

MEMORIA TÉCNICA

GEOMORFOLOGÍA

CANTÓN GONZALO PIZARRO

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.	<i>Software</i> 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 Sistema Volcánico	18
3.2.2.	Dominio Fisiográfico Vertientes Externas de la Cordillera Real	18
3.2.3.	Dominio Fisiográfico Medio Aluvial de Sierra	19
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Zona Subandina	19
3.2.5.	Dominio Fisiográfico Amazonía Periandina	20
3.2.6.	Dominio Fisiográfico Medio Aluvial Amazónico	20
3.3.	Contextos morfológicos	21

3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas	21
3.3.2. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	22
3.3.3. Medio Aluvial de Sierra	22
3.3.4. Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas	22
3.3.5. Piedemontes próximos, con coberturas de cenizas volcánicas recientes	22
3.3.6. Medio aluvial amazónico	23
3.4. Geformas y formaciones geológicas presentes en el cantón	24
3.5. Descripción de geformas	28
3.5.1. Fluvial	28
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)	28
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobrexcaución de cauce en llanura de inundación) (F2)	28
3.5.1.3. Valle en V (E1)	29
3.5.1.4. Barranco (E2)	29
3.5.1.5. Garganta (E3)	30
3.5.1.6. Encañonamiento (E4)	30
3.5.1.7. Terraza media (Tm)	30
3.5.1.8. Terraza alta (Ta)	30
3.5.1.9. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)	31
3.5.1.10. Terrazas indiferenciadas (Ti)	31
3.5.1.11. Terrazas escalonadas (Te)	31
3.5.2. Laderas	31
3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)	31
3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)	32
3.5.2.3. Vertiente abrupta (La1)	32
3.5.2.4. Vertiente heterogénea (Lh1)	33
3.5.2.5. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)	33
3.5.2.6. Escarpe de deslizamiento (Lh6)	33
3.5.2.7. Coluvión reciente (Col1)	33
3.5.2.8. Coluvión antiguo (Col2)	34
3.5.2.9. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)	34
3.5.2.10. Glacis de esparcimiento disectado (Pd2)	35
3.5.2.11. Glacis-cono de esparcimiento (Pd3)	35
3.5.2.12. Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4)	35
3.5.3. Volcánico	36
3.5.3.1. Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y sin retoque glaciar (Vca3)	36
3.5.3.2. Lahar (Vcl)	36
3.5.4. Estructural	36
3.5.4.1. Superficie de mesa o meseta (Eh1)	36

3.5.4.2.	Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2)	37
3.5.4.3.	Cornisa de mesa o meseta (Eh3).....	38
3.5.4.4.	Vertiente de mesa o meseta (Eh4)	38
3.5.4.5.	Superficie de cuesta (Ei1)	38
3.5.4.6.	Superficie de cuesta disectada (Ei2)	39
3.5.4.7.	Frente de cuesta (Ei3)	39
3.5.4.8.	Vertiente de cuesta (Ei4)	40
3.5.4.9.	Superficie de chevron (Ei5)	40
3.5.4.10.	Frente de chevron (Ei6)	40
3.5.4.11.	Vertiente de chevron (Ei7).....	40
3.5.4.12.	Restos de superficie estructural (Esr)	41
3.5.5.	Tectónico-erosivo	41
3.5.5.1.	Relieve ondulado (Rt1)	41
3.5.5.2.	Relieve colinado muy bajo (Rt2).....	41
3.5.5.3.	Relieve colinado bajo (Rt3)	41
3.5.5.4.	Relieve colinado medio (Rt4)	42
3.5.5.5.	Relieve colinado alto (Rt5)	42
3.5.5.6.	Relieve colinado muy alto (Rt6)	43
3.5.5.7.	Relieve montañoso (Rt7)	43
3.5.6.	Poligénicas	43
3.5.6.1.	Coluvio-aluvial reciente (Coa1)	43
3.5.6.2.	Coluvio-aluvial antiguo (Coa2).....	43
3.5.6.3.	Superficie horizontal (Sh2).....	44
3.5.6.4.	Abrupto de superficie horizontal (Sh4)	44
3.5.6.5.	Superficie inclinada (Si2)	44
3.5.6.6.	Abrupto de superficie inclinada (Si4).....	44
3.5.6.7.	Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)	45
IV.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	46
V.	REFERENCIAS.....	49
5.1.	Referencias generales	49
5.2.	Bibliografía citada	50

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	10
Cuadro 2.2. Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Gonzalo Pizarro	15
Cuadro 3.1. Regiones y Dominios Fisiográficos presentes en el cantón Gonzalo Pizarro	17
Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Gonzalo Pizarro.....	20
Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón	25
Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón	29

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.....	5
Figura 2.2. Plan de calidad en la cartografía geomorfológica, principales hitos	13
Figura 2.3. Insumos de base de generación de los MDT en el cantón Gonzalo Pizarro	14
Figura 3.1. Localización de recorridos y fichas de campo del cantón Gonzalo Pizarro	16
Figura 3.2. Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Gonzalo Pizarro	17

LISTA DE FOTOS

Fotos 1 y 2. Valle fluvial, llanura de inundación de inundación. Sector río Coca	28
Foto 3. Terraza baja y cauce actual. Sector El Reventador.....	29
Fotos 4 y 5. Vertiente abrupta. Sector río Quijos	32
Foto 6. Coluvión antiguo. Sector La Delicia.....	34
Foto 7 y 8. Lahar. Sector río Reventador	36
Foto 9. Superficie de mesa o meseta. Sector río Ushaue	37
Fotos 10 y 11. Superficie de mesa o meseta disectada. Sector San Francisco	38
Fotos 12 y 13. Superficie de cuesta. Sector Lumbaqui Norte y Lumbaqui	39
Foto 14. Relieve colinado bajo. Sector Lumbaqui	42

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:

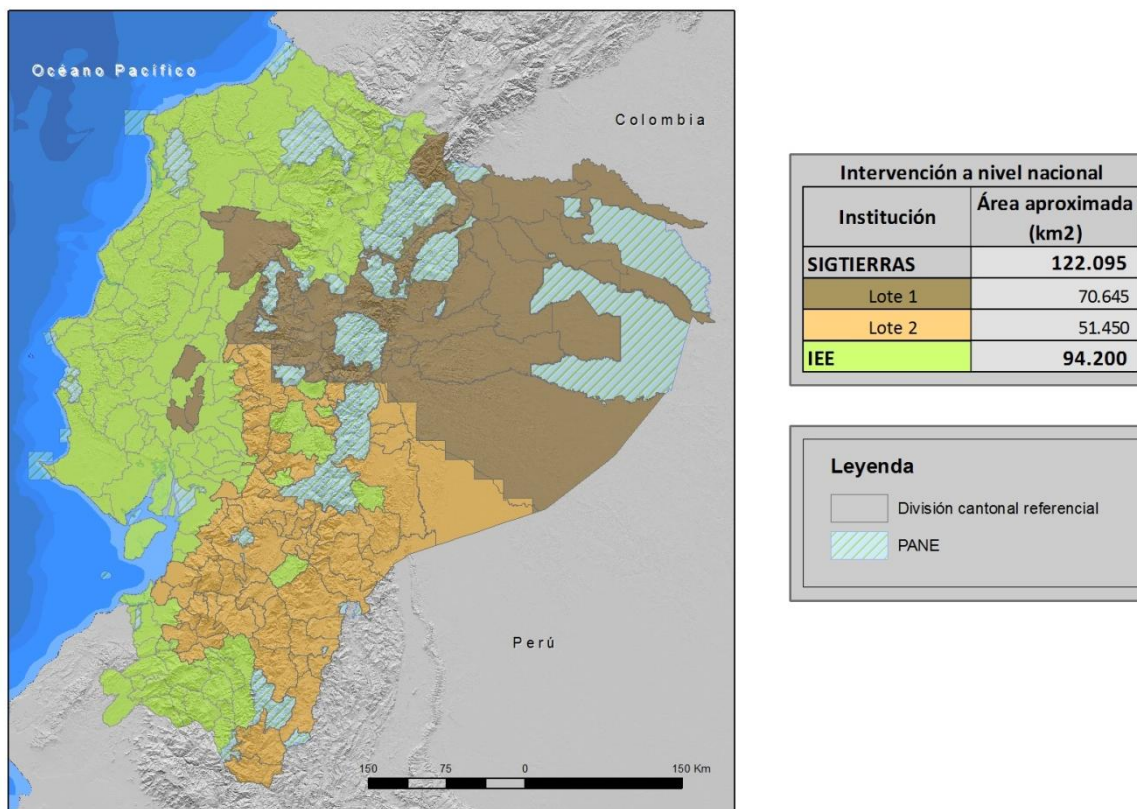
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

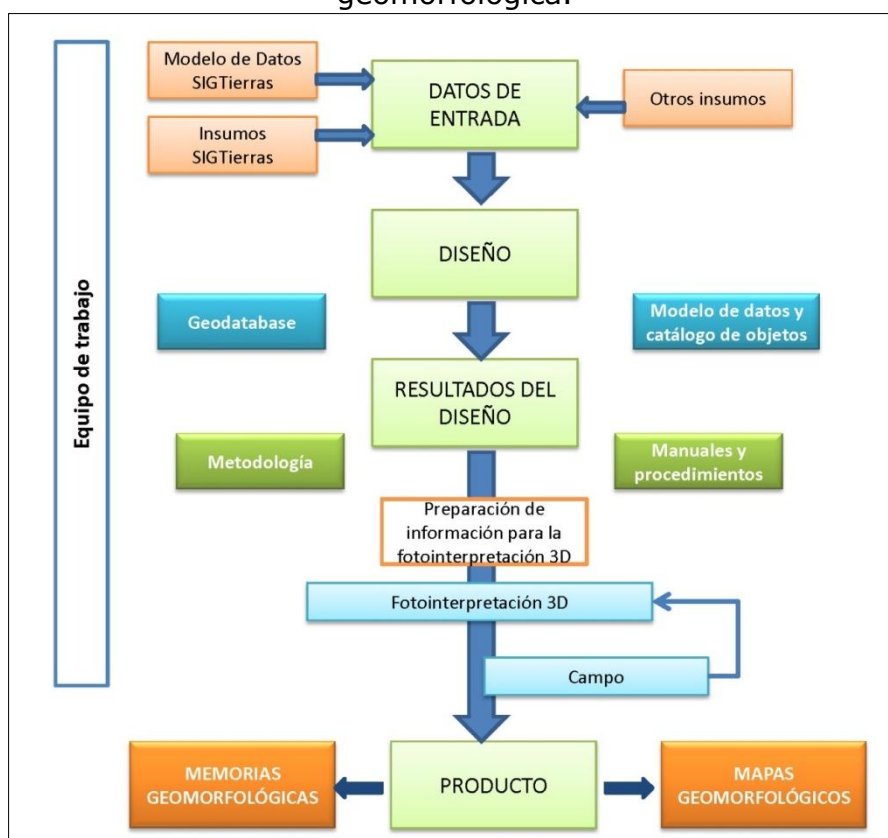
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

- 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 morfoedológicos
- 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
OTRAS	Sustrato diverso	Macizo rocoso	Sdv1
	-	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.

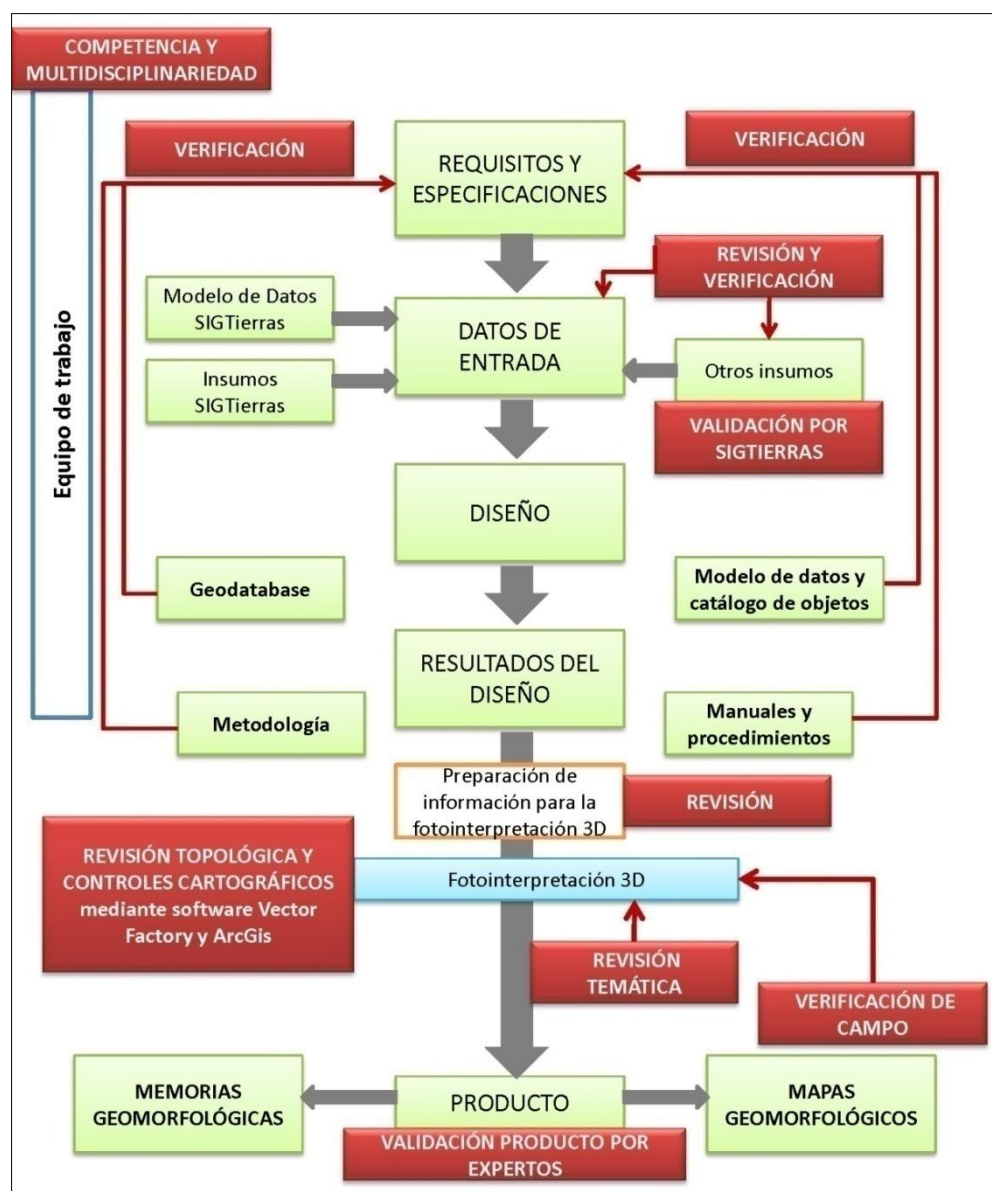
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

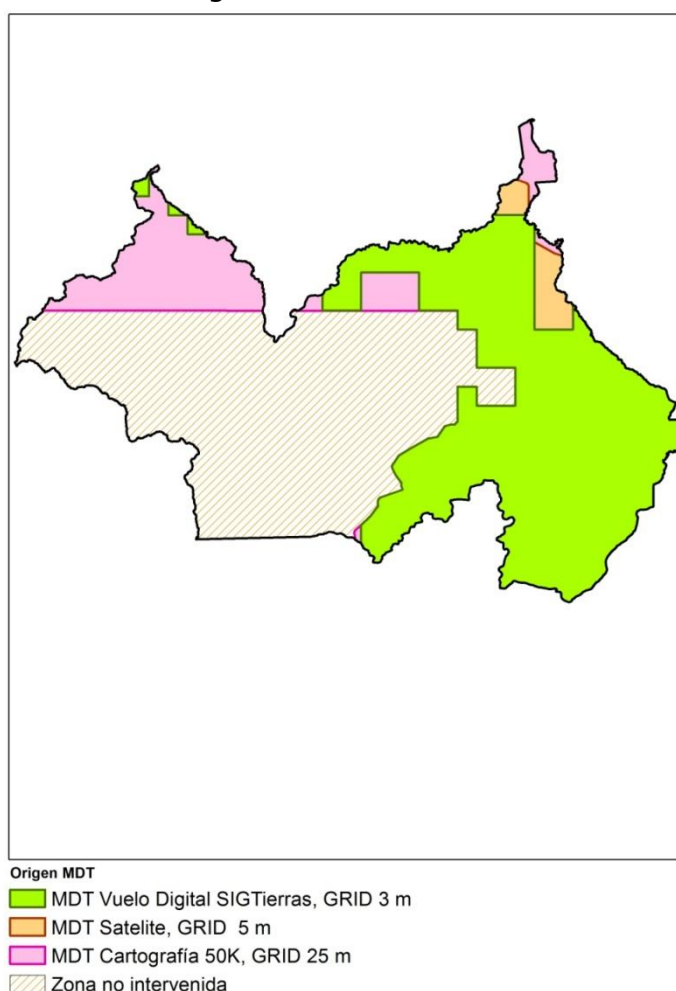
Estos hitos son los siguientes:

- Competencia y multidisciplinar del equipo de trabajo 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 Gonzalo Pizarro 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 Gonzalo Pizarro.



Fuente: CTN

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

- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-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*. 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.
- 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*. Quito.
- INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), 1989. Hoja Geológica: Mariano Acosta (Hoja 98), Esc. 1:100.000. *INEMIN*. Quito.
- INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), 1989. Hoja Geológica: Reventador (Hoja 99), Esc. 1:100.000. *INEMIN*. 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 Gonzalo Pizarro.

Código	Cartas Topográficas	Código	Cartas Topográficas
OII-E2	Rio Cofanes	OII-F3	Lumbaqui
OII-E4	Rio Due Grande	OIII-A2	Volcán El Reventador
OII-F1	Puerto Libre	OIII-B1	Atenas

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

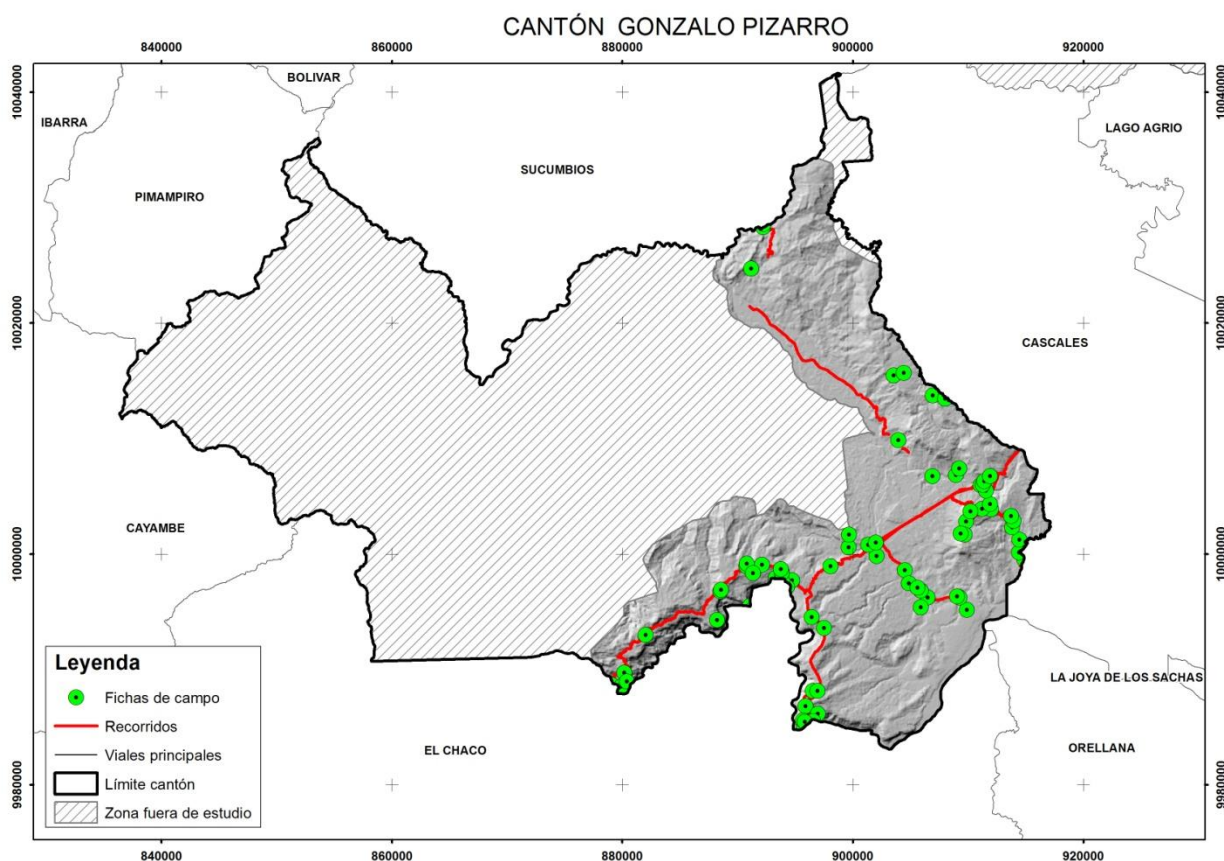
III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Gonzalo Pizarro se realizó del 05, 08 y 09 de agosto; 10 y 11 de noviembre; y 07 y 09 de diciembre de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron fichas de campo de 100 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 Gonzalo Pizarro.



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 2.234 km² y una superficie aproximada del área de estudio de 781 km², se encuentra incluido en la Región Amazonia y en la Región Sierra.

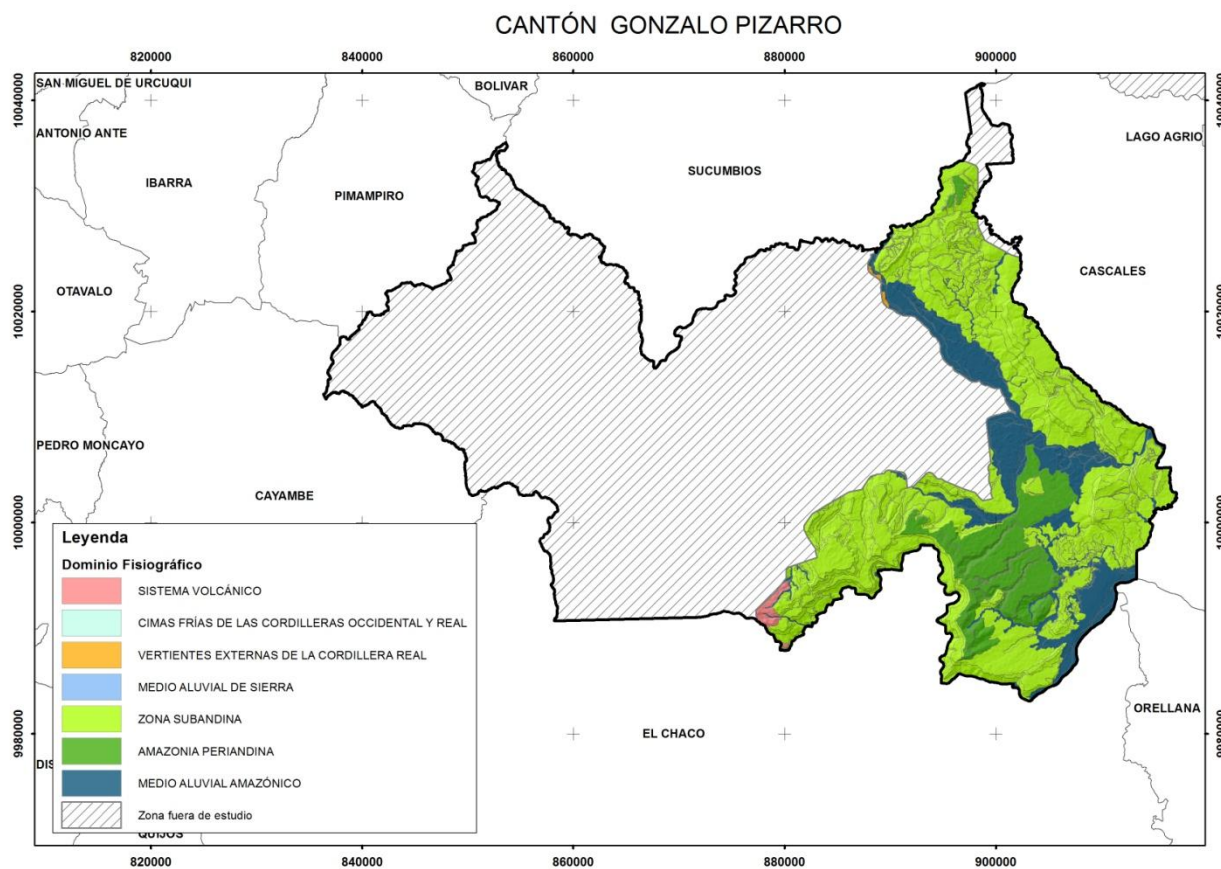
En cada una de estas regiones se diferencian seis dominios fisiográficos. Su distribución geográfica se presenta en la Figura 3.2, y la extensión que ocupa cada uno de ellos en el cantón se muestra en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Regiones y Dominios Fisiográficos presentes en el cantón Gonzalo Pizarro.

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRÁFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Sistema Volcánico	5,8 km ²	0,7%
	Vertientes externas de la Cordillera Real	1,2 km ²	0,2%
	Medio Aluvial de Sierra	< 1 km ²	0,1%
AMAZONÍA	Zona Subandina	513,7 km ²	65,7%
	Amazonía Periandina	111,7 km ²	14,1%
	Medio Aluvial Amazónico	149,6 km ²	19,2%

(*) 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 Gonzalo Pizarro.



3.2.1. Dominio Fisiográfico 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 Gonzalo Pizarro este dominio está representado por parte del cono muy bien conservado, con actividad volcánica actual y sin retoque glaciar, del edificio volcánico del Reventador, cuyos otros elementos que conforman el complejo volcánico se encuentran en el cantón colindante del Chaco o fuera de la zona de estudio. Estas unidades ocupan la esquina sureste del cantón.

3.2.2. Dominio Fisiográfico Vertientes Externas de la 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 altitudinal, 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 Gonzalo Pizarro, este dominio se dispone en el extremo noroeste de la superficie cartografiada, en el margen derecho del río Aguarico y limítrofe con el cantón Sucumbíos. Su extensión es muy poco significativa dentro del área de estudio, inferior al 1%.

3.2.3. Dominio Fisiográfico Medio Aluvial de Sierra

En el cantón Gonzalo Pizarro este dominio está representado por el sistema fluvial del río Chingual, con dirección submeridiana. El área que ocupa este dominio en la superficie cartografiada del cantón, es muy poco representativa, siendo menor de 1 km².

3.2.4. Dominio Fisiográfico Zona Subandina

Son 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 lapiaques, 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 Gonzalo Pizarro representa el dominio fisiográfico más extenso. Se dispone por todo el sector septentrional (límite con el cantón Cascales), en el centro-oeste, inmediatamente a occidente de la población de Lumbaqui y en el sur-suroeste (límite con el cantón El Chaco), con alturas que oscilan entre los 500 y los 2.000 msnm. En el cantón está representado por la Cordillera del Napo, diversos corredores y depresiones, así como por las estribaciones orientales subandinas.

3.2.5. Dominio Fisiográfico 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 piedemontes 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 centro-sur de la superficie cartografiada del cantón, concretamente desde de la población de La Delicia hasta Cayagama, y entre el margen izquierdo del río Quijos y el margen derecho del río Dashino, con alturas que oscilan entre los 500 y 1.200 msnm. Los piedemontes proximales, con cobertura de cenizas volcánicas, constituyen la principal expresión morfológica de este dominio.

3.2.6. Dominio Fisiográfico 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 Gonzalo Pizarro este dominio está representado por los valles fluviales, y terrazas asociadas, de los ríos Coca, Quijos, Dashino, Candue, Aguarico y Due.

3.3. Contextos morfológicos

Los contextos morfológicos presentes en el área de estudio, dentro del cantón Gonzalo Pizarro 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 Gonzalo Pizarro.

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Sistema Volcánico	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
	Vertientes externas de la Cordillera Real	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Medio Aluvial de Sierra	Medio Aluvial de Sierra
AMAZONÍA	Zona Subandina	Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas
	Amazonía Periandina	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 Gonzalo Pizarro, el contexto se localiza en extremo suroeste, en las faldas del cono del volcán Reventador y en el río del mismo nombre, a altitudes que descienden desde los 2.200 a los 1.600 msnm. Su extensión total se aproxima a los 6 km².

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

Este contexto se corresponde con el batolito Baeza-Mera, afectado en superficie por una alterita arenosa, que es fácilmente movilizada por escorrentía superficial en las zonas carentes de cobertura vegetal densa. No obstante, el recubrimiento piroclástico superficial, aun discontinuo y de reducido espesor, aporta una cierta protección a las arenas subyacentes.

De forma similar a otros contextos desarrollados sobre cuerpos intrusivos de ambas vertientes, se presenta con una disección homogénea, regular y densa, con una jerarquización uniforme de la red de drenaje y una corta distancia interfluvial, refleja de rocas sin orientaciones preferentes y de su estructura isotrópica.

En el cantón Gonzalo Pizarro ocupa una pequeña parte en el extremo noroeste del área de estudio, en el margen izquierdo del río Aguarico, con una superficie aproximada de 1 km².

3.3.3. Medio Aluvial de Sierra

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.1.

3.3.4. 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 disectados, con una topografía extremadamente accidentada.

La gran mayoría del área de estudio dentro del cantón está ocupada por este contexto, con una extensión de unos 924 km². Se sitúa a alturas comprendidas entre los 500 y los 2.000 msnm.

3.3.5. Piedemontes próximos, con coberturas de cenizas volcánicas recientes

Un gran conjunto de conos de esparcimientos 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 Gonzalo Pizarro, este contexto es el tercero más extenso y se ubica en las zonas centro-meridional y septentrional del cantón, con alturas que oscilan entre los 800 a 1.700 msnm. Su extensión total se aproxima a los 630 km².

3.3.6. Medio aluvial amazónico

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.4.

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	VOLCÁNICO	Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y sin retoque glaciar	5
		Lahar	< 1
Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Barranco	< 1
	LADERAS	Vertiente heterogénea con fuerte disección	< 1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado bajo	< 1
		Relieve montañoso	< 1
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Terraza baja y cauce actual (sobreelevación de cauce en llanura de inundación)	< 1
Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas	FLUVIAL	Valle en V	< 1
		Barranco	1
		Garganta	2
		Encañonamiento	3
	LADERAS	Vertiente rectilínea	49
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	3
		Vertiente abrupta	8
		Vertiente heterogénea	31
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	15
		Escarpe de deslizamiento	3
		Coluvión reciente	< 1
		Coluvión antiguo	19
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	3
		Testigo de glaciación de esparcimiento	2
	ESTRUCTURAL	Superficie de mesa o meseta	16
		Superficie de mesa o meseta disectada	36
		Cornisa de mesa o meseta	21
		Vertiente de mesa o meseta	81
		Superficie de cuesta	33
		Superficie de cuesta disectada	47
		Frente de cuesta	10
		Vertiente de cuesta	20
		Superficie de chevron	2
Frente de chevron		< 1	
Vertiente de chevron	< 1		
Restos de superficie estructural	18		

Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geformas 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	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve ondulado	<1
		Relieve colinado muy bajo	5
		Relieve colinado bajo	4
		Relieve colinado medio	18
		Relieve colinado alto	25
		Relieve colinado muy alto	8
		Relieve montañoso	1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	14
		Superficie horizontal	2
		Abrupto de superficie horizontal	<1
		Superficie inclinada	6
		Abrupto de superficie inclinada	2
		Interfluvio de cimas estrechas	<1
Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes	FLUVIAL	Valle en V	1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	8
		Vertiente abrupta	4
		Coluvión reciente	1
		Coluvión antiguo	3
		Glacis de esparcimiento disectado	39
	ESTRUCTURAL	Glacis-cono de esparcimiento	25
		Superficie de mesa o meseta	12
		Superficie de mesa o meseta disectada	11
		Cornisa de mesa o meseta	<1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Vertiente de mesa o meseta	12
		Relieve colinado medio	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	2
		Superficie inclinada	1
Abrupto de superficie inclinada		<1	
Medio aluvial amazónico	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	47
		Terraza baja y cauce actual (sobree excavación de cauce en llanura de inundación)	26
		Valle en V	1
		Barranco	<1
		Garganta	<1
		Terraza media	27
		Terraza alta	34
		Vertiente o abrupto de terraza	2
		Terrazas indiferenciadas	5
		Terrazas escalonadas	3
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	2

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	km² (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)	27
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q _{dl3}	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	3
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	23
Depósitos coluvio aluviales	Q _{dca}	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	43
Depósitos aluviales	Q _{da}	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	133
Depósitos aluviales (terrazas)	Q _{da8}	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	62
Depósitos volcánicos (laharíticos)	Q _{dv2}	Cuaternario	Cenizas volcánicas con cantos y bloques, de marcada heterometría	< 1
Volcánicos Reventador	Q _{Vrv}	Cuaternario	Lavas basálticas, lahares y piroclastos	5
Formación Mera	Q _{Mr}	Cuaternario	Arcillas y areniscas tobáceas, con horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada	123

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (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	120
Formación Tena	K _{Te}	Cretácico	Arcillas de margosas a arenosas de colores abigarrados, principalmente pardo rojizos y rojos en superficie	146
Formación Napo	K _{Np}	Cretácico	Areniscas y lutitas con calizas subordinadas; caliza gris fosilífera; lutitas oscuras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas	120
Formación Hollín	K _{Ho}	Cretácico	Areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con escasas intercalaciones de lutitas arenosas	40
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	10

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-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, Pal=Paleoceno, K=Cretácico, JK=Jurásico-Cretácico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial en el caso de los materiales de edad Cuaternario (dl=depósitos de ladera; dca=depósitos coluvio aluviales, da= depósitos aluviales, etc.) o al nombre de la "formación geológica" (Te= Tena; Np= Napo; Ho=Hollín; etc.).

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)

Esta geoforma se presenta, con mayor desarrollo, asociada a los ríos más importantes dentro del área estudio (río Coca, Aguarico, Dashino y Tigre). Se caracteriza por la presencia de depósitos aluviales transportados y depositados por los canales fluviales, de granulometría muy diversa y con marcadas variaciones laterales y verticales de facies, dispuestos en franjas adyacentes al canal fluvial. Los terrenos a los que dan lugar se inundan, parcial o totalmente, durante épocas de crecidas. En el valle fluvial del río Coca se aprecia con claridad esta dinámica y sus efectos.

Presentan pendientes planas o muy suaves (de 0 a 5%) y formas de valle igualmente planas, recorridos por canales de marcado carácter meandriforme.

Esta geoforma aparece en el contexto morfológico *Medio Aluvial Amazónico*.



Fotos 1 y 2. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector Río Coca (izquierda). 11/09/2014 y Sector Dashino (derecha). 05/08/2014.

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

Las franjas que rodean e incluyen al canal o canales fluviales, a menudo separadas por islas pedregosas y que constituyen los lechos móviles de los ríos, cuando son mapeables se identifican mediante esta geoforma. Son parte de la propia llanura de inundación y están formadas por los acarreo de mayor grosor del río, con numerosos cantos y bloques de considerable tamaño y una baja proporción de elementos texturales más finos (arenas y limos, especialmente).

En los ríos Coca, Aguarico, Quijos y Due se presentan los mejores ejemplos, en los contextos morfológicos *Medio Aluvial Amazónico*.

Presenta pendientes planas o muy suaves (de 0 a 5%) y forma de valle plano. Los canales son de tipo anastomosado, con barras interiores y laterales a los cursos de agua.



Foto 3. Terraza baja y cauce actual del río Quijos. Vistas general y detalle de los materiales del depósito aluvial. Sector El Reventador. 09/08/2014.

3.5.1.3. Valle en V (E1)

La geoforma se encuentra presente en la zona centro y suroeste de la superficie cartografiada del cantón, en el centro sobre el cauce del río Dashino, y en el suroeste sobre el cauce del río Due Grande. Los valles con un perfil transversal en forma de V son típicos de los cursos altos de los ríos. Las dos vertientes laterales presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%) y el río erosiona verticalmente. Las dimensiones longitudinales son por lo general de orden kilométrico y anchuras reducidas (orden hectométrico).

Los valles en V se localizan en los contextos de *Medio Aluvial Amazónico* donde se encajan en la Formación Napo y *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes* donde afloran los materiales de la Formación Hollín.

3.5.1.4. Barranco (E2)

La geoforma se encuentra ubicada al suroeste de la superficie cartografiada del cantón, en el cauce del río Azuela, y pequeños afluentes ubicados en el margen izquierdo del río Quijos. Tiene similares características que la geoforma anterior, aunque menores dimensiones. Las pendientes transversales son fuertes en general (de 40 a 70%), con formas de valle en V y ausencia generalizada de suelos. Donde afloran las formaciones Chapiza, Hollín y Napo.

Se presenta en los contextos morfológicos de la *Cordillera del Napo* y *Medio aluvial amazónico*.

3.5.1.5. Garganta (E3)

La geoforma se encuentra ubicada al suroeste de la superficie cartografiada, en el cauce del río Due Chico. Se encuadra en el contexto morfológico *Cordillera del Napo*.

Estas gargantas, con pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), desniveles relativos que van de 25 a 50 metros y longitud de vertiente corta entre 15 y 50 metros, erosionan verticalmente a las areniscas cuarzosas de la Formación Hollín. Las vertientes de estas gargantas son irregulares en la mayoría de casos, aunque puntualmente dan lugar a formas rectilíneas; las formas de valle son en V.

3.5.1.6. Encañonamiento (E4)

Aparecen encañonamientos que cortan las formaciones Hollín y Mera, donde se integran en el contexto morfológico *Cordillera del Napo*.

Se trata de otra geoforma de incisión fluvial, similar a la garganta, pero con mayor profundidad de encajamiento. En este caso, los desniveles de sus vertientes están comprendidos entre 50 y 100 m, con pendientes de muy fuertes a escarpadas. Las longitudes de vertiente oscilan entre 50 y 250 metros. Las formas de las vertientes rectilíneas y la forma de valle predominante son en U.

3.5.1.7. Terraza media (Tm)

Son superficies subhorizontales, aunque su pendiente (de 0 a 12%) se acentúa ligeramente por la presencia de incisiones que irregularizan el terreno. Se trata del primer nivel de terrazas por encima de los depósitos fluviales actuales y que representan, por tanto, la última llanura de inundación abandonada por la excavación vertical de los diferentes ríos a los que se asocian: Aguarico, Due y Dashino.

Se sitúan, como promedio, a una altura de entre 7-8 m a 11-12 m sobre los cauces de los ríos anteriormente mencionados. La unidad incluye la propia superficie de terraza y su escarpe o abrupto, éste último no mapeable.

Se asocian al contexto morfológico *Medio Aluvial Amazónico* y litológicamente están constituidas por bloques y gravas, de redondeados a subredondeados, empastados en una matriz areno-limosa, tal como se ha podido constatar en algunos puntos de diferentes sectores del cantón.

3.5.1.8. Terraza alta (Ta)

Por encima del anterior nivel de terrazas aparece esta nueva superficie, con mayor representación geográfica que la terraza media. Está elevada sobre los cauces de los ríos Aguarico y Coca entre unos 18 a 25 m, con buena representación en los sectores céntricos y sur de la superficie cartografiada en el cantón.

Al igual que las terrazas medias, se incluye en el contexto morfológico *Medio Aluvial Amazónico* y su litología es análoga a la de ellas.

Presenta pendientes suaves (de 5 a 12%) en la gran mayoría de su superficie, irregularizada por las incisiones que se han desarrollado en ella.

3.5.1.9. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)

Esta geoforma está relacionada con las terrazas altas, ubicándose en los mismos ríos y el mismo contexto morfológico. Su litología es la misma que la de las terrazas, depósitos superficiales de origen aluvial, formados por conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa.

Se caracterizan por presentar pendientes medias a fuertes (de 12 a 70%), con desniveles relativos oscilan entre 25 y 50 metros, vertientes con longitudes moderadamente largas (de 50 a 250 m) y forma rectilíneas.

3.5.1.10. Terrazas indiferenciadas (Ti)

En algunas terrazas, no ha podido diferenciarse su posición relativa respecto al modelo general de terrazas (media, alta, colgada) de un determinado sistema fluvial, quedando muy dudosa su adscripción a alguna de ellas. En estos casos, a estos rellanos de origen fluvial se les ha considerado bajo la denominación de terrazas indiferenciadas.

Se localiza en la zona central de la superficie cartografiada del cantón, en el sector de Cayagama, y en el contexto morfológico *Medio Aluvial Amazónico* y se caracterizan por presentar pendientes suaves (5 a 12%), compuestas por depósitos aluviales (conglomerados, limo arenoso, arcilla limosa).

3.5.1.11. Terrazas escalonadas (Te)

La geoforma se encuentra ubicada en la zona norte de la superficie cartografiada del cantón, en el sector de Puerto Libre (San Pedro de los Cofanes). Se localiza en el contexto morfológico *Medio Aluvial Amazónico* y presentan pendientes medias (12 a 25%).

Las terrazas escalonadas son una serie de terrazas que, por su reducido tamaño, no han podido individualizarse en distintos niveles y, por tanto, quedan englobadas en una sola unidad cartográfica. Litológicamente son análogas al resto de terrazas.

3.5.2. Laderas

3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma sitúa más o menos homogénea dentro de la superficie cartografiada del cantón. Se localiza dentro de dos de los contextos morfológicos: *Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas* y *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*.

Son laderas de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con pendientes comprendidas entre el 12% y el 70%, con desniveles relativos, son relativamente importantes y suelen oscilar entre 50 metros y 300 metros; con longitudes de vertiente entre 250 metros y más de 500 metros. Se desarrollan sobre un amplio abanico de formaciones geológicas: Fm. Napo, Fm. Tena y Fm. Mera y en menor proporción Fm. Hollín y Fm. Tiyuyacu.

3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

A diferencia de la anterior, esta geoforma se sitúa de forma puntual en la zona oriental del cantón, situándose dentro del contexto morfológico *Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas*.

Estas laderas, de perfil longitudinal marcadamente rectilíneo, presentan una intensa disección, conservando una pendiente de cierta uniformidad a lo largo de las mismas. Aparecen con pendientes de medias (de 12 a 25%), desniveles relativos entre 100 a 200 metros y longitud de larga a muy larga (de 250 a más de 500 m). Se desarrollan sobre materiales de la Formación Tiyuyacu.

3.5.2.3. Vertiente abrupta (La1)

La geoforma se encuentra de forma mayoritaria en la zona sur de la superficie cartografiada, de forma puntual se localizan en el norte entre los límites con el cantón Sucumbíos y Cascales. Son laderas escasamente disectadas, con pendientes superior al 70% llegando a abruptas (más de 200%).

Presentan fuertes desniveles, de 50 a más de 300 metros y longitudes de vertiente con un alto rango de variabilidad, con formas rectilíneas y, ocasionalmente, ligeramente convexas. En el contexto morfológico *Cordillera del Napo* aparecen sobre las formaciones Chapiza, Napo y Tena. En los *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes* se presentan sobre las formaciones Tena y Mera.



Fotos 4 y 5. Vertiente abrupta y semidetalle de la Fm. Napo.
Sector margen izquierdo del río Quijos, límite con el cantón El Chaco.
05/08/2014.

3.5.2.4. Vertiente heterogénea (Lh1)

La geoforma se encuentra ubicada a lo largo de toda la zona centro y norte de la superficie cartografiada del cantón. Se encuentra en el contexto morfológico de la *Cordillera del Napo*.

Son laderas de perfil mixto o irregular, que presentan un amplio rango de pendientes (del 12 al 40%), desniveles relativos comprendidos entre 100 a más de 300 metros, con una longitud de vertiente de larga a muy larga (de 250 a más 500m) y formas de la vertiente irregulares y mixtas.

Al igual que la mayoría de los tipos de ladera identificados, se presentan sobre una amplia variedad de sustratos: formaciones Tena, Napo, Tiyuyacu y Mera.

3.5.2.5. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Aparece principalmente en el sector de Lumbaqui, en el área central, así como en el sector de Rastrojos, en el área septentrional de la zona de estudio del cantón.

Se incluye dentro de dos contextos morfológicos diferentes. Mayoritariamente se inserta en la *Cordillera del Napo* y, de forma puntual, en las *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Se caracteriza por presentar pendientes fuertes, desniveles relativos comprendidos entre 100 y más de 300 metros y vertientes muy largas (más de 500 m), de formas irregulares. Se desarrolla sobre las formaciones Tena, Napo y Tiyuyacu.

3.5.2.6. Escarpe de deslizamiento (Lh6)

Los deslizamientos son movimientos de ladera de una masa de suelo o roca que se producen a través de una superficie de rotura, cóncava o plana. En el área de cabecera del movimiento, suelen aparecer uno o más escarpes que indican el límite superior del deslizamiento. Son más fácilmente reconocibles cuando los movimientos han sido recientes, aunque dependiendo de su tamaño, topografía local y tipo de materiales en los que se produce, pueden llegar a identificarse incluso escarpes de deslizamientos muy antiguos (pre-holocenos, incluso).

Dentro del contexto morfológico de la *Cordillera del Napo* se han mapeado algunos de estos escarpes, que aparecen sobre las formaciones Tena y Tiyuyacu. Los escarpes dan lugar a formas de vertiente predominantemente cóncavas, pendientes superiores al 40% e, incluso, al 100%, y desniveles relativos variables en función de la magnitud del deslizamiento (desde 25 m a 100 m).

3.5.2.7. Coluvión reciente (Col1)

Los coluviones están formados por una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno. Aparecen depositados al pie de los glaciares de esparcimiento, en el sureste de la superficie estudiada del cantón, en el sector de Dashino y Panduyacu, y próximos a los cauces de los ríos Dashino y Aguas Turbias.

Se incluye en los contextos morfológicos de la *Cordillera del Napo* y *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*, y sus atributos son:

pendientes suaves (de 5 a 12%), desniveles relativos de 5 a 100 metros, y vertientes de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con formas irregulares, convexas y mixtas.

3.5.2.8. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geoforma de ladera, con depósitos superficiales asociados, se encuentra repartida por toda la superficie cartografiada del cantón, ocupando partes medias y bajas de laderas. Su mayor presencia se da en los contextos morfológicos *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes* y *Cordillera del Napo*.

Las morfologías típicas de estas geoformas responden a perfiles de ladera cóncavo-convexo o rectilíneo-convexo (formas de vertiente mixtas), pendientes de suaves a medias (de 5 a 25%) y medias a fuertes (de 25 a 40%), con desniveles muy variables, de 25 a más 300 metros, y longitudes que superan los 250 metros y, a menudo, los 500 metros.

Están formados por material textural y composicionalmente heterogéneo, en que predominan fragmentos de carácter angular y subangular englobados en una matriz arenosa o limosa, escasamente clasificados y sin estratificación.



Foto 6. Coluvión antiguo, desde vista superior. Sector La Delicia. 09/08/2014.

3.5.2.9. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

Los depósitos de deslizamiento corresponden a las masas de roca y suelo producidas por inestabilidades gravitatorias, situadas al pie de los correspondientes escarpes de deslizamiento (Lh6). A veces estos escarpes no son mapeables por su tamaño o han quedado obliterados por una erosión posterior al movimiento. En esos casos, ciertos indicios ayudan a reconocer tales depósitos de deslizamiento (anomalías en la red drenaje y en la fisiografía local, con marcadas prominencias y rugosidades; geometría en planta de la masa deslizada que se adapta a concavidades situadas a mayor altura, etc.).

Estos depósitos se sitúan, mayoritariamente, en las mismas áreas geográficas que los escarpes de deslizamiento. Están compuestos por material de alteración y meteorización de las laderas y por fragmentos angulares rocosos de las formaciones de las que proceden (principalmente de las formaciones Tena y Tiyuyacu), ubicándose en los contextos morfológicos de la *Cordillera del Napo y Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*.

Las pendientes de estos depósitos presentan gran variabilidad (de 5 a 70%), con longitudes y desniveles que igualmente presentan rangos muy diversos, en gran parte derivados de la magnitud del movimiento. Las formas de la vertiente de estos depósitos suele ser mixta (cóncavo-convexa).

3.5.2.10. Glacis de esparcimiento disectado (Pd2)

Esta geoforma ocupa una considerable superficie en el área central de la zona cartografiada, entre el sector de Lumbaqui y Dashino, encuadrada en el contexto *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*.

Presenta una pendiente de muy suave a suave (de 5 a 12%), desniveles relativos muy variables, siendo el mayoritario el de más de 300 metros, vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) y de formas mixtas. Están formados por una delgada cobertera de depósitos de ladera.

3.5.2.11. Glacis-cono de esparcimiento (Pd3)

La geoforma se encuentra ubicada en la zona central de la superficie cartografiada del cantón, en el sector de Gonzalo Pizarro y Cayagama.

Con forma de cono en planta, está constituido por depósitos de ladera de escasa potencia y altamente heterométricos.

Se encuentra dentro del contexto morfológico de *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes* y las características que presenta son: pendiente muy suave (de 2 a 5%), un desnivel relativo comprendido entre 50 y 200 metros, vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) y formas rectilíneas.

3.5.2.12. Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4)

La geoforma se encuentra presente en la zona central del cantón, al sur del sector de Cayagama, y cerca al cauce del río Dashina.

Esta geoforma no conserva completa la superficie entre el relieve del que procede y la llanura con la que originalmente enlazaba y tiene, textural y composicionalmente, características análogas a las de los glacis y glacis-cono de esparcimiento.

Se encuentra incluido dentro del contexto morfológico de *Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas* y las características que presenta son una pendiente muy suave (de 2 a 5%), un desnivel relativo comprendido entre 50 y 100 m, vertientes de longitud moderadamente larga (50 a 250 m) y formas rectilíneas.

3.5.3. Volcánico

3.5.3.1. Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y sin retoque glaciar (Vca3)

La geoforma se encuentra ubicada en la zona suroeste de la superficie cartografiada del cantón, en el límite con el cantón El Chaco, en el sector del río Reventador. Esta geoforma forma parte del volcán Reventador, dentro del contexto morfológico de Sistema volcánico.

En el ámbito territorial caracterizado en el cantón, la geoforma no aparece completa, mostrando sólo parte de las laderas del cono. Lavas basálticas, lahares y piroclastos son los materiales que la integran, denominados en la cartografía geológica del INIGEMM como Volcánicos Reventador. El volcán es activo y no presenta ningún tipo de retoque glaciar.

Da lugar a pendientes de fuertes (de 40 a 70 %) a medias a fuertes (de 25 a 40%), desniveles relativos superiores a 300 metros y vertientes rectilíneas de longitud muy larga (más de 500 m).

3.5.3.2. Lahar (Vcl)

Esta geoforma se encuentra en la misma ubicación que la anterior, resultado de la actividad volcánica del Reventador. Está formado por depósitos, canalizados a través del río Reventador, transportados como coladas de barro, que incorporan piroclastos, cenizas y otros materiales ajenos a la dinámica eruptiva, lo que da lugar a un conjunto altamente heterométrico y muy variado composicionalmente.

Presenta pendientes medias (de 12 a 25%).



Fotos 7 y 8. Lahar producto de la actividad del volcán Reventador y detalle de los depósitos volcánicos (laharíticos). Sector río Reventador. 09/12/2014.

3.5.4. Estructural

3.5.4.1. Superficie de mesa o meseta (Eh1)

La unidad geomorfológica se encuentra ubicada en la zona este y sur de la superficie cartografiada del cantón, en los sectores cercanos a los límites con los cantones El Chaco al sur y Cascales al este. Se localiza dentro del contexto morfológico de la

Cordillera del Napo. Corresponden a mesas bajas, generalmente con una altitud por debajo de los 600 metros.

Estas mesas o mesetas, elevadas sobre el terreno circundante, se desarrollan sobre las capas horizontales de las formaciones Napo, Tena y Tiyuyacu. La superficie presenta, en concordancia con la horizontalidad de las capas sobre las que se desarrolla, pendientes generalmente muy suaves (inferiores al 5%).

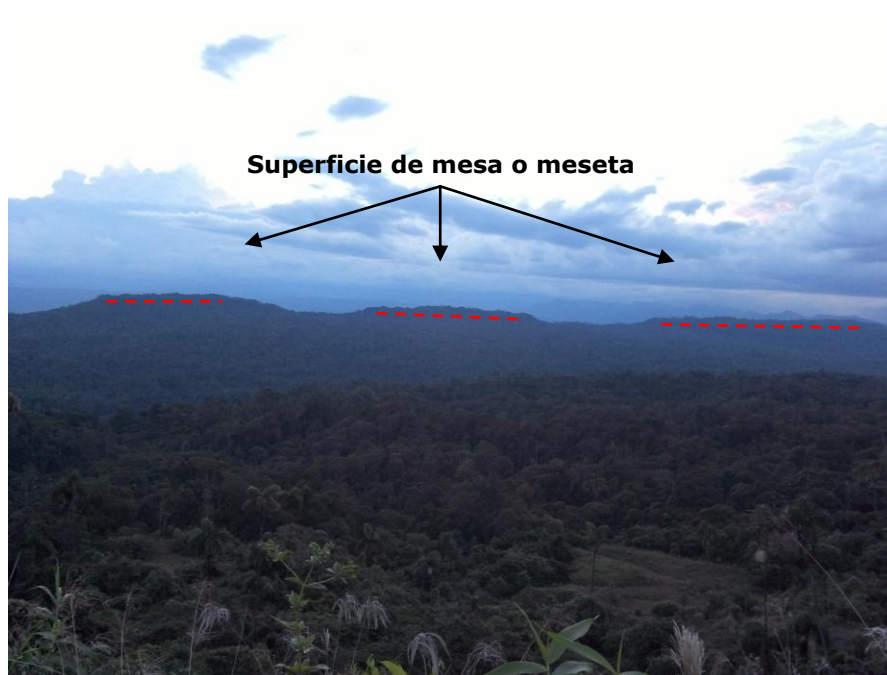
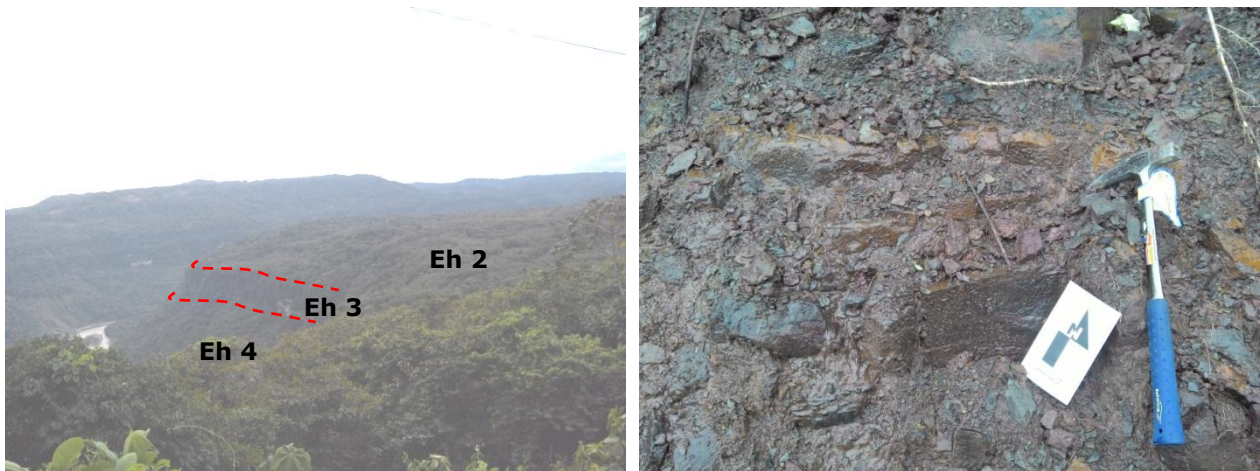


Foto 9. Superficie de mesa o meseta. Sector río Ushaue.
10/09/2014.

3.5.4.2. Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2)

Se encuentra ubicada mayoritariamente al suroeste de la superficie cartografiada del cantón, entre las poblaciones de Reventador y Atenas. Se desarrollan sobre las formaciones Tiyuyacu, Tena y Napo. Se sitúan dentro del contexto morfológico *Cordillera del Napo* y *Piedemontes próximos*, con cobertura de cenizas volcánicas recientes.

Estas superficies de mesa muestran un cierto grado de incisión por la escorrentía superficial concentrada, lo que origina unas pendientes algo más elevadas (de 5 a 25%) que en la geofoma anterior. El desnivel relativo en estas incisiones oscila entre 5 y 25 metros, con longitudes de vertiente moderadamente largas (de 50 a 250 m) y formas de valle en V.



Fotos 10 y 11. Superficie de mesa o meseta disectada. Vista general (izquierda). Sector El Reventador. 07/12/2014.; areniscas y lutitas de la Formación Napo (derecha). Sector San Francisco. 09/12/2014.

3.5.4.3. Cornisa de mesa o meseta (Eh3)

Estas cornisas presentan unas pendientes fuertes y muy fuertes (de 40 a 100%) y unos desniveles de entre 50 a 200 metros. Las vertientes de estas cornisas, rectilíneas, tienen una longitud de moderadamente larga a larga (de 50 a 500 m).

Las cornisas asociadas a las superficies de mesa con y sin disección se desarrollan sobre las mismas formaciones geológicas que éstas y se incluyen en el mismo contexto morfológico, la *Cordillera del Napo* y *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*.

3.5.4.4. Vertiente de mesa o meseta (Eh4)

Al pie de las cornisas, o de las propias superficies de mesa, tanto disectadas como no disectadas, se sitúan estas geoformas. Estas vertientes enlazan las superficies y cornisas con las partes bajas del relieve.

En la *Cordillera del Napo*, se encuentran sobre los materiales de las formaciones Chapiza, Napo, Tena y Tiyuyacu. Por el contrario, en el contexto *Piedemontes distales*, se hallan únicamente sobre los materiales de la Formación Mera sobre las que se desarrollan. Los atributos que presentan en ambos contextos son pendientes medias, de 12 a 25%, desnivel relativo de 100 a 200 metros, forma irregular y rectilínea y longitudes de vertiente superior a 500 metros.

3.5.4.5. Superficie de cuesta (Ei1)

Esta geoforma se encuentra a lo largo de toda la zona de estudio oriental del cantón, cerca a los límites con los cantones Cascales y El Chaco. Se encuentran dentro del contexto morfológico de la *Cordillera del Napo*.

Estas superficies están ligeramente inclinadas en la misma dirección y sentido del buzamiento de las capas sobre las que se desarrollan. Presentan pendientes suaves a medias, de 5 a 25%, y longitudes de vertiente superior a 500 metros en la mayoría de superficies.

Tienen su máxima expresión en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*, donde aparecen sobre las formaciones Tena, Tiyuyacu y Mera. En todas ellas presentan desniveles relativos superiores que van des de 100 a más de 300 metros y formas de vertiente predominantemente rectilíneas y irregulares.



Fotos 12 y 13. Superficie de cuesta. Sector Lumbaqui Norte (izquierda). Conglomerado de cuarzo, perteneciente a la formación Tiyuyacu, sobre el que se desarrolla (derecha). Sector Lumbaqui. 11/09/2014.

3.5.4.6. Superficie de cuesta disectada (Ei2)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona sur, en la cabecera del río Tigre y en el noreste en ambos márgenes del río Aguarico y muy cerca con el límite con el cantón Cascales.

El mayor grado de disección de estas superficies proporciona incisiones que dan lugar a pequeños valles en forma de V y desniveles de sus paredes laterales de entre 25 y 50 metros, longitudes de las mismas moderadamente largas (de 50 a 250 m), con formas rectilíneas, mixtas o irregulares. Las pendientes, en conjunto, son medias (de 12 a 25%).

Se localiza íntegramente dentro del contexto *Cordillera del Napo*, se desarrollan sobre las areniscas de la Formación Hollín y sobre los conglomerados de cuarzo, de la Formación Tiyuyacu.

3.5.4.7. Frente de cuesta (Ei3)

Esta geoforma da lugar a un abrupto que constituye el límite de las dos últimas geoformas descritas: superficie de cuesta (Ei1) y superficie de cuesta disectada (Ei2).

Se localizan en el contexto morfológico anteriormente citado, asociado a las superficies de cuesta y superficies de cuesta disectadas y muestran idénticas litologías a las de dichas geoformas. Las pendientes van desde media a fuerte a fuertes (25 a 70%). Las longitudes de los abruptos son moderadamente largas (de 50 a 250 m) y largas (de 250 a 500 m), con formas habitualmente rectilíneas.

3.5.4.8. Vertiente de cuesta (Ei4)

Son las laderas que culminan en las superficies de cuesta, separadas por el frente de cuesta, que generalmente ha podido ser mapeado para este cantón. Se localizan por tanto en los mismos emplazamientos geográficos que las superficies y superficies disectadas de cuesta y en idéntico contexto morfológico.

En la *Cordillera del Napo*, las pendientes varían del 12 al 70%, el desnivel relativo que fluctúan entre 100 a más de 300 metros, con longitud de vertiente entre 250 a más de 500 metros y con formas de vertientes rectilíneas e irregulares.

3.5.4.9. Superficie de chevron (Ei5)

Aparece en la zona norte de la superficie cartografiada del cantón, cerca al cauce del río Chingual en el límite con el cantón Sucumbíos. Aparecen sobre la Formación Tena, compuesta por arcillas de margosas a arenosas, de colores abigarrados, principalmente pardo rojizos y rojos en superficie. Se localiza en contexto morfológico *Cordillera del Napo*, con una superficie menor a 1 km²

Esta unidad geomorfológica se diferencia de las superficies de cuesta en la mayor inclinación de las capas sobre las que se desarrollan. Presenta pendientes superiores al 40% y formas de vertientes rectilíneas y, eventualmente, mixtas. Los desniveles están comprendidos entre 100 a 200 metros, con longitudes de vertientes de moderadamente largas y largas.

3.5.4.10. Frente de chevron (Ei6)

Constituye el abrupto de las superficies de chevron, formadas por los mismos materiales que éstas. Sus pendientes son muy fuertes y dan lugar a formas de vertiente rectilíneas.

Se encuentra en el mismo contexto morfológico la *Cordillera del Napo*, con una superficie menor de 1 km². El desnivel relativo entre 50 a 100 metros, con longitudes de vertientes moderadamente larga de 50 a 250 metros.

3.5.4.11. Vertiente de chevron (Ei7)

Esta geoforma se sitúa inmediatamente por debajo de los frentes de chevron; en este caso, al no ser representables, se identifican bajo las propias superficies de chevron. Se emplazan en los mismos contextos morfológicos que las geoformas con las que van ligadas y presentan ciertas variaciones en sus atributos morfométricos y morfológicos.

En el contexto *Cordillera del Napo*, las pendientes de esta geoforma están comprendidas entre al 40 al 70% y las vertientes presentan formas rectilíneas, desniveles de 25 a 50 metros y longitudes de vertiente de 50 a 250 metros.

3.5.4.12. Restos de superficie estructural (Esr)

Esta geoforma se localiza en tres sectores dentro de la superficie cartografiada del cantón. En el suroeste, concretamente en la Pre-Cooperativa Libertad Seis de Octubre, en el centro-oeste en el margen izquierdo del río Due y en el sureste en el margen izquierdo del río Coca. Todas ellas se encuentran en el contexto morfológico *Cordillera del Napo*.

En este contexto, aparece sobre las formaciones Hollín, Napo, Tena, Tiyuyacu y Mera, dando lugar a pendientes con un amplio rango de variaciones (de 2 a 100%), desniveles relativos de 25 a 200 metros, longitudes de vertiente de 50 a 250 metros, con formas de ladera de carácter irregular y rectilíneo.

3.5.5. Tectónico-erosivo

3.5.5.1. Relieve ondulado (Rt1)

La geoforma se encuentra ubicada en la zona céntrica de la superficie cartografiada del cantón, en el sector de Panduyacu. Se localiza íntegramente en el contexto morfológico *Cordillera del Napo*, donde ocupa una superficie menor de 1 km².

Se trata de un área en la que se repiten los patrones de relieve con los que se define este relieve. En este caso, el desnivel relativo es de menos de 5 metros, con pendientes suaves (de 5 a 12%), longitudes de vertiente muy cortas de menos de 15 metros, con vertientes irregulares y cimas redondeadas. Se desarrolla sobre los materiales de la Formación Mera.

3.5.5.2. Relieve colinado muy bajo (Rt2)

La geoforma se encuentra ubicada al este del cantón, cercana a la cordillera de Lumbaqui y en el límite con el cantón Cascales. Se localiza íntegramente en el contexto morfológico *Cordillera del Napo*.

Posee una pendiente suave (de 5 a 12%), cimas redondeadas y vertientes mixtas y cóncavas, con un desnivel relativo que no sobrepasa los 15 metros. Geológicamente, se encuentra sobre conglomerados de cuarzo, lutita y chert de la Formación Tiyuyacu.

3.5.5.3. Relieve colinado bajo (Rt3)

Se ubica en la zona norte, oriental y sur de la superficie cartografiada del cantón; en el norte se encuentra en el sector de Cabeno, en el oriente justo en el límite con el cantón Cascales y al sur cercano al cauce del río Tigre. Se incluye en los contextos morfológicos *Cordillera del Napo* y *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Estos relieves presentan un desnivel relativo de 15 a 25 metros, pendientes medias (de 12 a 25%) y cimas redondeadas con vertientes mixtas. Se desarrollan sobre tres formaciones geológicas: Tena y Tiyuyacu.



Foto 14. Relieve colinado bajo. Vista general. Sector Lumbaqui.
11/09/2014.

3.5.5.4. Relieve colinado medio (Rt4)

Estos relieves se sitúan preferentemente en el centro-sur de la superficie cartografiada del cantón, entre el río Aguas Turbias y la población de Pandayacu, aunque también se encuentran en la zona noroeste, en el valle del río Chingual y entre el río Cabeno y la quebrada Segundo Cabeno. Su desnivel relativo fluctúa entre 25 y 100 metros, presentan cimas redondeadas y vertientes de muy diferentes tipos: convexas, irregulares, mixtas y rectilíneas. Las pendientes son medias (de 12 a 25%) y de medias a fuertes (de 25 a 40%).

Se localiza en dos contextos morfológicos. En los *Piedemontes próximos*, con muy escasa extensión (del orden de 1 km²), se sitúa sobre las arcillas y areniscas tobáceas de la Formación Mera, mientras que en la *Cordillera del Napo*, donde ocupa una destacada superficie (unos 18 km²), se desarrolla principalmente sobre las Formación Tena.

3.5.5.5. Relieve colinado alto (Rt5)

Este tipo de relieve se distribuye cerca de las mismas zonas que el Relieve colinado medio, con una incorporación en la zona sureste de la superficie cartografiada del cantón. Presenta un desnivel relativo de 100 a 200 metros, pendientes medias (de 12 a 25%), formas de cima en su mayoría redondeadas y vertientes cóncava, irregulares y mixtas.

Se encuentra íntegramente en el contexto morfológico *Cordillera del Napo*, donde ocupa una superficie de unos 25 km² sobre las formaciones Napo, Tena, Tiyuyacu y Mera.

3.5.5.6. Relieve colinado muy alto (Rt6)

La geoforma se encuentra ubicada en la zona norte y centro de la superficie cartografiada del cantón, al norte del sector Puerto Libre, y junto al límite con el cantón Cascales. Se caracteriza por presentar un desnivel relativo comprendido entre 200 y 300 metros, pendientes medias a fuertes (de 12 a 40%), cimas redondeadas y laderas de formas mixtas e irregulares.

Se localiza en el contexto morfológico *Cordillera del Napo*, presentado las litologías de arcillas margosas a arenosas de las Formación Tena y los conglomerados de cuarzo de la Formación Tiyuyacu.

3.5.5.7. Relieve montañoso (Rt7)

Este relieve se encuentra ubicado en la zona norte de la superficie cartografiada del cantón, cercano al cauce de la quebrada El Molino. Presenta un desnivel relativo superior a los 300 m, con pendiente media a fuerte y fuerte (de 25 a 70%), cima aguda, con vertiente irregular.

Aparece en dos contextos morfológicos diferentes. Presenta una superficie aproximada de 1 km² en la *Cordillera del Napo*. En las *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, ni siquiera alcanza 1 km².

Esta unidad geomorfológica se desarrolla sobre las formaciones Napo y Tena.

3.5.6. Poligénicas

3.5.6.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Esta geoforma se sitúa de forma puntual al noreste de la población de Panduyacu, concretamente en una quebrada con dirección oeste-este, afluente del río Dashino. Se localiza en el contexto morfológico *Cordillera del Napo*.

Son depósitos de transición entre las laderas y los valles, básicamente rellenando vaguadas y fondos de pequeños drenajes, cuyos materiales proceden tanto de la ladera como de una restringida dinámica fluvial. Su litología corresponde a limo-arcillas, arenas, gravas y bloques.

Presentando pendientes de suaves a medias (de 5 a 25%) y forma de valle plana.

3.5.6.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Esta geoforma se sitúa repartida por todo el cantón, aunque con mayor profusión en el extremo noroeste. Se localiza en tres contextos morfológicos, *Cordillera del Napo*, *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes* y *Medio aluvial amazónico*.

De características muy similares a las de la anterior geoforma, se les considera antiguos a los que presentan un cierto grado de disección y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada.

Presentan pendientes mayoritariamente suaves a medias (de 5 a 40%) y formas de valle plana, en V y en U.

3.5.6.3. Superficie horizontal (Sh2)

Esta geoforma, que ocupa una extensión de 2 km², aparece en la zona sur de la superficie cartografiada del cantón, concretamente en las partes altas del río Tigre y en la confluencia entre el río Dashino y el Coca. Forma parte de un único contexto morfológico, *Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas*.

Se trata de una geoforma descriptiva, de difícil adscripción genética. Se desarrolla sobre las arcillas y areniscas tobáceas de la Formación Mera y de forma local, sobre las areniscas y lutitas de la Formación Napo, presentando pendiente muy suave (de 2 a 5%).

3.5.6.4. Abrupto de superficie horizontal (Sh4)

Corresponde a la vertiente o ladera que, con pendiente sensiblemente más elevada, se desarrolla bajo la geoforma anterior, la Superficie horizontal (Sh2). Se presenta, por tanto, en el mismo contexto morfológico (*Cordillera del Napo:*) y sobre la misma formaciones geológicas (Mera y Napo).

Presenta pendientes media a fuertes a fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 25 y 50 metros y vertientes rectilíneas.

3.5.6.5. Superficie inclinada (Si2)

Esta geoforma se ha identificado en la zona centro sur de la superficie cartografiada del cantón, en el sector de Dashino y La Unión. Se enmarca en los contextos morfológicos *Cordillera del Napo* (donde ocupa unos 6 km²) y *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*, donde presenta una extensión de, aproximadamente, 1 km².

En la *Cordillera del Napo* se desarrolla sobre las formaciones Mera, Tena, Napo y Hollín. Presenta pendientes suaves a medias (de 5 a 25%), vertientes rectilíneas y mixtas, de longitud superior a 500 metros y desnivel entre 15 y 100 metros. En los *Piedemontes próximos*, aparecen con pendientes suaves (5 a 12%), desnivel relativo de 50 a 100 metros y forma de vertiente rectilínea, labradas sobre las formaciones Mera y Tena.

3.5.6.6. Abrupto de superficie inclinada (Si4)

Sólo se ha identificado este abrupto asociado a las superficies inclinadas (Si2) de la margen izquierda de los ríos Quijos y Dashino, en la parte alta del río Tigre y en la quebrada Segundo Cabano, sobre las mismas formaciones geológicas (Hollín, Tena y Mera) y los mismo contextos morfológicos (*Cordillera del Napo* y *Piedemontes próximos*).

Se caracteriza por presentar pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), desniveles relativos comprendidos entre 50 y 100 metros y vertientes rectilíneas de longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m).

3.5.6.7. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Esta geoforma está caracterizada por la presencia de crestas o aristas agudas en su interior, y por tanto, forma de cima aguda.

Se encuentra de forma puntual en el noroeste de la superficie cartografiada del cantón, concretamente en las partes altas de la quebrada Segundo Cabano. Se localiza dentro del contexto *Cordillera del Napo*.

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El cantón Gonzalo Pizarro cuenta con una superficie total de 2.234,3 km², de los que 781 km² forman parte de la zona de estudio del proyecto. Está situado principalmente en la Región Amazonía, aunque incluye una pequeña porción de Región Sierra, del orden del 1% del territorio estudiado. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 400 metros hasta un máximo de 2.200 metros.

En el cantón Gonzalo Pizarro se pueden diferenciar seis Dominios Fisiográficos, los tres primeros enmarcados en la Región Sierra y el resto en la Región Amazonía.

1. **Sistema Volcánico.** Presenta una escasa extensión en el territorio estudiado, de menos de 6 km², ocupando un pequeño apéndice situado en la zona suroeste del área de estudio, en el límite con el cantón El Chaco. Este Dominio Fisiográfico contiene, en el territorio estudiado, un solo Contexto Morfológico, denominado *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Se han podido identificar algunas geoformas, o unidades geomorfológicas, características de dicho Contexto Morfológico: a) partes del Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y sin retoque glaciar, formado por lavas basálticas, lahares y piroclastos del volcán Reventador; b) lahares asociados a la actividad del volcán.

2. **Vertientes externas de la Cordillera Real.** Se presenta con una muy escasa representación en el área estudiada del cantón, apenas unos 1,2 km². Este Dominio Fisiográfico se desarrolla principalmente sobre las arcillas de margosas a arenosas de la Formación Tena. En el territorio estudiado del cantón, presenta un solo Contexto Morfológico, denominado *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Las geoformas más abundantes en dicho Contexto son las relacionadas con la génesis tectónico-erosiva, apareciendo diferentes tipos de relieves colinados.

3. **Medio aluvial de Sierra.** Es el Dominio Fisiográfico menos extenso del área de estudio, inferior a 1 km². Este dominio se corresponde con el Contexto Morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión. La única geoforma que incluye, Terraza baja y cauce actual, aparece en el río Chingual.
4. **Zona Subandina.** Es el Dominio Fisiográfico más extenso del cantón, ocupando casi un 65% del total del territorio analizado. Se trata de un territorio integrado por superficies de mesa, superficies de cuesta y relieves colinados, fuertemente condicionado por la estructura geológica derivada del levantamiento Napo.

Este dominio solo presenta el contexto morfológico *Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas*, distribuyéndose por todo el norte (límite con el cantón Cascales), en el centro-oeste, justo al oeste de la población de Lumbaqui y en el sur-suroeste (límite con el cantón El Chaco). El modelado más característico es el estructural, presentando numerosas geoformas características de este grupo genético: mesas, cuestas y chevrones. El modelado de laderas tiene también un papel destacado en este contexto morfológico, con una amplia

representación de tipos de vertientes y depósitos asociados (coluviones y depósitos de deslizamiento). El grupo genético fluvial está, sobre todo, representado por barrancos, encañonamientos y gargantas. Las formas poligénicas son las que tienen menor extensión, representadas mayoritariamente por superficies inclinadas. Los relieves colinados, en general, y especialmente los relieves altos y medios, son asimismo característicos de este contexto.

5. **Amazonía Periandina.** Se extiende por un 14% de la superficie cartografiada del cantón y se ubica en la zona centro sur del mismo. Como geoformas características aparecen diferentes tipos de glacis de esparcimiento.

El único contexto morfológico de este dominio en el área estudiada del cantón, *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes* es el tercero en extensión del cantón, con una superficie próxima a los 112 km². Los grandes glacis de esparcimiento disectado, constituidos por la Formación Mera, y los glacis-cono de esparcimiento son las geoformas con mayor extensión dentro de este contexto. Aparecen también geoformas de génesis estructural (superficie de mesa disectada y vertiente de mesa o meseta) y, con escasa presencia, de génesis fluvial (valle en V), poligénicas (coluvio-aluvial antiguo y superficie inclinada) y tectónico-erosivas (relieve colinado medio).

6. **Medio Aluvial Amazónico.** Este dominio, coincidente con el contexto morfológico del mismo nombre, ocupa la segunda mayor extensión, cerca de un 20% del territorio objeto de estudio, asociado a la dinámica actual y pasada de los ríos Coca, Quijos, Dashino, Candue, Aguarico y Due. Las geoformas más características, de génesis fluvial, se corresponden con aquellas que representan sedimentación actual (valles fluviales-llanuras de inundación) o antiguos niveles de sedimentación fluvial (terrazas, de diferentes tipos). Complementariamente, se integran en este contexto geoformas poligénicas (coluvio-aluvial antiguo) que atraviesan otros contextos y conectan con el sistema fluvial actual.

El elemento paisajístico y morfológico más destacado es el volcán Reventador, del que sólo se presenta, en el área estudiada del cantón, una parte de su cono volcánico y el lahar que ocupa el cauce del río Reventador. Situado en el límite con el cantón El Chaco y cruzando la carretera principal que une Baeza con Lago Agrio. Los lahares, por su funcionamiento súbito y su gran capacidad de arrastre y movilización de material, son elementos claves en la caracterización de amenazas y peligros volcánicos y deben ser especialmente considerados en los diferentes instrumentos de planificación y ordenación territorial. Se estima, por otra parte, que el volcán Reventador ha tenido al menos 16 erupciones desde 1541 a la actualidad, en las que, además de los flujos de barro y de detritos laháricos, hubo emisiones de lavas basálticas, piroclastos y cenizas (Hall et al., 2004).

En lo que respecta a las relaciones existentes entre geoformas y sustrato geológico (disposición geométrica y componentes litológicos), éstas son especialmente manifiestas en las morfologías de génesis estructural. Este modelado está muy bien representado en las formaciones geológicas que integran la Zona Subandina, en la *Cordillera del Napo*. La Formación Chapiza (Jurásico-Cretácico) y, sobre todo, la secuencia integrada por las formaciones cretácicas Hollín, Napo y Tena ofrecen muy buenos ejemplos de geoformas estructurales. Se pueden ver estas correspondencias

a lo largo de la carretera principal que cruza la zona de estudio de SO a NE, pasando por las poblaciones de El Reventador, Cayagama y Lumbaqui.

Otro conjunto de morfologías destacables en el cantón son las ligadas a los ríos del *Medio Aluvial Amazónico*. Éstos, de trazado meandriforme, considerable grado de trenzamiento y numerosas barras e islas fluviales de gran movilidad, dan lugar a muy buenos ejemplos para el estudio y caracterización de la dinámica y geomorfología fluvial en el territorio estudiado. El río Quijos, que aguas abajo pasa a denominarse río Coca, es el más importante de ellos; a él se asocia un destacado sistema de terrazas y un punto de singular interés paisajístico: la cascada de San Rafael, un salto de más de 100 metros de alto y una anchura de 14 metros.

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-Minera-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*. 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.

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*. 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.

INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), 1989. Hoja Geológica: Mariano Acosta (Hoja 98), Esc. 1:100.000. *INEMIN*. Quito.


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

Hall, M., Ramon, P., Mothes, P., LePennec, J.L., Garcia, A., Samaniego, P., Yepes, H., 2004. Volcanic eruptions with little warning: the case of Volcan Reventador's Surprise November 3, 2002 Eruption, Ecuador. *Rev. Geol.* 31, 349–358. Chile.

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.

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 Rocoso

Macizo Rocoso 1

Estructura Macizo Rocoso <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 Rocoso 2

Estructura Macizo Rocoso <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 Rocoso 3

Estructura Macizo Rocoso <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 Rocoso

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

B. Otros Aspectos Macizo rocoso

4. Depósitos Superficiales

Tipo Depósito Superficial

Composición Depósito Superficiales	Porcentaje
<input type="text"/>	<input type="text"/>

A. Fotos Depósitos superficiales

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

B. Otros Aspectos Depósito superficial

#. Observaciones Generales

Sincroniza con Geomorfa

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

CGg-OIII_B1-57-0184	CGg-OIII_B1-57-0010	CGg-OII_F3-65-0225
CGg-OIII_B1-57-0183	CGg-OIII_B1-57-0009	CGg-OII_F3-65-0223
CGg-OIII_B1-57-0180	CGg-OIII_B1-57-0008	CGg-OII_F3-65-0220
CGg-OIII_B1-57-0178	CGg-OIII_B1-57-0006	CGg-OII_F3-65-0215
CGg-OIII_B1-57-0153	CGg-OIII_B1-57-0005	CGg-OII_F3-65-0214
CGg-OIII_B1-57-0074	CGg-OIII_B1-57-0003	CGg-OII_F3-65-0213
CGg-OIII_B1-57-0072	CGg-OIII_A2-57-0093	CGg-OII_F3-65-0211
CGg-OIII_B1-57-0071	CGg-OIII_A2-57-0092	CGg-OII_F3-65-0207
CGg-OIII_B1-57-0067	CGg-OIII_A2-57-0087	CGg-OII_F3-65-0202
CGg-OIII_B1-57-0065	CGg-OIII_A2-57-0058	CGg-OII_F3-65-0200
CGg-OIII_B1-57-0060	CGg-OIII_A2-57-0057	CGg-OII_F3-65-0196
CGg-OIII_B1-57-0056	CGg-OIII_A2-57-0052	CGg-OII_F3-65-0194
CGg-OIII_B1-57-0039	CGg-OIII_A2-57-0051	CGg-OII_F3-65-0190
CGg-OIII_B1-57-0038	CGg-OII_F3-65-0257	CGg-OII_F3-65-0188
CGg-OIII_B1-57-0036	CGg-OII_F3-65-0252	CGg-OII_F3-65-0185
CGg-OIII_B1-57-0033	CGg-OII_F3-65-0251	CGg-OII_F3-65-0182
CGg-OIII_B1-57-0032	CGg-OII_F3-65-0249	CGg-OII_F3-65-0166
CGg-OIII_B1-57-0030	CGg-OII_F3-65-0245	CGg-OII_F3-65-0165
CGg-OIII_B1-57-0015	CGg-OII_F3-65-0244	CGg-OII_F3-65-0134
CGg-OIII_B1-57-0014	CGg-OII_F3-65-0232	CGg-OII_F3-65-0132
CGg-OIII_B1-57-0013	CGg-OII_F3-65-0230	CGg-OII_F1-65-0262
CGg-OIII_B1-57-0012	CGg-OII_F3-65-0228	

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 (exClirsén), 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 Geoforma 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 semiéptica, 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 cono 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 glaciario*). 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 geoformas 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 periglacial.

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 monoclinial.

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 monoclinial.

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-periglaciario, 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 glaciario*.

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.

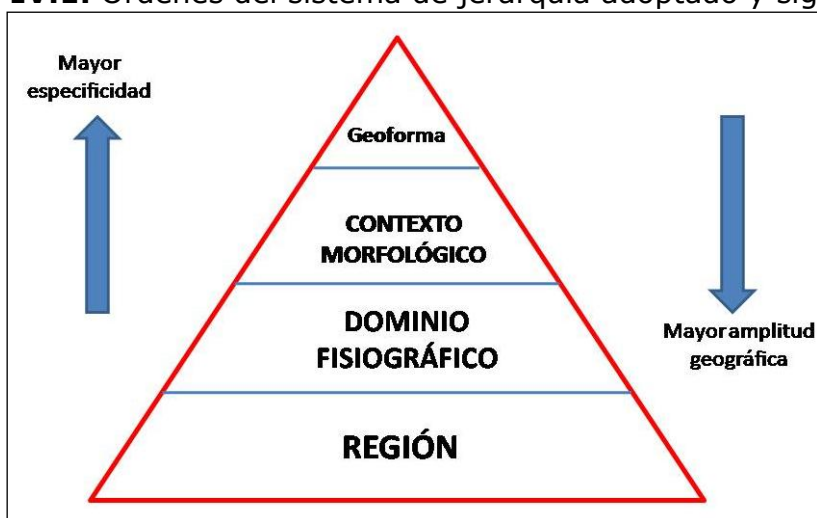
1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico

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)
DOMINIO FISIOGRAFICO: CIMAS FRÍAS DE LAS CORDILLERAS OCCIDENTAL Y REAL	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Paisajes glaciares
	Paisajes de páramo con modelado periglacial 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 FISIAGRÁFICO: AMAZONIA 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 FISIAGRÁFICO: MEDIO ALUVIAL AMAZÓNICO	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial amazónico
REGIÓN COSTA	
DOMINIO FISIAGRÁFICO: RELIEVES ESTRUCTURALES SOBRE SEDIMENTOS TERCIARIOS	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Mesas muy disectadas y restos de relieves tabulares sobre limolitas y areniscas culminantes
DOMINIO FISIAGRÁFICO: 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 FISIAGRÁFICO: PIEDEMONTE 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 FISIAGRÁFICO: PIEDEMONTE COSTERO	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Glacis de los piedemontes costeros
DOMINIO FISIAGRÁFICO: BAJA LLANURA ALUVIAL INUNDABLE DE LA COSTA	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Llanura aluvial reciente
DOMINIO FISIAGRÁFICO: MEDIO ALUVIAL COSTERO	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial costero
DOMINIO FISIAGRÁFICO: CORDILLERAS COSTERAS SOBRE ROCAS	

VOLCÁNICAS ANTIGUAS	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Cerros testigos de la llanura aluvial reciente
DOMINIO FISIAGRÁFICO: 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 10² 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 glacial; 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 desarrolladas 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	M_{al}	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 geofomas, 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.