GLACIAR: Depresión semicircular o semielíptica, dominada por laderas de elevada pendiente y que está, o ha estado, ocupada por el hielo. La depresión conlleva la existencia de un umbral a la salida del circo, que puede ser de carácter rocoso o estar formado por depósitos glaciares.

COLADA DE LAVA ANTIGUA: Cuerpo originado cuando el magma líquido alcanza la superficie y fluye sobre el relieve, dando lugar a una gran diversidad de formas en superficie. Se consideran antiguas a las que ya aparecen con cobertura edáfica.

COLADA DE LAVA MUY RECIENTE: Cuerpo originado cuando el magma líquido alcanza la superficie y fluye sobre el relieve, dando lugar a una gran diversidad de formas en superficie. Se consideran como muy recientes a las coladas en que aparece la roca en superficie, sin cobertura edáfica ni aprovechamiento agrícola.

COLINAS DE CIMAS REDONDEADAS DE ASPECTO TABULAR: Similares a las *colinas en media naranja*, estas geoformas presentan más alargada y aplanada su zona superior, debido a que el frente de alteración adopta un patrón geométrico subparalelo a la superficie. Son exclusivas de la Región Amazonía.

COLINAS EN MEDIA NARANJA: Colinas redondeadas, de contornos elípticos, que se presentan agrupadas con extensiones variables. Son exclusivas de la Región Amazonía y obedecen, fundamentalmente, a procesos de intensa meteorización química, por la progresión en profundidad del frente de alteración en geometrías onduladas.

COLUVIO-ALUVIAL RECIENTE: Depósito superficial, cuyos materiales proceden tanto de las laderas que atraviesan como del transporte ligado a una dinámica fluvial restringida. Habitualmente, rellenan vaguadas y los márgenes de pequeños drenajes, aunque también pueden situarse, con límites difusos, en zonas de transición de laderas y sus depósitos de piedemonte a otras geoformas ligadas a drenajes mayores. Por contraposición con la Geoforma *coluvio-aluvial antiguo*, en éstos el

grado de disección es bajo y no cuentan con una vegetación pionera bien desarrollada.

COLUVIO-ALUVIAL ANTIGUO: Depósito superficial, cuyos materiales proceden tanto de las laderas que atraviesan como del transporte ligado a una dinámica fluvial restringida. Habitualmente, rellenan vaguadas y los márgenes de pequeños drenajes, aunque también pueden situarse, con límites difusos, en zonas de transición de laderas y sus depósitos de piedemonte con otras geoformas ligadas a drenajes mayores. Se consideran como “antiguos” a los que presentan un cierto grado de disección (medio a alto) y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada.

COLUVIÓN ANTIGUO: Un coluvión es un depósito superficial constituido por materiales heterogéneos de suelo y fragmentos de roca, en diferente proporción, depositados habitualmente al pie de las laderas por arrastre mediante arroyada difusa u otros fenómenos gravitacionales asociados a la evolución de las laderas. Se considera como “antiguos” a los que presentan un cierto grado de disección (medio a alto) y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada.

COLUVIÓN RECIENTE: Un coluvión es una formación superficial constituida por materiales heterogéneos de suelo y fragmentos de roca, en diferente proporción, depositados habitualmente al pie de las laderas por arrastre mediante arroyada difusa u otros fenómenos gravitacionales asociados a la evolución de las laderas. Por contraposición con la Geoforma *coluvión antiguo*, en éstos el grado de disección es bajo y no cuentan con una vegetación pionera bien desarrollada.

CONO ADVENTICIO: Cono secundario, situado en la ladera de otro con mayor o en la *caldera* de un volcán.

CONO DE DERRUBIOS: Fragmentos rocosos, habitualmente al pie de laderas de pendiente pronunciada, con forma en planta en segmento de cono o abanico, transportados por un canal.

CONO MUY BIEN CONSERVADO CON ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL E INTENSO RETOQUE GLACIAR: Cono volcánico, con actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que ha sido recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios. Sus flancos aparecen excavados por valles glaciares, con frecuentes *morrenas* asociadas. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONO MUY BIEN CONSERVADO CON ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL Y MODERADO RETOQUE GLACIAR: Cono volcánico, con actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto totalmente por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, el modelado glaciar se limita a la parte superior de la construcción. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONO MUY BIEN CONSERVADO CON ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL Y SIN RETOQUE GLACIAR: Cono volcánico, con actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, no existen formas

ni depósitos glaciares. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONO SIN ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL E INTENSO RETOQUE GLACIAR: Cono volcánico, sin actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que ha sido recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios. Sus flancos aparecen excavados por valles glaciares, con frecuentes *morrenas* asociadas. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONO SIN ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL Y MODERADO RETOQUE GLACIAR: Cono volcánico, sin actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto totalmente por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, la remodelación glaciaria se limita a la parte superior de la construcción. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONO SIN ACTIVIDAD VOLCÁNICA Y SIN HUELLAS GLACIARES: Cono volcánico, sin actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, no existen formas ni depósitos glaciares. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONOS DESMENUZADOS: Conos volcánicos, en los que aún se puede reconocer su estructura, constituidos mayoritariamente por piroclastos. Se originan por moderadas explosiones volcánicas con cantidades intermedias de gas y suelen tener un tamaño reducido.

CORDÓN ARENOSO FLUVIAL: Bandas arenosas que suelen disponerse en el límite de las depresiones interfluviales pantanosas de la Región Amazónica. Aparecen con un desarrollo de varios kilómetros, ancho de varios metros y están sobreelevados de 1 a 3 metros sobre el nivel del pantano.

CORDÓN LITORAL: Barra de sedimentos, paralela u oblicua a la línea de costa, situada en las zonas intermareal y submareal.

CORNISA DE MESA O MESETA: Abrupto de una *superficie de mesa* o de una *superficie de mesa disectada*, que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de mesa*. Su límite inferior coincide con el estrato duro o resistente sobre el que se desarrolla la superficie de mesa.

CORNISA DE MESETA VOLCÁNICA: Abrupto de una *superficie de meseta volcánica* o de una *superficie de meseta volcánica disectada*, que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de meseta volcánica*.

CRÁTER: Apertura, en forma de depresión circular o elíptica en planta, situada en la parte superior de un cono volcánico.

CUBETA GLACIAR: Parte más baja del circo glaciario, profundizada o sobreexcavada por la acción del hielo.

CUBETA O CUENCA DE DEFLACIÓN: Depresión cerrada, de dimensiones variables y planta redondeada, elíptica o arriñonada, que aparece en ambientes desérticos o semiáridos.

-D-

DEPÓSITO GLACIAR MODELADO POR ACCIÓN FLUVIAL: Sedimentos de origen glaciar que no guarda su morfología inicial debido a la acción de las aguas de escorrentía, difusas o canalizadas.

DEPÓSITOS DE DESLIZAMIENTO, MASA DESLIZADA: Material originado como consecuencia de un movimiento en masa a través de una superficie de rotura, plana o curva. Es un tipo particular de *coluvión reciente* o de *coluvión antiguo*, en el que aún se pueden apreciar indicios o evidencias de su génesis mediante dicho mecanismo.

DEPRESIÓN DE DECANTACIÓN: Depresión endorreica, con acumulación de agua permanente o estacional, en la llanura aluvial antigua de la Región Costa.

DEPRESIÓN LAGUNAR: Depresión en la que el agua se acumula, de forma temporal o permanente, no ligada a valles fluviales ni terrazas (en estos emplazamientos se les denomina *áreas endorreicas en llanuras aluviales y terrazas*). Quedan asimismo excluidas de este término geofomas similares ligadas al medio glaciar o volcánico con denominaciones específicas (*laguna glaciar, cubeta glaciar, laguna en fondo de cráter o caldera*).

DIQUE O BANCO ALUVIAL: Bandas de sedimentos que bordean el canal fluvial y buzan suavemente hacia la llanura de inundación. Se conocen también como diques naturales o motas (“levees”, en inglés).

DOLINA, CAMPO DE DOLINAS: Depresión cerrada, circular o elíptica, que se forma en la superficie de rocas karstificables (rocas calcáreas y evaporíticas). Sus dimensiones son variables, de orden métrico a hectométrico. Se pueden presentar aisladas o agrupadas.

DOMO VOLCÁNICO: Elevación volcánica en forma de domo o cúpula, constituida por lavas viscosas empobrecidas en gases, acumuladas sobre la propia boca eruptiva y con muy escasa dispersión lateral.

DRUMLINS: Sedimentos glaciares con forma de colinas alargadas, con su eje mayor paralelo a la dirección del movimiento del hielo.

-E-

ENCAÑONAMIENTO: Forma de encajamiento fluvial, limitada por laderas de pendientes muy pronunciadas y desniveles superiores a 50 metros.

ESCARPE DE CUESTA MARINA: Abrupto de una *superficie de cuesta marina* que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de cuesta marina*. Su límite inferior coincide con el estrato duro o resistente sobre el que se desarrolla la *superficie de cuesta marina*.

ESCARPE DE DESLIZAMIENTO: Cicatriz erosiva que representa la superficie de rotura de una masa deslizada, situada en la cabecera del deslizamiento.

ESCARPE DE FALLA: Escarpe generado en el límite del bloque levantado con el bloque hundido de una falla, de considerable desarrollo lineal y expresión morfológica bien marcada. Es usual que dicha expresión morfológica se refleje mediante facetas triangulares o trapezoidales, que se desarrollen abanicos aluviales a su pie o que aparezcan otras formas características en función del contexto morfoestructural en que se localiza el escarpe.

ESCARPE DE MESA MARINA: Abrupto de una *superficie de mesa marina* o de una *superficie de mesa marina disectada* que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de mesa marina*. Su límite inferior coincide con el estrato duro o resistente sobre el que se desarrolla la *superficie de mesa marina* o la *superficie de mesa marina disectada*.

ESKER: Cordón de arena y grava, originado por canales fluviales de deshielo.

ESPINAZO: Resalte morfológico rocoso, de desarrollo predominantemente lineal.

-F-

FLANCOS SUPERIORES RECTILÍNEOS CUBIERTOS CON PROYECCIONES PIROCLÁSTICAS: Recubrimiento de piroclastos en las zonas superiores de un edificio volcánico (de tipo estratovolcán), conformando segmentos de ladera sensiblemente rectilíneos.

FLUJO DE LODO: Depósitos de lodos, o de lodos con fragmentos gruesos, originados por el desplazamiento de una masa de materiales que se han comportado como un fluido. Suelen presentar, en consecuencia, formas lobuladas en su parte frontal y ondulaciones en las partes anteriores.

FLUJO DE PIROCLASTOS: Corriente de piroclastos de alta densidad, semifluida, que se desplaza a ras del suelo, en que las partículas están envueltas por gas a alta temperatura; cuando son ricas en fragmentos pumíticos y escoria, el depósito resultante se llama ignimbrita. En función de la temperatura de emplazamiento se pueden presentar sin consolidar, cementadas o soldadas, lo que proporciona expresiones morfológicas diferentes. Su distribución está controlada por la topografía del edificio volcánico del que proceden y la del entorno circundante, cubriendo parte de las laderas del cono y con tendencia a acumularse en valles y depresiones.

FONDO DE VALLE GLACIAR: Forma producida por una masa de hielo canalizada, generalmente con perfil transversal en U y limitada por paredes de pendientes pronunciadas (*vertiente de valle glaciar*). A menudo la forma típica transversal en U queda enmascarada por una nivelación producida por un posterior remodelado fluvial.

FRENTE DE CHEVRON: Abrupto de una *superficie de chevron*, que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de chevron*. Su límite inferior coincide con el estrato duro o resistente sobre el que se desarrolla la *superficie de chevron*.

FRENTE DE CUESTA: Abrupto de una *superficie de cuesta* o de una *superficie de cuesta disectada*, que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de cuesta*. Su límite inferior coincide con el estrato duro o resistente sobre el que se desarrolla la superficie de cuesta.

-G-

GARGANTA: Forma de encajamiento fluvial. Las laderas que limitan estas incisiones presentan pendientes muy pronunciadas y desniveles superiores a 15 metros.

GLACIS DE EROSIÓN: Rampa similar a un *glacis de esparcimiento*, pero labrada sobre roca dura y, consecuentemente, sin depósito.

GLACIS DE ESPARCIMIENTO: Rampa o superficie ligeramente cóncava y de baja inclinación que, en situación de piedemonte, enlaza un relieve con una llanura a partir de una rotura de pendiente en la ladera de la que arranca. Está formado por una delgada cobertera de depósitos detríticos.

GLACIS DE ESPARCIMIENTO DISECTADO: *Glacis de esparcimiento* en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un cierto grado de incisión en dichas formas de drenaje.

GLACIS-CONO DE ESPARCIMIENTO: *Glacis de esparcimiento* que, en planta, presenta forma en segmento de cono o abanico.

-H-

HONDONADAS PANTANOSAS DE ORIGEN GLACIAR-PERIGLACIAR: Zonas de drenaje deficiente, de características endorreicas o semiendorreicas, con suelos esponjosos, montículos almohadillados y otras microformas producto de la acción de los ciclos de hielo-deshielo. A veces se presentan capturadas por la red fluvial, tendiendo a perder su morfología original.

HORN: Pico piramidal originado por la coalescencia de varios *circos glaciares*.

-I-

INSELBERG: Colina aislada de laderas abruptas, que surge bruscamente en una zona de moderada o nula inclinación. Aunque aparecen con mayor frecuencia en las regiones tropicales, se presentan también en otros ambientes morfoclimáticos.

INTERFLUVIO DE CIMAS ESTRECHAS: Geoforma de desarrollo lineal y estrecho, a ambos lados de una divisoria de aguas, que ocupa posiciones cimaras. Está caracterizado por la presencia de crestas o aristas agudas en su interior.

INTERFLUVIO DE CIMAS REDONDEADAS: Geoforma de desarrollo lineal y estrecho, a ambos lados de una divisoria de aguas de perfil transversal suave y redondeado, que ocupa posiciones cimaras.

-K-

KAME: Pequeñas colinas cónicas de grava y arena, originadas por sedimentación en cubetas de hielo y cavidades glaciares.

-L-

LAGUNA COLMATADA: Depósito de antigua laguna.

LAGUNA EN FONDO DE CRÁTER O CALDERA: Cuerpo de agua, permanente o semipermanente, que ocupa el fondo de un *cráter* volcánico o de una *caldera* volcánica.

LAGUNA GLACIAR: Término genérico para designar cualquier tipo de laguna originada en ambiente glaciar o subglaciar. Se presentan con frecuencia asociadas a ciertas geofomas glaciares (*circo glaciar*, *cubeta glaciar*, *fondo de valle glaciar*, entre las más usuales).

LAHAR: Colada de detritos o de barro, originada por agua, cenizas volcánicas y otros piroclastos. Estos depósitos se canalizan a través de la red de barrancos y cauces preexistentes.

LAPIAZ, CAMPO DE LAPIAZ: Forma superficial labrada por erosión y disolución en rocas karstificables (calizas, dolomías, calcarenitas y rocas evaporíticas, principalmente), que da lugar a pequeños surcos o agujeros, con dimensiones que varían entre el orden centimétrico y métrico. Pueden llegar a ocupar considerables extensiones en macizos carbonáticos.

LLANURA DE DEPÓSITOS FLUVIO-LACUSTRES: Superficie de escasa pendiente, con presencia de sedimentos resultantes de la superposición o yuxtaposición de las dinámicas fluvial y lacustre.

LLANURA DE DEPÓSITOS VOLCÁNICOS: Planicie ubicada al pie de un edificio volcánico, con depósito de diferentes materiales piroclásticos arrastrados. A menudo llegan a comunicarse, mediante límites difusos, con el medio aluvial.

-M-

MACIZO ROCOSO: Conjunto esencialmente rocoso de cierta extensión, que destaca sobre el entorno inmediato, desprovisto en la mayoría de su superficie de suelos, vegetación y depósitos superficiales.

MACROCOLUVIÓN: *Coluvión reciente* o *coluvión antiguo* de grandes dimensiones. De forma convencional, se consideran como tales a aquellos que cuentan con una superficie superior a 140 hectáreas.

MANTO EÓLICO: Acumulaciones de arenas de origen eólico en terrenos aplanados, con espesores que fluctúan entre unos centímetros y varios metros.

MARISMA, ESTUARIO: Las marismas son llanuras intermareales en costas con oleaje de baja y moderada energía, surcadas por una red de canales, que pueden estar asociadas a estuarios (desembocaduras de valles sumergidas bajo el mar).

MESAS TRIANGULARES VOLCÁNICAS (PLANÈZES): Facetas triangulares, en forma de rellanos horizontales o con ligera inclinación, que se producen en las laderas de los conos volcánicos, como consecuencia de la progresiva incisión de barrancos divergentes desde su zona de cumbre.

MORFOLOGÍA ABOLLADA: Ladera o parte de la misma cuyo perfil longitudinal se encuentra repleto de pequeñas a medianas prominencias y que, en conjunto, irregularizan la superficie de la vertiente. Se deben a antiguos movimientos en masa superpuestos, a menudo superficiales, que afectan al regolito (alterita o saprolito) o al propio sustrato geológico si está formado por materiales de cierta plasticidad (arcillas o margas, principalmente).

MORRENA DE FONDO: *Morrena* que cubre una llanura, un *fondo de valle glaciar* o un *valle glaciar colgado*.

MORRENA FRONTAL, ARCO MORRÉNICO: *Morrena* originada en el frente de un glaciar; a veces llega a unirse con una *morrena lateral*, adquiriendo en planta una forma arqueada.

MORRENA LATERAL: *Morrena* originada en el margen lateral del glaciar, a menudo adosada a la *vertiente de valle glaciar*.

MORRENAS: Sedimento glaciar formado por materiales pobremente clasificados y heterométricos, que a menudo incluye grandes bloques en una matriz de grano fino. Se aplica este término cuando no se puede diferenciar claramente el tipo de morrena de que se trata (*morrena de fondo, morrena lateral o morrena frontal, arco morrénico*).

-N-

NEBKHAS: Dunas obstaculizadas por la vegetación, que a menudo ocupan considerables extensiones.

NICHO DE NIVACIÓN: *Circo glaciar* embrionario, de reducido tamaño, que puede aparecer en ambiente periglaciar.

NIVEL LIGERAMENTE ONDULADO: Planicie ondulada, característica de la llanura aluvial reciente e inundable de la Región Costa.

NIVEL ONDULADO CON PRESENCIA DE AGUA: Planicie ondulada, característica de la llanura aluvial reciente e inundable de la Región Costa, con presencia temporal o permanente de agua en parte de su superficie.

NIVEL PLANO: Planicie característica de la llanura aluvial reciente e inundable de la Región Costa.

NIVELES ESTRUCTURALES SOBRE LAVAS ENDURECIDAS: Superficies proporcionadas por materiales volcánicos resistentes a la erosión, normalmente de

carácter lávico, aunque también las pueden proporcionar otros materiales volcánicos cementados o fuertemente consolidados.

-P-

PAN DE AZÚCAR: Tipo particular de *inselberg*, con forma de domo más o menos puntiagudo, desarrollado en rocas masivas resistentes. Suelen presentarse en áreas de relativa estabilidad cortical y, aunque no son exclusivas de ningún ambiente morfoclimático, son más abundantes en áreas tropicales húmedas.

PANTANO, DEPRESIÓN PANTANOSA: Área con drenaje deficiente, en la que el agua tiende a acumularse, en depresiones interfluviales. El término se reserva preferentemente para la Región Amazónica.

PITONES O AGUJAS VOLCÁNICAS: Masas de lava que rellenaron la chimenea de un volcán y permanecen como restos o testigos del mismo.

PLANICIE ARENOSA DE ORIGEN LAHÁRICO: Planicie compuesta por material volcánico de textura predominantemente arenosa, que está o ha estado alimentada por un *lahar* o varios.

PLANICIE COSTERA: Superficie plana o ligeramente inclinada hacia la costa, limitada por un pequeño escarpe. Está constituida por sedimentos marinos y eólicos.

PLANICIE INTERMONTANA: Superficie a grandes rasgos horizontal, rodeada en su mayoría por relieves de carácter montañoso.

PLAYA MARINA: Acumulación de arena, grava o una mezcla de ambas, situada en el límite del mar y el continente, en cuya dinámica interviene fundamentalmente el oleaje.

POLJE: Depresión cerrada de grandes dimensiones (de orden kilométrico), con fondo plano y sensiblemente horizontal, característica de regiones kársticas.

-R-

RAMPAS DE PIEDEMONTE DE CONO VOLCÁNICO: Superficies ligeramente cóncavas, que arrancan de la parte inferior de un *cono* volcánico y enlazan con una llanura.

RELIEVE COLINADO ALTO: Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior comprendidos entre 100 y 200 metros.

RELIEVE COLINADO BAJO: Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior comprendidos entre 15 y 25 metros.

RELIEVE COLINADO MEDIO: Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior comprendidos entre 25 y 100 metros.

RELIEVE COLINADO MUY ALTO: Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior comprendidos entre 200 y 300 metros.

RELIEVE COLINADO MUY BAJO: Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior comprendidos entre 5 y 15 metros.

RELIEVE EN RELLANOS Y APLANAMIENTOS INCLINADOS: Relieve formado por una sucesión de superficies inclinadas, alternantes con segmentos de ladera con diferente inclinación o forma, de origen incierto o de difícil adscripción genética.

RELIEVE EN RELLANOS Y ONDULACIONES ESCALONADAS: Relieve en gradas que da lugar a plataformas horizontales o subhorizontales, alternantes con segmentos de ladera de mayor inclinación, de origen incierto o de difícil adscripción genética.

RELIEVE LACUSTRE ONDULADO: Área que delimita un conjunto de pequeñas depresiones lagunares o lagunas no mapeables, situada en llanuras aluviales (*valle fluvial, llanura de inundación*) o en terrazas fluviales (*terrazza media, terraza alta, terraza colgada, terrazas escalonadas, terrazas indiferenciadas*).

RELIEVE MONTAÑOSO: Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior de más de 300 metros.

RELIEVE ONDULADO: Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos. El desnivel interno de este relieve es inferior a 5 metros, por lo que da lugar a formas muy suaves.

RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO ALTO: Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). Presenta, en su conjunto, un cierto grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 100 y 200 metros.

RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO BAJO: Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). Presenta, en su conjunto, un ligero grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 15 y 25 metros.

RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO MEDIO: Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). Presenta, en su conjunto, un cierto grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 25 y 100 metros.

RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO MUY ALTO: Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). La disección, en conjunto, le permite alcanzar desniveles máximos en su interior de entre 200 y 300 metros.

RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO MUY BAJO: Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). Presenta, en su conjunto, un ligero grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 5 y 15 metros.

RELIEVE VOLCÁNICO MONTAÑOSO: Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). La disección, en conjunto, le permite alcanzar desniveles máximos en su interior de más de 300 metros.

RELIEVE VOLCÁNICO ONDULADO: Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). El desnivel interno de este relieve es inferior a 5 metros, por lo que da lugar a formas muy suaves.

RELIEVES ESCALONADOS EN CAPAS INCLINADAS: Relieves en gradas, resultantes de la erosión diferencial en rocas estratificadas con disposición monoclin.

RELIEVES ESCALONADOS, EN GRADERÍO: Relieves en gradas, resultantes de la erosión diferencial en rocas estratificadas en disposición horizontal.

RELIEVES ESCALONADOS SOBRE CAPAS DE LAVA ENDURECIDA Y OTROS MATERIALES VOLCÁNICOS: Relieves en gradas, resultantes de la erosión diferencial sobre materiales volcánicos en disposición horizontal o monoclin.

RESTOS DE SUPERFICIE ESTRUCTURAL: Partes aisladas o separadas de una superficie estructural (*superficie de mesa, superficie de cuesta, superficie de chevron*, etc.) o en los que difícilmente se reconoce el condicionante estructural en su morfología.

ROCAS ABORREGADAS: Conjunto de montículos rocosos, con tamaños que suelen oscilar entre el orden métrico y decamétrico. Presentan un perfil longitudinal asimétrico, con una vertiente de pendiente suave frecuentemente pulida y estriada, y otra irregular y a menudo escarpada. Estas formas están originadas por el movimiento del hielo sobre ellas y son características del modelado de erosión glaciar.

ROCAS DESMENUZADAS POR EL HIELO, CAMPOS Y RÍOS DE BLOQUES: Forma debida a la acción de rotura del hielo sobre macizos rocosos, por efecto de la crioclastia. Da lugar a acumulaciones de fragmentos rocosos angulares, en distintas posiciones y localizaciones fisiográficas, algunas de ellas ocupando el fondo de valles y vaguadas.

ROCAS EN CRESTAS Y CUCHILLAS: Afloramientos rocosos en ambiente glaciar-periglacial, sin cobertura edáfica o muy escasa, con perfil muy quebrado y salientes puntiagudos. Se utiliza preferentemente esta Geoforma para designar afloramientos rocosos de las características descritas, que no presentan ningún rasgo morfológico específico desde el punto de vista funcional, dinámico o genético.

-S-

SALIENTE DE VERTIENTE DE MESA: Plataforma horizontal que sobresale del perfil de una *vertiente de mesa o meseta* y que suele corresponder con una intercalación en la serie sedimentaria de un paquete o nivel más resistente que los situados inmediatamente por encima y por debajo.

SALITRAL MARINO: Áreas costeras naturales, poco profundas, de acumulación de agua salada. En ellas, la evaporación genera depósitos salinos que recubren su superficie.

SIMA: Forma de conducción de las aguas subterráneas de desarrollo eminentemente vertical, abierta al exterior. Frecuente en regiones kársticas.

SUPERFICIE ALTA: Superficie elevada con respecto a su entorno inmediato, de origen incierto o de difícil adscripción genética.

SUPERFICIE ALTA DISECTADA: *Superficie alta*, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE DE CHEVRON: Superficie de origen estructural, con una inclinación significativamente mayor que la *superficie de cuesta*, cuya geometría es coincidente con la de los estratos sobre los que se desarrolla.

SUPERFICIE DE CONO DE DEYECCIÓN: Superficie correspondiente a un depósito fluvial con forma en planta que se aproxima a un segmento de cono; se extiende radialmente ladera abajo desde el punto en que el curso de agua abandona el área montañosa de la que procede el depósito. El término cono de deyección es equivalente al de abanico aluvial, al igual que el de cono de esparcimiento. En este Proyecto, se reserva el término de cono de deyección para los aparatos de superficie reducida.

SUPERFICIE DE CONO DE DEYECCIÓN DISECTADO: *Superficie de cono de deyección*, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión, de moderado a fuerte, en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO: Superficie correspondiente a un depósito fluvial con forma en planta que se aproxima a un segmento de cono; se extiende radialmente ladera abajo desde el punto en que el curso de agua abandona el área montañosa de la que procede el depósito. El término cono de esparcimiento es equivalente al de abanico aluvial, al igual que el de cono de deyección. En este Proyecto, se reserva el término de cono de esparcimiento para los aparatos de gran tamaño, como los que se desarrollan en los piedemontes de las Cordilleras Occidental y Real.

SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO DISECTADO: *Superficie de cono de esparcimiento*, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un cierto grado de incisión en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO MUY DISECTADO: *Superficie de cono de esparcimiento*, en que se aprecia una alta densidad de formas de drenaje, con elevado grado de incisión.

SUPERFICIE DE CUESTA: Superficie de origen estructural ligeramente inclinada, acorde con el buzamiento de los estratos sobre los que se desarrolla.

SUPERFICIE DE CUESTA DISECTADA: *Superficie de cuesta* en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE DE CUESTA MARINA: Superficie ligeramente inclinada, acorde con el buzamiento de los estratos miopliocenos marinos sobre los que se desarrolla. Es una Geoforma exclusiva de la Región Costa.

SUPERFICIE DE EROSIÓN: Aplanamiento, de carácter regional y heredado, resultante de los procesos de erosión y meteorización bajo condiciones climáticas y tectónicas relativamente estables. Estos aplanamientos cortan oblicuamente las estructuras geológicas del sustrato.

SUPERFICIE DE MESA MARINA: Superficie de plana a ligeramente ondulada, elevada respecto al territorio circundante, desarrollada sobre materiales miopliocenos marinos horizontales, con cuya geometría es coincidente. Es una Geoforma exclusiva de la Región Costa.

SUPERFICIE DE MESA MARINA DISECTADA: *Superficie de mesa marina* en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE DE MESA O MESETA: Superficie plana o ligeramente ondulada, elevada respecto al territorio circundante, desarrollada sobre rocas con estratificación horizontal, con cuya geometría es coincidente.

SUPERFICIE DE MESA O MESETA DISECTADA: *Superficie de mesa o meseta* en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE DE MESETA VOLCÁNICA: Superficie plana u ondulada constituida por materiales volcánicos (con frecuencia de carácter lávico) y elevada respecto al entorno circundante.

SUPERFICIE DE MESETA VOLCÁNICA DISECTADA: *Superficie de meseta volcánica* en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión, de moderado a fuerte, en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE DE RELLENO: Superficie de acumulación de sedimentos provenientes de los relieves circundantes. Presentan, por tanto, morfologías similares a las de una depresión y características propicias al desarrollo del endorreísmo.

SUPERFICIE DISECTADA: Superficie con un grado de disección intermedio, de origen fluvial. Es una Geoforma exclusiva de la Región Costa, donde aparece asociada a una antigua llanura aluvial.

SUPERFICIE DISECTADA, NIVEL INFERIOR: Superficie situada topográficamente por debajo de una *superficie de mesa o meseta*, labrada sobre un paquete o nivel de

la misma secuencia sedimentaria que ésta. La escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un cierto grado de incisión en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE HORIZONTAL: Superficie plana o ligeramente ondulada, próxima a la horizontal, de origen incierto o de difícil adscripción genética. Se utiliza, preferentemente, para indicar un rellano horizontal dentro de una ladera, a modo de hombrera.

SUPERFICIE HORIZONTAL DISECTADA: *Superficie horizontal*, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE INCLINADA: Superficie de perfil longitudinal rectilíneo y cierta inclinación, de origen incierto o de difícil adscripción genética. Se utiliza, preferentemente, para indicar una superficie de menor pendiente dentro de una ladera, a modo de hombrera inclinada; también para una forma de piedemonte sin posibilidad de adscripción a una Geoforma más específica.

SUPERFICIE INCLINADA DISECTADA: *Superficie inclinada*, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE INTERVENIDA: Área alterada de forma artificial, en el que es imposible reconocer o asignar ninguna otra Geoforma. Se incluyen en este término, especialmente, embalses y represas, canteras, excavaciones mineras o de otro tipo y rellenos diversos.

SUPERFICIE MUY DISECTADA: Superficie con marcado grado de disección, de origen fluvial. Los cauces pueden llegar a encajarse en esta superficie, dando lugar a *barrancos*, *gargantas* y otras formas de incisión fluvial. Es una Geoforma exclusiva de la Región Costa, donde aparece asociada a una antigua llanura aluvial.

SUPERFICIE ONDULADA LACUSTRE: Geoforma equivalente a *relieve lacustre ondulado*, pero localizada fuera de llanuras aluviales o terrazas fluviales.

SUPERFICIE POCO DISECTADA: Superficie de origen fluvial, escasamente disectada, de plana a ondulada. Es una Geoforma exclusiva de la Región Costa, donde aparece asociada a una antigua llanura aluvial.

SUPERFICIE VOLCÁNICA ONDULADA: Superficie de geometría ondulada, desarrollada sobre materiales volcánicos, independiente de la edad, tipo o génesis de los mismos.

SUPERFICIES DE PLANAS A LIGERAMENTE ONDULADAS SOBRE CANGAHUA: Plataformas desarrolladas sobre depósitos piroclásticos, principalmente constituidos por cenizas volcánicas y lapilli del Cuaternario, incididas por barrancos que crean taludes y acantilados de muy fuerte inclinación. Son frecuentes en la zona septentrional del corredor interandino.

SUPERFICIES PLANAS INTERVENIDAS: Con este término, exclusivo de la Región Costa, se designa al área ocupada por camaroneras.

SUPERFICIES Y PLANOS ESTRUCTURALES ORIGINADOS EN CAPAS PLEGADAS: Superficies cuya morfología está determinada por el plegamiento de las capas que conforman su sustrato.

-T-

TALUD DE DERRUBIOS: Fragmentos rocosos que cubren de forma continua una ladera o una parte considerable de ella. A veces se originan por coalescencia lateral de varios *conos de derrubios*.

TERRAZA ALTA: Superficie plana de origen fluvial, que se corresponde con el segundo nivel de terraza por encima del *valle fluvial, llanura de inundación*.

TERRAZA BAJA Y CAUCE ACTUAL (sobreeexcavación del cauce en la llanura de inundación): En este Proyecto, se considera bajo esta denominación a la franja que bordea e incluye al canal o canales fluviales, sometida a continuos cambios, con alto contenido en bloques y cantos. Se denominan también lechos móviles y forman parte de las llanuras de inundación. Son zonas no aptas para el aprovechamiento agrícola. También se incluyen bajo este término a canales fluviales de considerable anchura, no limitados por Geoformas directamente asociadas al drenaje canalizado (es decir, que no discurren en el interior de *valles fluviales/llanuras de inundación, valles en V, gargantas o encañonamientos*) y que, por tanto, son los únicos elementos con los que se puede identificar al medio aluvial actual.

TERRAZA COLGADA: Superficie plana de origen fluvial, con la que se designa tanto a aquellos niveles de terrazas que están claramente desconectados del valle fluvial como a niveles de terrazas que están situados topográficamente por encima de la denominada *terrazza alta*.

TERRAZA DE KAME: Acumulación de arenas y gravas, que dan lugar a una superficie plana y un abrupto, de canales que discurren entre la pared de un valle glaciar y el borde lateral del hielo.

TERRAZA MEDIA: Superficie plana de origen fluvial, que se sitúa inmediatamente por encima del nivel máximo de las aguas de un río (*valle fluvial, llanura de inundación*), como resultado de la incisión del mismo. Aunque puede ser considerada en sentido estricto como una terraza baja, en este Proyecto se ha utilizado esta denominación para guardar coherencia con la denominación utilizada en trabajos previos, del que este Proyecto es continuación.

TERRAZAS ESCALONADAS: Bajo esta denominación se incluyen dos o más niveles de terrazas que, por su reducido tamaño, no se pueden diferenciar cartográficamente.

TERRAZAS INDIFERENCIADAS: Superficies planas de origen fluvial, en las que no se puede determinar el nivel del que se trata (*terrazza media, terraza alta, o terraza colgada*) y que, por tanto, no se pueden clasificar en ningún otro tipo. Bajo esta denominación también se incluyen las terrazas erosivas o terrazas rocosas, un tipo particular de terraza labrada sobre material rocoso.

TESTIGO DE CONO DE DEYECCIÓN: Parte aislada o separada de un cono de deyección, que no conserva la morfología en planta característica de los mismos (ver

superficie de cono de deyección). Puede presentar diferentes grados de disección en superficie.

TESTIGO DE CONO DE ESPARCIMIENTO: Parte aislada o separada de un cono de esparcimiento, o que ya no conserva la morfología en planta característica de los mismos (*ver superficie de cono de esparcimiento*). Puede presentar diferentes grados de disección en superficie.

TESTIGO DE GLACIS DE ESPARCIMIENTO: Parte de un *glacis de esparcimiento*, que no conserva completa la superficie entre el relieve del que procede y la llanura con la que originalmente enlazaba. Puede presentar diferentes grados de disección en superficie.

TOR: Tipo particular de *inselberg*, con bloques apilados y fragmentados, cuya morfología está controlada por los sistemas de fracturación del macizo rocoso. Son más frecuentes en rocas de tipo granítico, aunque también pueden llegar a aparecer en otras litologías.

-V-

VALLE CIEGO: Valle cuyo curso de agua superficial desaparece en un sumidero kárstico.

VALLE EN SACO: Cabecera de valle, con aspecto de circo, en que el aporte de agua procede de un manantial kárstico.

VALLE EN V: Valle fluvial con perfil transversal en forma de V, en que predomina la incisión vertical.

VALLE FLUVIAL, LLANURA DE INUNDACIÓN: Franja de terreno asociada directamente a la dinámica fluvial y constituida por depósitos aluviales. Suele discurrir en su interior un canal fluvial y el terreno que abarca está sometido, parcial o totalmente, a inundaciones con diferentes periodos de retorno.

VALLE GLACIAR COLGADO: Valle glaciar en que la excavación producida por el hielo ha sido menor que la del valle glaciar principal en que desemboca o desembocaba, quedando su fondo a mayor altura.

VALLE INDIFERENCIADO: Valle de fondo plano o de sección ligeramente en "U", con ausencia de dinámica fluvial permanente. Presenta un relleno de depósitos aluviales en los que el agua tiende a percolar y, en consecuencia, la escorrentía superficial tiene un escaso desarrollo.

VERTIENTE ABRUPTA: Ladera con escasa disección y con pendiente habitualmente superior al 70%.

VERTIENTE ABRUPTA CON FUERTE DISECCIÓN: *Vertiente abrupta*, en la que se aprecia una marcada disección en la totalidad o en gran parte de la Geoforma.

VERTIENTE ABRUPTA DE DERRAMES VOLCÁNICOS TABULARES: Tipo particular de *vertiente de meseta volcánica*, de perfil rectilíneo y pendiente pronunciada, que conecta tanto las zonas altas de Sierra con modelado glaciar -y los paisajes de

Páramos- con las Vertientes externas de la Cordillera así como con las Vertientes y relieves superiores de las Cuencas Interandinas, con desniveles de hasta 400 metros.

VERTIENTE DE CHEVRON: Ladera sobre la que culmina una *superficie de chevron*. Ambas geoformas están separadas por un *frente de chevron*, que puede ser o no mapeable.

VERTIENTE DE CUESTA: Ladera sobre la que culmina una *superficie de cuesta*. Ambas geoformas están separadas por un *frente de cuesta*, que puede ser o no mapeable.

VERTIENTE DE CUESTA MARINA: Ladera sobre la que culmina una *superficie de cuesta marina*. Ambas geoformas están separadas por un *escarpe de cuesta marina*, que puede ser o no mapeable.

VERTIENTE DE LLANURA DE DEPÓSITOS FLUVIO-LACUSTRES: Escarpe o escalón morfológico que puede aparecer en una *llanura de depósitos fluvio-lacustres*.

VERTIENTE DE LLANURA DE DEPÓSITOS VOLCÁNICOS: Escarpe o escalón morfológico que puede aparecer en una *llanura de depósitos volcánicos*.

VERTIENTE DE MESA MARINA: Ladera sobre la que culmina una *superficie de mesa marina* o una *superficie de mesa marina disectada*. Ambas geoformas, vertiente y superficie, están separadas por un *escarpe de mesa marina*, que puede ser o no mapeable.

VERTIENTE DE MESA O MESETA: Ladera sobre la que culmina una *superficie de mesa o meseta* o una *superficie de mesa o meseta disectada*. Ambas geoformas, vertiente y superficie, están separadas por una *cornisa de mesa*, que puede ser o no mapeable.

VERTIENTE DE MESETA VOLCÁNICA: Ladera culminada por una *superficie de meseta volcánica* o una *superficie de meseta volcánica disectada*. Ambas geoformas, vertiente y superficie, están separadas por una *cornisa de meseta volcánica*, que puede ser o no mapeable.

VERTIENTE DE PLANICIE INTERMONTANA: Ladera que culmina en una *planicie intermontana*.

VERTIENTE DE SUPERFICIE DE EROSIÓN: Ladera que culmina en una *superficie de erosión*.

VERTIENTE DE SUPERFICIE DE RELLENO: Ladera de una *superficie de relleno*, formada por los mismos materiales de ella.

VERTIENTE DE VALLE GLACIAR: Ladera de pendiente pronunciada, límite con el *fondo de valle glaciar*.

VERTIENTE HETEROGÉNEA: Ladera de perfil mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular, escasamente disectada.

VERTIENTE HETEROGÉNEA CON FUERTE DISECCIÓN: Ladera de perfil mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular, en la que se aprecia una marcada disección en la totalidad o en gran parte de la Geoforma.

VERTIENTE O ABRUPTO DE LLANURA ANTIGUA: Escarpe morfológico proporcionado por la antigua llanura aluvial de la Región Costa. Está, por tanto, asociada a las Geoformas *superficie poco disectada*, *superficie disectada* y *superficie muy disectada*.

VERTIENTE O ABRUPTO DE TERRAZA: Se refiere al escarpe o escalón que caracteriza a cualquier tipo de terraza y que enlaza la superficie de un determinado nivel de terraza con el inmediatamente inferior o con la llanura aluvial.

VERTIENTE RECTILÍNEA: Ladera de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con escasa o nula disección.

VERTIENTE RECTILÍNEA CON ABRUPTOS: Ladera de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con presencia de una o más zonas de rotura de la pendiente, en las que se produce un incremento brusco de la inclinación general de la ladera.

VERTIENTE RECTILÍNEA CON FUERTE DISECCIÓN: Ladera de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, en la que se aprecia una marcada disección en la totalidad o en gran parte de la Geoforma.

VERTIENTE RECTILÍNEA CON SALIENTES ROCOSOS: Ladera de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, en la que aparecen salientes rocosos dispersos que irregularizan la superficie de la vertiente.

VERTIENTE ROCOSA: Ladera mayoritaria o totalmente rocosa, con muy baja presencia de suelo. No se incluyen en este término las vertientes rocosas de carácter estructural (ejemplos: *superficie de cuesta*; *superficie de chevron*; *barra o cresta estructural*; *resto de superficie estructural*; *superficies y planos estructurales originados en capas plegadas*).

VESTIGIOS DE EDIFICIOS VOLCÁNICOS: Restos de estratovolcanes. El edificio volcánico es difícilmente reconocible o sólo se conserva una parte del mismo.

-Y-

YARDANGS: Formas creadas por la erosión del viento en ambientes desérticos, que a veces se asemejan a las del casco de un barco invertido. De dimensiones muy variables, suelen presentarse agrupados, con sus ejes mayores paralelos a la dirección de los vientos dominantes. Se desarrollan en una gran variedad de sustratos litológicos e incluso en arenas eólicas.

ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

En el presente Anexo se recoge una síntesis de las características y rangos de los diferentes atributos que se asignan a todas y cada una de las Geoformas. Los primeros (Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico) se refieren al encuadre en que se localiza cada una de las Geoformas, dentro del sistema jerárquico de relieve adoptado. El resto (génesis, atributos geológicos, morfológicos, morfométricos y relacionados con el drenaje) describen diferentes aspectos que caracterizan o son inherentes a la Geoforma identificada.

Se han elaborado, a lo largo de la realización del Proyecto, un conjunto de procedimientos y manuales que forman parte de la Metodología de la temática de Geomorfología y están disponibles para su consulta. En dichos documentos se desarrollan y complementan, entre otros, diferentes aspectos contemplados en el presente Anexo.

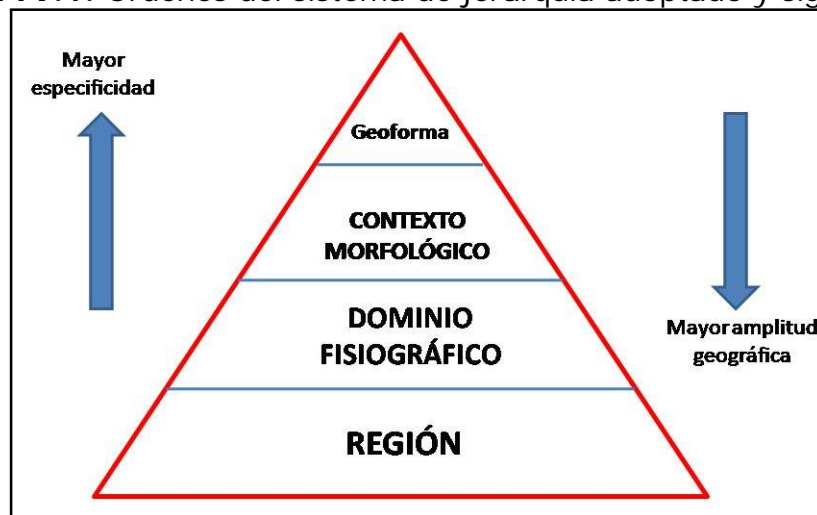
1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico

El relieve y el paisaje físico se pueden concebir a través de un sistema que, en función de la escala espacial de referencia, permite distinguir áreas o unidades con características comunes y diferenciables de las contiguas a dicha escala de observación.

El sistema de jerarquización establecido se basa en el trabajo “Los paisajes naturales del Ecuador. Las regiones y paisajes del Ecuador” (Winckell, 1997). A partir de él se han realizado las necesarias adaptaciones para conseguir un modelo coherente y eficaz para los objetivos del trabajo de cartografía geomorfológica y geopedológica.

Los órdenes de jerarquía establecidos, del más general al de mayor detalle, son Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico. Las Geoformas, unidades básicas de mapeo, representan el vértice superior de esta jerarquía (Figura IV.1). La agrupación espacial de un conjunto de Geoformas adyacentes con ciertas características comunes (cobertura o no de depósitos piroclásticos, predominio de un sustrato geológico común, tipo de modelado o génesis que presentan, etc.) configura un determinado Contexto.

Figura IV.1. Órdenes del sistema de jerarquía adoptado y significado



Fuente: CTN

Cada uno de estos órdenes o niveles se definen a continuación.

Región: Una Región, o sistema geoestructural, puede definirse como una gran unidad geomorfológica resultante de la evolución geológica y tectónica del área en que se encuadra, en la que se manifiestan características del medio físico comunes a todo el amplio territorio incluido en ella. Una Región, típicamente con una extensión del orden de 10^4 a 10^5 km², presenta, a esa escala de análisis, particularidades del relieve condicionadas por las grandes estructuras geológicas (accidentes tectónicos y plegamientos mayores) y su evolución a lo largo del tiempo.

Las tres Regiones del Ecuador continental son Costa, Sierra y Amazonía.

Dominio Fisiográfico: Unidad territorial, que agrupa uno o más Contextos Morfológicos, característica de un determinado ambiente morfoclimático (p. ej., ambiente glaciar-periglacial) o sistema morfogenético (p.ej., volcánico, litoral, aluvial); su diferenciación también se establece, a menudo, en base a unidades tectónicas y estructurales (p.ej., vertientes externas de las Cordilleras, paisajes estructurales, grandes sistemas de piedemonte). Representan, en definitiva, un tipo de características del relieve que se diferencian claramente del espacio adyacente y que se localizan en un marco geográfico definido, continuo y de considerable extensión, del orden de 10^3 a 10^4 km².

Para el conjunto de la zona de estudio del Proyecto, se han considerado ocho dominios fisiográficos en la Región Costa, siete dominios fisiográficos en la Región Sierra y tres dominios fisiográficos en la Región Amazonía.

Contexto Morfológico: Territorio con características comunes en cuanto al tipo general de modelado y fisiografía, en el que suele predominar un tipo de sustrato geológico o de formación superficial y muy a menudo caracterizado complementariamente por la presencia generalizada o por la ausencia de cobertura piroclástica. Su extensión fluctúa en órdenes de magnitud de entre 10^2 a 10^3 km². Agrupan siempre a distintas Geoformas, algunas de las cuales son más frecuentes o características del Contexto Morfológico definido. Los Contextos pueden hacer referencia, por ejemplo, a vertientes o relieves estructurales sobre determinadas litologías, a construcciones de tipo estrato-volcán, a piedemontes proximales o

piedemontes distales con o sin cobertura piroclástica, o a vertientes homogéneas sobre granitos sin cobertura piroclástica.

Los Contextos Morfológicos, incorporados para cada Dominio Fisiográfico, suponen un total de cincuenta y uno para el conjunto de la zona de estudio del Proyecto.

En el Cuadro IV.1 se muestran todos los Contextos Morfológicos de cada Dominio Fisiográfico y Región.

Cuadro IV.1. Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos considerados en el área de estudio

REGIÓN SIERRA	
DOMINIO FISIOGRÁFICO: VERTIENTES EXTERNAS DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Cuencas deprimidas con relieves colinares sobre rellenos volcano-sedimentarios, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Relieves y estribaciones meridionales de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
DOMINIO FISIOGRÁFICO: VERTIENTES EXTERNAS DE LA CORDILLERA REAL	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)

	Real)
DOMINIO FISIOGRAFICO: CIMAS FRÍAS DE LAS CORDILLERAS OCCIDENTAL Y REAL	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Paisajes glaciares
	Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas
	Paisajes de páramo con modelado eólico
	Relieves de los márgenes de las cimas frías
DOMINIO FISIOGRAFICO: SISTEMA VOLCÁNICO	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables
	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
DOMINIO FISIOGRAFICO: VERTIENTES Y RELIEVES DE CUENCAS INTERANDINAS	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)
	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)
	Macizos internos de la Sierra Sur sobre litología indiferenciada, sin cobertura piroclástica
	Macizos internos de la Sierra Sur sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica
	Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte
	Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur
DOMINIO FISIOGRAFICO: RELIEVES DE FONDO DE CUENCAS INTERANDINAS	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos
	Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica
DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL DE SIERRA	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial de Sierra
REGIÓN AMAZONÍA	
DOMINIO FISIOGRAFICO: ZONA SUBANDINA	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas
	Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas
	Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas
	Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-

	Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)
DOMINIO FISIOGRÁFICO: AMAZONÍA PERIANDINA	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes
	Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas
	Colinas periandinas occidentales
	Colinas periandinas orientales
DOMINIO FISIOGRÁFICO: MEDIO ALUVIAL AMAZÓNICO	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial amazónico
REGIÓN COSTA	
DOMINIO FISIOGRÁFICO: RELIEVES ESTRUCTURALES SOBRE SEDIMENTOS TERCIARIOS	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Mesas muy disectadas y restos de relieves tabulares sobre limolitas y areniscas culminantes
DOMINIO FISIOGRÁFICO: GRAN CONO TABULAR DE LA LLANURA COSTERA Y LLANURA ALUVIAL ANTIGUA	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Gran cono tabular de la llanura costera
	Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados
	Llanura aluvial antigua
	Superficies onduladas y transición a la llanura aluvial reciente
DOMINIO FISIOGRÁFICO: PIEDEMONTES ANDINO OCCIDENTAL	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental
	Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados
DOMINIO FISIOGRÁFICO: PIEDEMONTES COSTEROS	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Glacis de los piedemontes costeros
DOMINIO FISIOGRÁFICO: BAJA LLANURA ALUVIAL INUNDABLE DE LA COSTA	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Llanura aluvial reciente
DOMINIO FISIOGRÁFICO: MEDIO ALUVIAL COSTERO	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial costero
DOMINIO FISIOGRÁFICO: CORDILLERAS COSTERAS SOBRE ROCAS VOLCÁNICAS ANTIGUAS	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Cerros testigos de la llanura aluvial reciente
DOMINIO FISIOGRÁFICO: MEDIO LITORAL	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Llanura y depresión costera de Arenillas
	Formas y depósitos fluvio-marinos

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

Cada uno de los Contextos Geomorfológicos definidos pertenece a un solo Dominio Fisiográfico. Y, a su vez, cada Dominio Fisiográfico, está incluido en una sola Región. De esta forma, determinando el Contexto Morfológico en que se incluye un conjunto de Geoformas espacialmente contiguas quedan directamente asignados los niveles superiores de la jerarquía.

Tres aspectos deben tenerse especialmente en cuenta para la delimitación de un Contexto Morfológico:

- Muchas Geoformas no son exclusivas de un Contexto Morfológico concreto (p.ej., coluviones, vertientes, formas poligénicas, etc.).
- Aunque hay formas más características y/o abundantes de un determinado Contexto (p.ej., formas y depósitos glaciares en *Paisajes glaciares* o en *Paisajes de páramo con modelado glaciar y huellas glaciares poco marcadas*), pueden aparecer en otros Contextos Morfológicos (en el caso anterior, por ejemplo, por tratarse de formas paleoclimáticas heredadas).
- Los Contextos Morfológicos se conciben como áreas de continuidad cartográfica, favoreciendo que no existan "islas" pequeñas de otros Contextos Morfológicos en su interior.

El último escalón en esta jerarquía, de menor amplitud geográfica y mayor especificidad en su definición, está ocupado por el orden correspondiente a las Geoformas.

Una **Geoforma** (o Unidad Geomorfológica) se puede definir como una porción del territorio, identificable con respecto a las de su entorno inmediato desde el punto de vista perceptivo, que presenta características homogéneas en cuanto a su génesis (procesos formadores), morfología (forma del terreno), morfometría (o análisis cuantitativo del relieve: pendiente, desnivel relativo, longitud de vertiente), procesos morfodinámicos actuantes y material constitutivo (formación geológica o depósito superficial sobre la que se asienta).

Son las unidades básicas de mapeo. El tamaño mínimo para su representación es de 1 hectárea, con órdenes típicos de magnitud de entre 5 a 10 hectáreas hasta 10^2 km² para las Geoformas mayores.

Una Geoforma debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Es fácilmente reconocible, tanto a partir de imágenes aéreas adecuadas que permitan la visión tridimensional como en el propio terreno.
- Sus límites representan cambios netos en las características del relieve o, cuando no son suficientemente claros, se determinan a partir del cambio en ciertos parámetros que no siempre tienen expresión en la morfología (formaciones geológicas subyacentes, por ejemplo).
- Sus dimensiones son convenientes para la escala del mapa y para el estudio edafológico posterior, de tal manera que proporcionan una información adecuada para este objetivo y no se crean multitud de recintos o polígonos de escaso significado.

Ejemplos de Geoformas (o Unidades Geomorfológicas) son: valle en V; superficie de cono de esparcimiento; relieve lacustre ondulado; coluvión reciente; fondo de valle glaciar; rampa de piedemonte de cono volcánico; cordón litoral; aplanamiento

kárstico; colinas en media naranja; manto eólico; superficie de cuesta; relieve colinado medio; superficie horizontal disectada; superficie intervenida.

1.1. Justificación del sistema de jerarquía de relieve adoptado

Los órdenes de jerarquía adoptados suponen un cambio con respecto a la sistemática llevada a cabo en la cartografía geomorfológica realizada por el Instituto Espacial Ecuatoriano, IEE (exCLIRSEN), cuyos trabajos son predecesores de éste. Dicho organismo, para encuadrar las geoformas en un nivel superior de cierta homogeneidad, sólo consideró a las que denominó Unidades Ambientales, sin otros niveles o escalones. La modificación llevada a cabo en el presente Proyecto supone una estructuración de la información geomorfológica en varios niveles jerárquicos (Contexto Morfológico, Dominio Fisiográfico y Región), que atienden a una categorización del relieve en función de la escala de análisis y que, por tanto, contribuye a una mejor comprensión del mismo.

Por otra parte, aunque las anteriormente denominadas Unidades Ambientales equivalen, en algunos casos, a los designados en este trabajo como Contextos Morfológicos (por ejemplo, Relieves de los márgenes de las cimas frías era una Unidad Ambiental y ahora es considerado un Contexto Morfológico, con idéntico nombre), existen otras situaciones en que dichas Unidades Ambientales parecen ajustarse mejor a una categoría de mayor amplitud geográfica, el Dominio Fisiográfico. Es el caso, por ejemplo, de la Unidad Ambiental Vertientes externas de la Cordillera Real, que en este trabajo ya es tratado como Dominio Fisiográfico, en el que se incluyen cuatro diferentes Contextos Morfológicos.

2. Atributo relacionado con la génesis de la Geoforma

El grupo genético indica el tipo general de modelado característico de cada tipo de Geoforma. Una denominación de Geoforma siempre se atribuye, por tanto, a un determinado grupo genético.

Las principales características de los trece grupos genéticos se sintetizan en el Cuadro IV.2.

Cuadro IV.2. Grupos genéticos y características de los mismos

GRUPO GENÉTICO	CARACTERÍSTICAS GENERALES
Fluvial	Formas y depósitos ligados a ríos y al flujo de agua habitualmente encauzada. También se incluyen formas resultantes de la erosión generalizada por agua
Fluvio-lacustre	Formas y depósitos ligados a lagos, lagunas y áreas endorreicas, incluyendo depresiones con acumulación de agua esporádica, temporal o permanente
Laderas	Formas y depósitos relacionados con la evolución y dinámica de las laderas o vertientes
Glaciar y periglaciar	Formas y depósitos producidos por la acumulación de hielo (glaciares) y en las zonas de su periferia o en las que dominan los ciclos de hielo y deshielo del terreno y/o la existencia de permafrost (periglaciares)
Volcánico	Formas y depósitos tanto asociados directa o indirectamente a edificios volcánicos recientes como relieves que aparecen sobre sustrato volcánico

Marino	Formas y depósitos relacionados tanto con la dinámica litoral actual y reciente, como formas relacionadas con depósitos marinos antiguos
Kárstico	Formas desarrollados principalmente sobre rocas calcáreas (calizas, dolomías, calcarenitas) y evaporítico-salinas, con un característico modelado
Meteorización	Formas características producto de una intensa meteorización química
Eólico	Formas y depósitos producidos por la acción del viento
Estructural	Modelados resultantes de la interacción entre los diversos procesos erosivos y la litología y estructura de las rocas
Tectónico-erosivo	Formas sin rasgos característicos (geoformas banales), no ligadas a ningún sustrato litológico concreto, de cierta extensión y continuidad. Las geoformas incluidas en este grupo han sido modeladas por una erosión relativamente uniforme en su conjunto, generalmente sobre materiales que habían sido con anterioridad elevados tectónicamente
Poligénicas	Formas y depósitos que tienen su origen en dos o más grupos genéticos o que son de difícil adscripción a uno de ellos
Otras	Se incluyen en este grupo Geoformas de definición poco precisa, difícilmente representables por sus propias características y modo de aparición o áreas de fuerte intervención antrópica que impiden reconocer la geoforma original o representarla

Fuente: CTN

3. Atributos geológicos: formación geológica y litología

Una *formación geológica* (sensu stricto) es una unidad litoestratigráfica constituida por un conjunto de rocas claramente diferenciables de las adyacentes o próximas por sus características litológicas, suficientemente distintivas como para permitir esa diferenciación. Las *formaciones geológicas* (sensu stricto) se definen en su localidad tipo (de donde, generalmente, reciben su nombre: Formación Tarqui, Formación Tena). Además de caracterizarlas por la litología, se describe su contenido paleontológico si es el caso (que permitirá encuadrarlas en la escala cronoestratigráfica), potencia, extensión y variación lateral, así como sus relaciones con otras formaciones geológicas supra e infrayacentes.

La unión de dos o más *formaciones geológicas* contiguas asociadas, que presentan un cierto número de características litológicas comunes, se denomina *grupo* (sensu stricto). Las *formaciones geológicas*, por su parte, se pueden dividir, total o parcialmente, en unidades de rango menor, llamadas *miembros*.

Cuando estos cuerpos rocosos, a pesar de que hayan podido ser considerados por algunos autores como *formaciones geológicas*, *miembros* o *grupos*, no cumplen con los criterios seguidos internacionalmente para considerarlos bajo tales denominaciones, la tendencia es utilizar el término genérico de "unidad".

En este trabajo se considera el término "formación geológica" en sentido amplio, o informal: se incluyen en esta categoría general las *formaciones geológicas*, *grupos* y

“unidades” que así fueron consideradas en la cartografía geológica utilizada como referencia o insumo principal (cartografía geológica 1:100.000 o 1:250.000 proporcionada por el INIGEMM al inicio de este Proyecto, en febrero de 2014).

También se incluyen bajo esta categoría diferentes tipos de *formaciones* o *depósitos superficiales*: una formación o depósito superficial es un cuerpo sedimentario, de espesor limitado, normalmente del orden de la decena de metros, que recubre el sustrato geológico, sin guardar relación geométrica con él; habitualmente están poco o nada consolidados y/o compactados y pertenecen al Cuaternario (<1,8 millones de años). Ejemplos de formaciones superficiales son: depósitos aluviales; depósitos coluviales; depósitos glacio-lacustres. Otras formaciones superficiales pueden denominarse, incluso, con el nombre de una localidad o topónimo donde aparecen y su litología o tipo litológico dominante (por ejemplo, ceniza del Tungurahua o volcano-sedimentos del Quilotoa).

Bajo estas consideraciones, para toda el área de estudio se han establecido un total de 236 formaciones geológicas (en sentido amplio del término) para el total del área de estudio. A cada una de estas formaciones se les ha asociado una descripción litológica, de acuerdo a la que aparece en las cartografías geológicas anteriormente referidas, completando y contrastando dicha descripción con los principales léxicos estratigráficos del país disponibles en el momento de establecer estas relaciones (Bristow y Hoffstetter, 1977; Duque, 2000).

La asignación de los atributos “formación geológica” y “litología” se realiza, por tanto, a través del primero de estos atributos. Aunque la referencia principal es la cartografía geológica 1:100.000 (o 1:250.000) del INIGEMM u organismos predecesores, también se utilizan como insumos otras cartografías geológicas (ver apartado 2.2.1.2. Insumos complementarios, de la Memoria) cuando se deduce que éstas son de mejor calidad o precisión. Asimismo, se realizan modificaciones cuando existen evidencias, en campo o mediante la propia fotointerpretación, de una “formación geológica” concreta diferente a la proporcionada por cualquiera de los insumos geológicos.

En el Cuadro IV.3 se muestran algunos ejemplos de formaciones geológicas o depósitos superficiales, con el código asignado y la descripción del tipo de roca o sedimento.

Cuadro IV.3. Ejemplos de formaciones geológicas o depósitos superficiales, símbolos asignados y descripción litológica correspondiente

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	(*)	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROCA O SEDIMENTO
Depósitos de ladera	Q_{dl}	Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas)
Volcano-sedimentos del Quilotoa	Q_{dvQ}	Tobas bien estratificadas, con frecuente carácter lacustre y alternantes con cenizas y lapilli
Conglomerados Zarapullo	P_{za}	Guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa
Formación Borbón	PI_B	Areniscas de grano grueso en bancos, con intercalaciones de argilita y conglomerados en la base
Formación Mangán	Mio_{Mn}	Limolitas, lutitas y areniscas de grano fino interestratificadas; lutitas con vetas de carbón; areniscas de grano grueso y conglomeráticas
Formación Playa Rica	Ole_r	Lutitas grises o negras laminadas, con intercalaciones de areniscas
Formación Ostiones	Eo_{os}	Lutitas duras, grises a pardas; tobas y arcillas silíceas hacia muro
Formación Tiyuyacu	Pal_{Ty}	Conglomerado de cuarzo, lutita y chert en matriz areno-limosa; areniscas con intercalaciones de lutitas rojas, grises y verdes
Grupo Alamor	Ma_l	Lutitas, areniscas, arcillas y limos estratificados, localmente con ligero metamorfismo
Batolito de Zamora	J_{abs}	Granitoides
Unidad Piedras	PZ_{Pi}	Anfibolitas gneísicas de grano fino a grueso y esquistos verdes
Granito de Abitagua	IN G_{Ab}	Granito (monzogranito de biotita, de grano grueso y color rosado)
Gabro	IN G_a	Gabro

Fuente: CTN, a partir de: cartografías geológicas oficiales 1: 100.000 y 1:250.000 del INIGEMM y organismos predecesores; Bristow y Hoffstetter, 1977; Duque, 2000

(*) Nota: Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: Breve léxico estratigráfico del Ecuador (Duque, 2000), hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores, Mapa Geológico de la República del Ecuador a escala 1:1.000.000 (CODIGEM-BGS, 1993; DGGM-IGS, 1982) y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros grupos litológicos que no tienen reconocimiento de formación, así como para ciertas formaciones geológicas, se ha acordado la adopción de códigos propios, siguiendo criterios análogos a los utilizados en dichos trabajos de referencia.

En los códigos la primera o primeras letras hacen referencia a la edad: Q= Cuaternario, P=Pleistoceno, Pl=Plioceno, Mio=Mioceno, Oli=Oligoceno, Eo= Eoceno, Pal=Paleoceno, K=Cretácico, J=Jurásico, Pz=Paleozoico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial (dl=depósitos de ladera; dvQ=depósitos volcánicos del Quilotoa) o al nombre de la "formación geológica" (za=Zarapullo; Bb=Borbón; Mn=Mangán, etc.). Los símbolos que inician su denominación con IN se refieren a cuerpos intrusivos sin asignación de edad.

4. Atributos morfológicos: forma de la cima, de la vertiente y del valle

Los atributos morfológicos, de carácter descriptivo, hacen referencia a variables que ayudan a describir la forma del relieve de la Unidad Geomorfológica delimitada. Se incluyen los siguientes (Cuadro IV.4):

- Forma de la cima
- Forma de la vertiente
- Forma del valle

Cuadro IV.4. Categorías de formas de cima, vertiente y valle

FORMA DE LA CIMA	FORMA DE LA VERTIENTE	FORMA DEL VALLE
Aguda	Cóncava	En U
Redondeada	Convexa	En V
Plana	Rectilínea	Plano
Otras	Mixta	Otras
No Aplicable	Irregular	No Aplicable
	Otras	
	No Aplicable	

Fuente: CLIRSEN, 2012

5. Atributos morfométricos: desnivel relativo, longitud de vertiente y pendiente

Los atributos morfométricos se refieren a variables susceptibles de medida y que contribuyen a caracterizar el recinto o polígono identificado desde el punto de vista del análisis cuantitativo del relieve que proporciona la Geoforma. Los atributos de este tipo son:

- Desnivel relativo
- Longitud de vertiente
- Pendiente

La asignación de todos estos atributos está automatizada, tal como se explica en el documento "Atributos de las geoformas, asignación de atributos y sistema de validación", en base a los datos que proporciona el MDT. No obstante, el fotointérprete los puede modificar si considera que no se ajustan a lo observado o son de carácter anómalo o inexacto.

El *desnivel relativo* corresponde a la altura existente entre la parte más baja, generalmente el cauce de los ríos, quebradas o incisiones (nivel base) y la parte más

alta de las unidades geomorfológicas (CLIRSEN, 2012). Las categorías o rangos establecidos son las que se muestran en el Cuadro IV.5.

Cuadro IV.5. Categorías de desnivel relativo

CLASE	DESNIVEL RELATIVO
1	0 - 5 m
2	>5 - 15 m
3	>15 - 25 m
4	>25 - 50 m
5	>50 - 100 m
6	>100 - 200 m
7	>200 - 300 m
8	>300 m
NO APLICABLE	

Fuente: CLIRSEN, 2012

La *longitud de vertiente* corresponde a la distancia inclinada existente entre la parte más alta y la más baja de una unidad geomorfológica (IEE, 2012). Las categorías o rangos establecidos se muestran en el Cuadro IV.6.

Cuadro IV.6. Categorías de longitud de vertiente

CLASE	TIPO	LONGITUD DE VERTIENTE
1	Muy corta	< 15 m
2	Corta	>15-50 m
3	Moderadamente larga	>50-250 m
4	Larga	>250-500 m
5	Muy larga	>500 m
NO APLICABLE		

Fuente: CLIRSEN, 2012

La *pendiente* es el grado de inclinación de las geoformas, con relación a la horizontal, expresado en porcentaje (IEE, 2012). Se han establecido diez clases o rangos de pendientes de pendiente (Cuadro IV. 7).

Cuadro IV.7. Categorías de pendiente

CLASE	TIPO	PENDIENTE (%)
1	Plana	0-2
2	Muy suave	>2 - 5
3	Suave	>5 - 12
4	Media	>12 - 25
5	Media a fuerte	>25 - 40
6	Fuerte	>40 - 70
7	Muy fuerte	>70 - 100
8	Escarpada	> 100 - 150
9	Muy escarpada	> 150 - 200
10	Abrupta	> 200
NO APLICABLE		

Fuente: CLIRSEN, 2012

6. Atributos relacionados con el drenaje

Son dos las variables o atributos que se refieren al drenaje: la forma de drenaje y la densidad de drenaje. Ambas variables proporcionan información indirecta sobre el sustrato (litología y estructura) y/o el tipo de modelado al que está, o ha estado, sometida la Geoforma. Las categorías consideradas para cada uno de estos atributos se recogen en los Cuadros IV.8 y IV.9.

La forma de drenaje se asigna por fotointerpretación, mientras que la densidad de drenaje (relación entre la longitud total de cauces que atraviesan un área dada y la superficie de dicha área: Horton, 1945; Strahler, 1952; Strahler, 1954) se obtiene automáticamente.

Las herramientas para generar la red de drenaje son ArcGIS 10, ArcHydro y ETGeowizard.

Cuadro IV.8. Categorías de tipo de drenaje

TIPOS DE DRENAJE
Dendrítico
Subdendrítico
Anastomosado
Meándrico
Paralelo
Enrejado
Rectangular
Angular
Radial
Asimétrico

Subparalelo
Pinnado
Otras
No Aplicable

Fuente: CLIRSEN, 2012

Cuadro IV.9. Categorías de densidad de drenaje

CLASE O TIPO	DENSIDAD
Drenaje grueso (baja densidad)	< 5 km/km ²
Drenaje medio (media densidad)	5-12 km/km ²
Drenaje fino (alta densidad)	> 12 km/km ²
NO APLICABLE	

Fuente: CTN

Bibliografía citada en el Anexo

Bristow, C.R., y Hoffstetter, R., 1977. Lexique Stratigraphique International, vol. V. Amérique Latine, Fasc. 5 a 2: Ecuador. *Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)*. París, 410 p.

CLIRSEN, 2012. Proyecto: "Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional, escala 1:25.000". Geomorfología. Metodología (versión 2012). *Informe no publicado*. Quito, 36 p.

CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico Minero Metalúrgica; British Geological Survey), 1993. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *CODIGEM*. Quito.

DGGM-IGS (Dirección General de Geología y Minas; Institute of Geological Sciences), 1982. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *DGGM*. Quito.

Duque, P., 2000. Léxico Estratigráfico del Ecuador. *CODIGEM*. Quito, 102 p.

Horton, R.E., 1945. Erosional development of streams and their drainage basis; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 56, 275-370.

Strahler, A.N., 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 63, 1117-1142.

Strahler, A.N., 1954. Statistical analysis in geomorphic research. *J. Geology*, 62, 1-25.

Winckell, A. (coordinador), 1997. Los paisajes naturales del Ecuador: las regiones y paisajes del Ecuador. *CEDIG, IPGH, ORSTOM, IGM*. Quito, 416 p. + mapa esc. 1:1.000.000.