

## **MEMORIA TÉCNICA**

### **CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ**

#### **PROYECTO:**

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

#### **GEOMORFOLOGÍA**

**ABRIL, 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  
Anna Pibernat  
Isaac Pérez

#### 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

---

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
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
<b>II.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>5</b>
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 .....	9
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 .....	10
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 ....	13
2.3.	Control de calidad.....	14
2.4.	Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón .....	15
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
3.1.	Levantamiento de información.....	17
3.2.	Regiones y Dominios Fisiográficos.....	18
3.2.1.	Dominio Fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real .....	19
3.2.2.	Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Occidental .....	20
3.2.3.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra .....	20
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Piedemonte andino occidental .....	20
3.2.5.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial costero .....	21
3.3.	Contextos Morfológicos.....	21

3.3.1. Relieves de los márgenes de las cimas frías .....	22
3.3.2. Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental).....	22
3.3.3. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental).....	23
3.3.4. Medio aluvial de Sierra .....	23
3.3.5. Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental .....	23
3.3.6. Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados .	24
3.3.7. Medio aluvial costero.....	24
3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón .....	25
3.5. Descripción de geoformas .....	30
3.5.1. Fluvial .....	30
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1) .....	30
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobrexcaución del cauce en llanura de inundación) (F2).....	31
3.5.1.3. Valle en V (E1) .....	31
3.5.1.4. Barranco (E2) .....	32
3.5.1.5. Terraza media (Tm) .....	33
3.5.1.6. Terraza alta (Ta) .....	33
3.5.1.7. Superficie de cono de esparcimiento (Co1) .....	33
3.5.1.8. Superficie de cono de esparcimiento disectado (Co2) .....	34
3.5.1.9. Superficie de cono de esparcimiento muy disectado (Co3) .....	35
3.5.1.10. Abrupto de cono de esparcimiento (Co4).....	35
3.5.1.11. Testigo de cono de esparcimiento (CoT).....	36
3.5.1.12. Superficie de cono de deyección (Cd1) .....	36
3.5.2. Laderas .....	37
3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1).....	37
3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....	37
3.5.2.3. Vertiente rectilínea con salientes rocosos (Lr3) .....	37
3.5.2.4. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4) .....	38
3.5.2.5. Vertiente abrupta (La1) .....	38
3.5.2.6. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2) .....	39
3.5.2.7. Vertiente heterogénea (Lh1) .....	39
3.5.2.8. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4) .....	40
3.5.2.9. Morfología abollada (Lh5) .....	40
3.5.2.10. Escarpe de deslizamiento (Lh6) .....	41
3.5.2.11. Coluvión reciente (Col1) .....	41
3.5.2.12. Coluvión antiguo (Col2) .....	41
3.5.2.13. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1) .....	42

3.5.2.14.	Talud de derrubios (Ld4).....	43
3.5.2.15.	Glacis de esparcimiento (Pd1).....	43
3.5.3.	Volcánico.....	44
3.5.3.1.	Relieve volcánico colinado bajo (Rv8).....	44
3.5.3.2.	Relieve volcánico colinado medio (Rv9).....	44
3.5.3.3.	Relieve volcánico colinado alto (Rv10).....	45
3.5.3.4.	Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11).....	45
3.5.3.5.	Relieve volcánico montañoso (Rv12).....	46
3.5.4.	Estructural.....	47
3.5.4.1.	Niveles estructurales sobre lavas endurecidas (Ev1).....	47
3.5.5.	Tectónico-erosivo.....	47
3.5.5.1.	Relieve colinado medio (Rt4).....	47
3.5.5.2.	Relieve colinado alto (Rt5).....	47
3.5.5.3.	Relieve colinado muy alto (Rt6).....	48
3.5.5.4.	Relieve montañoso (Rt7).....	48
3.5.6.	Poligénicas.....	48
3.5.6.1.	Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	48
3.5.6.2.	Coluvio-aluvial antiguo (Coa2).....	48
3.5.6.3.	Superficie horizontal (Sh2).....	49
3.5.6.4.	Superficie horizontal disectada (Sh3).....	49
3.5.6.5.	Abrupto de superficie horizontal (Sh4).....	50
3.5.6.6.	Superficie inclinada (Si2).....	50
3.5.6.7.	Superficie inclinada disectada (Si3).....	51
3.5.6.8.	Abrupto de superficie inclinada (Si4).....	52
3.5.6.9.	Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1).....	52
3.5.6.10.	Interfluvio de cimas estrechas (Ar2).....	52
<b>IV.</b>	<b>RESUMEN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>V.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>56</b>
5.1.	Referencias generales .....	56
5.2.	Bibliografía citada .....	57

**ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO**

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

**ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS**

**ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS**

## LISTA DE CUADROS

---

<b>Cuadro 2.1.</b>	Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas.....	11
<b>Cuadro 2.2.</b>	Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Camilo Ponce Enríquez .....	16
<b>Cuadro 3.1.</b>	Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Camilo Ponce Enríquez .....	19
<b>Cuadro 3.2.</b>	Contextos morfológicos presentes en el cantón Camilo Ponce Enríquez.....	21
<b>Cuadro 3.3.</b>	Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón .....	25
<b>Cuadro 3.4.</b>	Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón.....	28

## LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura 1.1.</b>	Distribución geográfica de la zona de estudio dentro del área continental .....	2
<b>Figura 2.1.</b>	Mapa sintético de procesos en el diseño y producción de la cartografía geomorfológica.....	5
<b>Figura 2.2.</b>	Plan de calidad en la cartografía geomorfológica, principales hitos .....	14
<b>Figura 2.3.</b>	Insumos de base de generación de los MDT en el cantón Camilo Ponce Enríquez .....	15
<b>Figura 3.1.</b>	Localización de recorridos y fichas de campo del cantón Camilo Ponce Enríquez .....	17
<b>Figura 3.2.</b>	Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Camilo Ponce Enríquez.....	18

## LISTA DE FOTOS

---

<b>Fotos 1 y 2.</b>	Valle fluvial, llanura de inundación. Sectores San Luis y Florida.....	30
<b>Foto 3.</b>	Terraza baja y cauce actual (sobrexcaución del cauce en llanura de inundación). Sector San Francisco de Muyuyacu .....	31
<b>Foto 4.</b>	Barranco. Sector El Carmen de Pijilí .....	32
<b>Foto 5.</b>	Terraza media. Sector Río Blanco .....	33
<b>Foto 6.</b>	Superficie de cono de esparcimiento. Sector Florida .....	34
<b>Foto 7.</b>	Abrupto de cono de esparcimiento. Sector Campoverde.....	35
<b>Foto 8.</b>	Superficie de cono de deyección. Sector La López .....	36
<b>Foto 9.</b>	Vertiente rectilínea con abruptos. Sector Pijilí.....	38
<b>Fotos 10 y 11.</b>	Vertiente heterogénea. Sector Luz María .....	39
<b>Fotos 12 y 13.</b>	Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sectores cerro Paredones y San Jacinto.....	40
<b>Foto 14.</b>	Coluvión antiguo. Sector Camacho .....	42
<b>Foto 15.</b>	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada. Sector El Carmen de Pijilí .....	43
<b>Foto 16.</b>	Relieve volcánico colinado medio. Sector La López .....	44
<b>Foto 17.</b>	Relieve volcánico colinado alto. Sector Estero de Piedras .....	45
<b>Foto 18.</b>	Relieve volcánico colinado muy alto. Sector La Independencia .....	46
<b>Fotos 19 y 20.</b>	Relieve volcánico montañoso. Sectores Río Blanco y Pucul.....	46
<b>Foto 21.</b>	Relieve colinado alto. Sector La Florida.....	47
<b>Fotos 22 y 23.</b>	Coluvio-aluvial antiguo. Sectores El Tamarindo y La Iberia .....	49
<b>Foto 24.</b>	Abrupto de superficie horizontal. Sector Iñán .....	50
<b>Foto 25.</b>	Superficie inclinada. Sector Rumicruz .....	51
<b>Foto 26.</b>	Superficie inclinada disectada. Sector San Gerardo .....	51
<b>Foto 27.</b>	Interfluvio de cimas redondeadas. Sector Corona de Oro .....	52

## 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 km<sup>2</sup>, 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 km<sup>2</sup>; y,
- ii. LOTE 2, que ocupa una superficie de 51.450 km<sup>2</sup> y en ambos 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 con fecha 9 de diciembre de 2013.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivos generales del proyecto

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

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

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

### 1.2.2. Objetivos del estudio geomorfológico

Los objetivos específicos de la Cartografía Geomorfológica son:

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

### 1.3. Antecedentes de este estudio

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

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

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

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

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Características del producto esperado

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

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

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

### 2.2. Etapas metodológicas

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

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



Fuente: CTN

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

### 2.2.1. Recopilación de información

Esta fase comprende:

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

#### 2.2.1.1. Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes

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

En el área restante, se genera el MDT de dos formas: a) en zonas de cierta amplitud y continuidad (que, en total, representan unos 10.300 km<sup>2</sup>), 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 km<sup>2</sup>), 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 la 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.

En el esquema geológico del *layout* los polígonos menores a 70 ha aparecen con el color correspondiente a su edad geológica pero no se etiquetan ni se muestran en la leyenda de formaciones.

##### 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.

<b>GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado)</b>	<b>SUBGRUPO</b>	<b>EJEMPLOS DE GEOFORMAS</b>	<b>CLAVE</b>
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
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

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

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

Fuente: CTN

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

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

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

En el *Esquema Geológico* aparecen las distintas formaciones geológicas del mapa, con la asignación de un símbolo que las identifica, coloreadas según edades. Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores 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. Por otro lado cabe aclarar que las edades han sido asignadas conforme lo determina la cartografía 1:100.000 y por ende los cuerpos intrusivos posteriormente datados por el CODIGEM-BGS (a diferentes escalas y años de edición), constan sin edad en el esquema geológico.

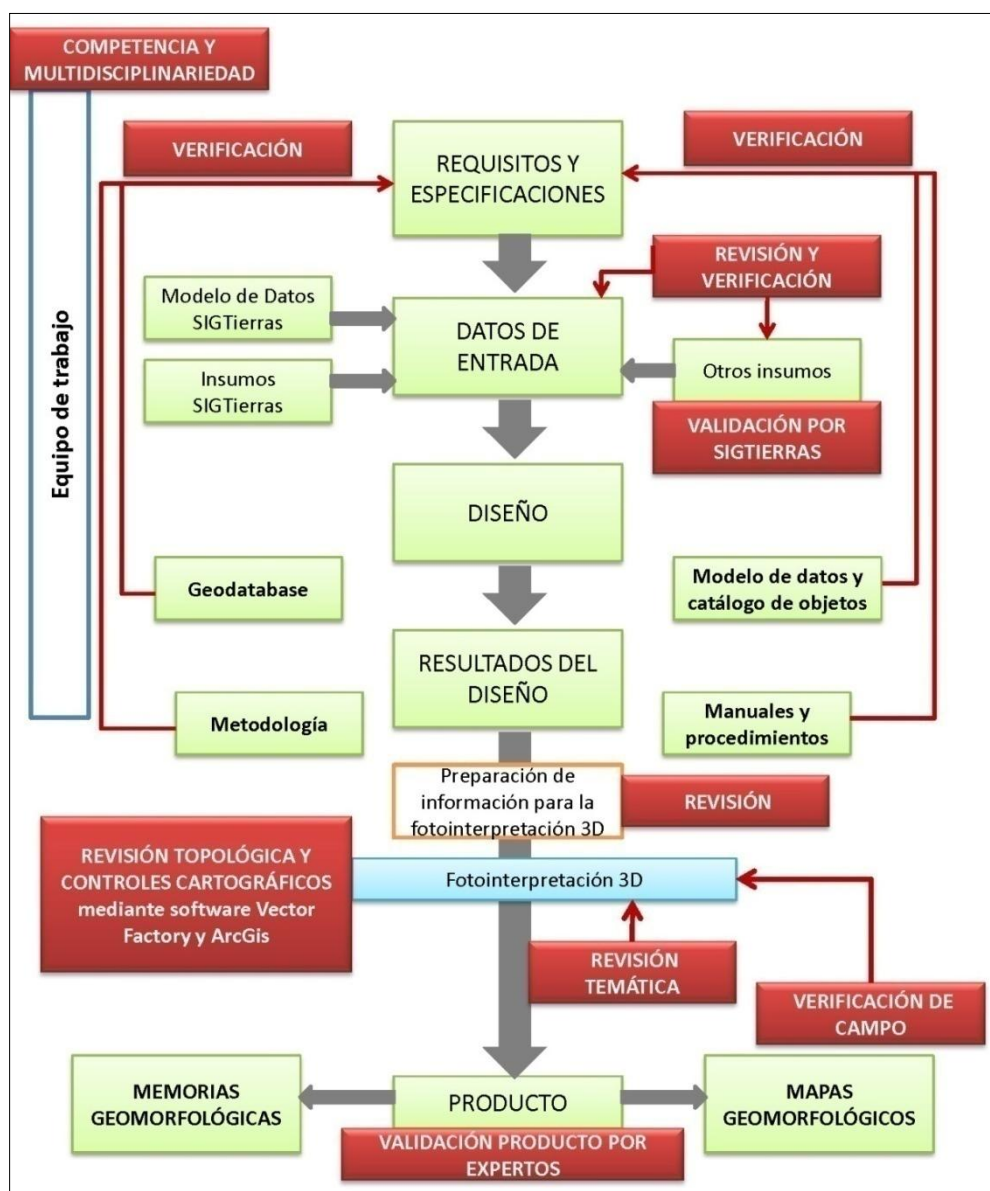
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

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

### 2.3. Control de calidad

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

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



Fuente: CTN

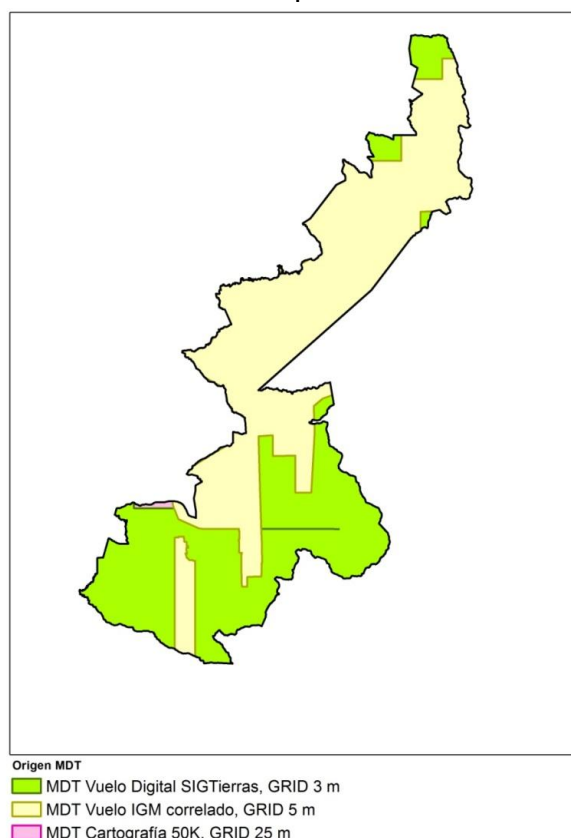
Estos hitos son los siguientes:

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

#### 2.4. Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón

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



Fuente: CTN

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

- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Naranjal (Hoja 34), esc. 1:100.000. *DGGM-UK*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Tenguel (Hoja 35), esc. 1:100.000. *DGGM-UK*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Machala (Hoja 36), esc. 1:100.000. *DGGM-UK*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Gualleturo (Hoja 52), esc. 1:100.000. *DGGM-UK*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Cuenca (Hoja 53), esc. 1:100.000. *DGGM-UK*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1974. Hoja Geológica: Girón (Hoja 54), esc. 1:100.000. *DGGM-UK*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1997 y 1998. Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador, esc. 1:200.000. (Publicado en 5 hojas). *CODIGEM*. Quito.

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

**Cuadro 2.2.** Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Camilo Ponce Enríquez.

Código	Cartas Topográficas
NV_C4	Santa Rosa de Flandes
NV_D1	La Troncal
NV_D3	Pancho Negro
NV_E2	Naranjal
NV_E4	El Carmen de Pijilí
NV_F1	San Felipe de Molleturo
NV_F3	Chaucha
NVI_A1	Tendales
NVI_A2	Ponce Enríquez
NVI_B1	San Fernando

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

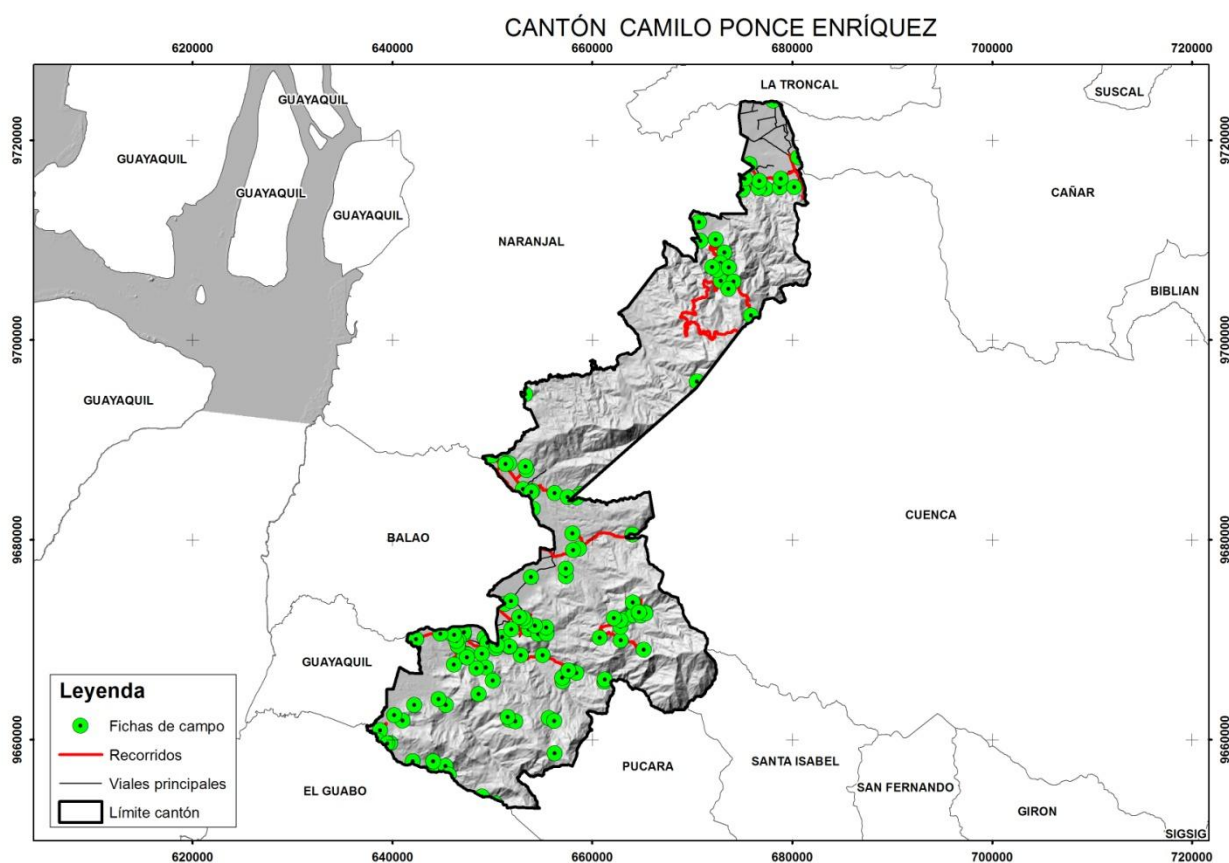
### III. RESULTADOS

#### 3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Camilo Ponce Enríquez se realizó entre los días 20, 21, 22 y 24 de octubre, 23 de noviembre, 4 y 5 de diciembre de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 123 fichas de campo (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 Camilo Ponce Enríquez.



Fuente: CTN

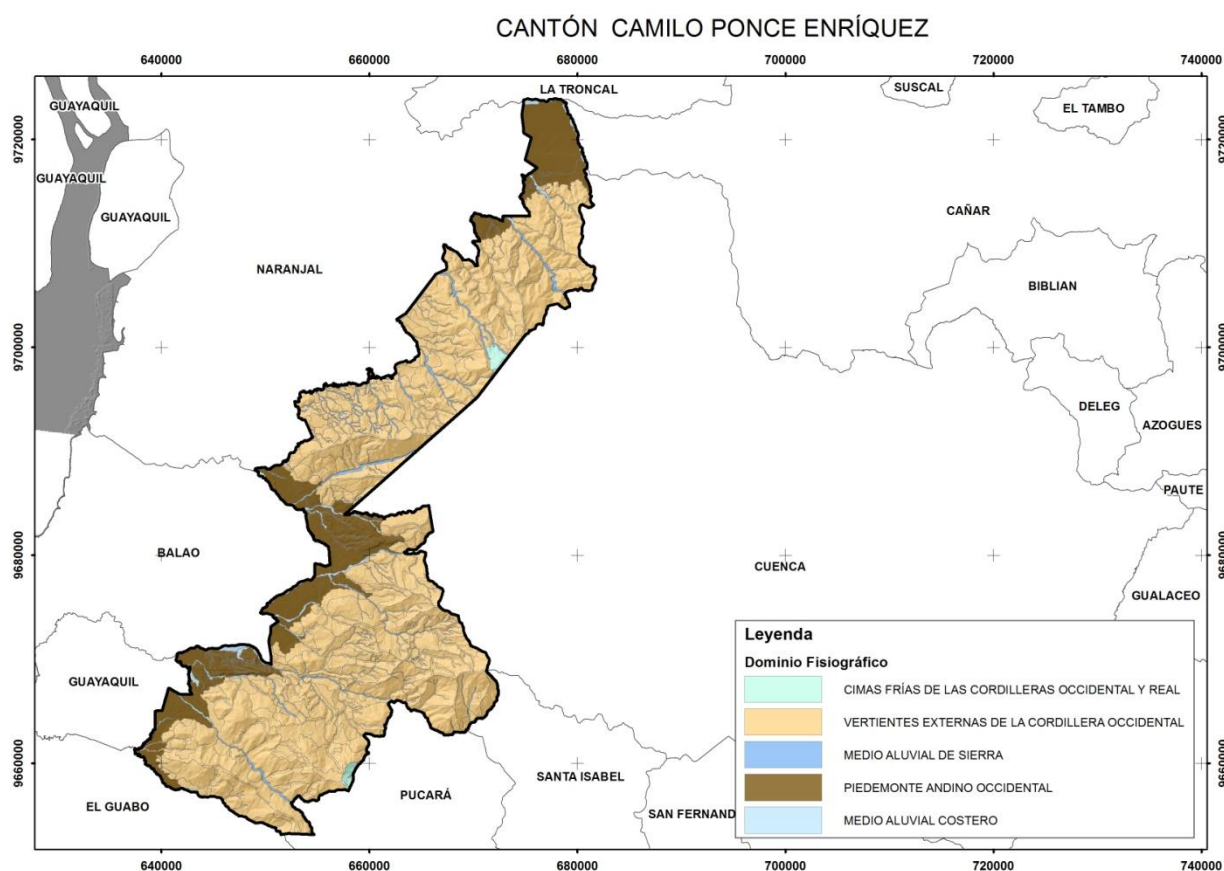
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

### 3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Camilo Ponce Enríquez tiene 959 km<sup>2</sup> aproximadamente y ha sido estudiado en su totalidad.

El cantón se encuentra incluido en la región Sierra y en la región Costa. Se diferencian cinco dominios fisiográficos, tres en la región Sierra y dos en la región Costa. 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.

**Figura 3.2.** Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Camilo Ponce Enríquez.



**Cuadro 3.1.** Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Camilo Ponce Enríquez.

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	Superficie	Porcentaje
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	6 km <sup>2</sup>	0,6%
	Vertientes externas de la Cordillera Occidental	756 km <sup>2</sup>	78,8%
	Medio aluvial de Sierra	21 km <sup>2</sup>	2,2%
COSTA	Piedemonte andino occidental	159 km <sup>2</sup>	16,6%
	Medio aluvial costero	17 km <sup>2</sup>	1,8%

Fuente: CTN

### 3.2.1. Dominio Fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real

Las tierras más frías dibujan dos fajas paralelas con sentido meridiano que coronan las dos cordilleras Andinas, occidental y oriental. Además de los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio, también se incluyen en él la franja periglacial que, de forma discontinua, los rodean –los páramos- y los relieves de sus márgenes, caracterizados por el marcado abrupto que da paso al medio interandino.

En este cantón, este dominio fisiográfico está representado por los relieves de los márgenes, cuyo límite altitudinal superior es coincidente con la terminación de los modelados glaciares o de páramo, 3.000 msnm, y hacia abajo con el inicio de las vertientes externas de la Cordillera Occidental, 2.800 msnm.

El modelado característico se compone de relieves montañosos, vertientes fuertes y abruptas con perfiles transversales rectilíneos o cóncavos e interfluvios estrechos; desarrollados sobre un sustrato volcánico que comprende la Formación Macuchi (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas); Formación Piñón (rocas ígneas básicas (diabasa, basalto equigranular de grano fino, aglomerado basáltico, andesita basáltica), tobas y capas delgadas de argilita y grauvacas; complejos de diques), y Formación Saraguro (piroclastos (tobas y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfiríticas) alternantes), las dos primeras de edad Cretácica y la última del Oligoceno-Mioceno. Estudios posteriores a los mapas geológicos 1:100.000 publicados por el INIGEMM sugieren que las lavas de la Formación Piñón podrían ser lavas más jóvenes, considerándolas actualmente parte de la Formación Saraguro (CODIGEM-BGS, 1997 y 1998).

Este dominio fisiográfico, con muy escasa representación, menos de 1%, aproximadamente 6 km<sup>2</sup>, se ubica en dos sectores del extremo oriental del cantón: en Hierba Buena y en Rumicruz.

### 3.2.2. Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Occidental

Entre las zonas más elevadas de la Cordillera Occidental, que se corresponden con el dominio fisiográfico de las Cimas frías, y la región Costa, se encuentra este dominio que, ocupando, dentro del cantón, una anchura de entre 15 y 19 kilómetros, llega a alcanzar desniveles relativos de hasta 200 y 2.800 metros, lo que proporciona una idea de lo escarpado del mismo.

Da lugar a morfologías muy variadas y con características diferentes en función del tipo de sustrato sobre el que se presenta. Las vertientes sobre antiguas formaciones volcánicas (Macuchi, Saraguro y Tarqui), presentan una gran heterogeneidad y procesos morfodinámicos muy activos, ligados a una intensa erosión lineal. Sobre sustrato predominantemente granítico y granodiorítico, estas vertientes aparecen con un modelo de disección homogéneo, sin orientaciones preferentes, así como con profundas arenizaciones y otras alteraciones, lo que proporciona a menudo un relieve relativamente deprimido respecto al de las rocas encajantes que lo circundan.

Este dominio es el más extenso dentro del cantón, ocupa alrededor de 756 km<sup>2</sup>, equivalente al 78,8% del total de la superficie estudiada. Debido a su amplia representación, ocupa gran parte de la zona oriental del cantón, de norte a sur.

### 3.2.3. Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra

El dominio incluye las diferentes formas fluviales de la red hidrográfica actual y sus depósitos asociados en la región Sierra.

Está representado principalmente por los sistemas fluviales de los ríos Norcay, Frío, Chaucha, Gala y Tenguel, con dirección preferencial SE-NO. Se consideran pertenecientes a este dominio, con carácter general, los valles fluviales-llanuras de inundación y sistemas de terrazas asociados. Las formas fluviales de incisión (barrancos, valles en V) y ciertas formas poligénicas ligadas directamente al drenaje (coluvio-aluviales recientes y antiguos) que manifiesten continuidad con el resto del sistema fluvial. La composición de estas unidades morfológicas, es por lo general una mezcla en proporciones variables de arenas, limos, arcillas y conglomerados.

### 3.2.4. Dominio Fisiográfico Piedemonte andino occidental

Este dominio se extiende al pie de los relieves andinos, hacia la costa, a través de una serie continua de conos coalescentes de esparcimiento y deyección. La altitud varía entre 150 y 200 msnm en las zonas apicales de los conos hasta los 20 msnm en las zonas bajas, en contacto con el dominio *Medio aluvial costero*.

Los conos de esparcimiento y otros depósitos que conforman este piedemonte presentan gran variedad textural en sus materiales (gravas, arenas y limos más o menos arcillosos). La disección en ellos es de nula a moderada, con pendientes medias a bajas que se suavizan aguas abajo. En toda la zona septentrional, la potente cobertura reciente de cenizas volcánicas borra y homogeneiza las diferencias que pudieran provenir del sustrato.

Dentro del cantón, este dominio ocupa aproximadamente 159 km<sup>2</sup> equivalente a 16,6% del total de la superficie estudiada.

### 3.2.5. Dominio Fisiográfico Medio aluvial costero

El dominio incluye las diferentes formas fluviales de la red hidrográfica actual y sus depósitos asociados en la región Costa.

En este cantón, está representado por los sistemas fluviales de los ríos Patul, Norcay, Jagua, Balao Grande, Gala y Tenguel, con dirección preferencial E-O. Las geoformas descritas y más representativas son el valle fluvial-llanura de inundación y el sistema de terrazas asociadas. Además, se incluye en este dominio coluvio-aluviales antiguos, que muestran continuidad con el sistema fluvial.

## 3.3. Contextos Morfológicos

Los contextos morfológicos presentes en el área de estudio, dentro del cantón Camilo Ponce Enríquez 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 Camilo Ponce Enríquez.

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Relieves de los márgenes de las cimas frías
	Vertientes externas de la Cordillera Occidental	Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
		Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra
COSTA	Piedemonte andino occidental	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
	Medio aluvial costero	Medio aluvial costero

Fuente: CTN

### 3.3.1. Relieves de los márgenes de las cimas frías

Este contexto representa la articulación de las tierras frías andinas con las vertientes externas de la Cordillera Occidental. En definitiva, a través de este contexto se enlazan los modelados glaciares y periglaciares con el inicio de la disección lineal de las vertientes.

Este enlace representa un límite muy marcado con las vertientes externas, ya que da origen a un abrupto de perfil rectilíneo y pendiente muy pronunciada (hasta 100%), cuyo desnivel relativo supera los 300 m.

El modelado geomorfológico más significativo, dentro de este contexto morfológico, viene a ser los relieves volcánicos montañosos, desarrollados en los materiales de la Formación Macuchi datada del Cretácico (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas). Los diferentes tipos de vertientes e interfluvios de cimas estrechas se han desarrollado en las formaciones, también volcánicas, Piñón y Saraguro. Estudios posteriores a los mapas geológicos 1:100.000 publicados por el INIGEMM sugieren que las lavas de la Formación Piñón podrían ser lavas más jóvenes, considerándolas actualmente parte de la Formación Saraguro (CODIGEM-BGS, 1997 y 1998).

Este contexto morfológico es el único asociado al dominio fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, por lo que es coincidente con él en ubicación geográfica, altitud y extensión.

### 3.3.2. Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)

Este contexto se localiza en las zonas central y meridional de la vertiente occidental andina, fuera de la influencia de los volcanes recientes.

Se caracteriza por los elementos morfológicos y el sustrato volcánico. En las partes bajas y medias de estas vertientes son frecuentes los modelados ligados a depósitos de ladera, a menudo condicionados por la existencia de alteritas localmente profundas (deslizamientos en la propia alterita, coluvionamientos), que alternan con vertientes rocosas o cubiertas por taludes de fragmentos rocosos; por el contrario, en las zonas más altas predomina un modelado ligado a la disección. El sustrato sobre el que se originan es principalmente los materiales volcánicos cretácicos de la Formación Macuchi: areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas. Y en menor proporción, se presentan también los materiales volcánicos de las formaciones Saraguro y Tarqui, datadas del Cretácico, Oligoceno-Mioceno y Mioceno, respectivamente.

Este contexto se extiende por aproximadamente 640 km<sup>2</sup> dentro del territorio estudiado. Ocupa gran parte de la zona oriental, intercalado con bloques del contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura*

*piroclástica (Cordillera Occidental)*. Se presenta a alturas comprendidas entre 2.800 y 200 msnm.

### 3.3.3. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)

Se presenta en la zona surandina de la Cordillera Occidental, sobre intrusiones graníticas y granodioríticas. Da lugar a relieves deprimidos respecto al entorno, dada su mayor meteorización en relación con las rocas encajantes, mostrando un modelo de disección homogénea, regular y densa. La ausencia de recubrimiento de cenizas pone en evidencia el importante papel de la alteración en los cuerpos intrusivos sobre los que se desarrollan estas vertientes, alteritas predominantemente arenosas.

Los elementos geomorfológicos que destacan son los diferentes tipos de vertientes y relieves colinados que van desde medio hasta montañoso. Desarrollados sobre rocas graníticas indiferenciadas.

Ocupa aproximadamente 116 km<sup>2</sup> de la superficie total estudiada del cantón y se encuentra en la zona oriental del cantón, intercalado con el contexto morfológico descrito previamente: *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*. Se presenta con alturas que oscilan entre 2.200 y 600 msnm.

### 3.3.4. Medio aluvial de Sierra

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre descrito en el apartado 3.2.3.

### 3.3.5. Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental

Estos conos de esparcimiento se ubican directamente en la zona de contacto con la vertiente andina. Presentan un típico perfil longitudinal ligeramente cóncavo, de pendiente comprendida entre el 5% y el 10%, aunque localmente puede alcanzar o sobrepasar el 20%.

Están formados por material detrítico predominantemente grueso, de origen fluvial y fluvio-torrencial. Los materiales de los conos muestran una alteración avanzada y profunda, como se detecta en afloramientos que muestran guijarros fantasmas en una matriz arcillosa y rojiza.

En el cantón, este dominio se encuentra concentrado en tres zonas: norte, centro y suroeste. En el extremo norte la altitud oscila entre 20 y 200 msnm, en el centro se dispone a cotas de entre 100 y 200 msnm y al suroeste se presenta con alturas que van de 80 a 200 msnm. Ocupa aproximadamente 101 km<sup>2</sup> equivalente a 10,5% del total estudiado dentro del cantón.

### 3.3.6. Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados

Este contexto se localiza inmediatamente al pie del contexto *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental*, con el que limita a través de un contacto digitado. Estos conos se prolongan hasta el dominio Medio aluvial costero, mediante superficies planas, sin disectar, que no rebasan el 12% de pendiente.

Predominan los materiales arenosos y pedregosos en las zonas proximales, mientras que las facies distales se presentan con texturas más finas, de tipo areno-limoso. La alteración, con ausencia de argilización, es baja.

Este contexto se localiza en el borde oeste del cantón, donde ocupa una superficie aproximada de 59 km<sup>2</sup>. Se presenta a alturas comprendidas entre 20 y 80 msnm.

### 3.3.7. Medio aluvial costero

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre descrito en el apartado 3.2.5.

### 3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón

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

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Relieves de los márgenes de las cimas frías	LADERAS	Vertiente rectilínea con fuerte disección	2
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico montañoso	3
	POLIGÉNICAS	Interfluvio de cimas estrechas	<1
Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)	FLUVIAL	Barranco	33
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	58
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	21
		Vertiente rectilínea con salientes rocosos	<1
		Vertiente rectilínea con abruptos	11
		Vertiente abrupta	28
		Vertiente abrupta con fuerte disección	11
		Vertiente heterogénea	74
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	115
		Morfología abollada	2
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión reciente	<1
		Coluvión antiguo	27
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	8
		Talud de derrubios	1
	Glacis de esparcimiento	2	
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado bajo	<1
		Relieve volcánico colinado medio	9
		Relieve volcánico colinado alto	41
		Relieve volcánico colinado muy alto	54
		Relieve volcánico montañoso	96
ESTRUCTURAL	Niveles estructurales sobre lavas endurecidas	<1	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)	
Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	5	
		Superficie horizontal	2	
		Superficie horizontal disectada	<1	
		Abrupto de superficie horizontal	5	
		Superficie inclinada	8	
		Superficie inclinada disectada	12	
		Abrupto de superficie inclinada	1	
		Interfluvio de cimas redondeadas	5	
		Interfluvio de cimas estrechas	8	
Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)	FLUVIAL	Barranco	6	
	LADERAS	Vertiente rectilínea	4	
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	2	
		Vertiente rectilínea con abruptos	15	
		Vertiente abrupta	<1	
		Vertiente heterogénea	20	
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	15	
		Morfología abollada	1	
		Coluvión antiguo	3	
			Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	3	
		Relieve colinado alto	10	
		Relieve colinado muy alto	11	
		Relieve montañoso	24	
	POLIGÉNICAS		Interfluvio de cimas estrechas	2
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	<1	
		Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación)	4	
		Valle en V	2	
		Barranco	9	
		Terraza media	<1	
		Terraza alta	<1	
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1	
		Coluvio-aluvial antiguo	5	

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

<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	<b>GRUPO GENÉTICO</b>	<b>GEOFORMA</b>	<b>km<sup>2</sup> (aprox.)</b>
Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental	FLUVIAL	Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación)	<1
		Superficie de cono de esparcimiento	71
		Superficie de cono de esparcimiento disectado	25
		Abrupto de cono de esparcimiento	2
	Superficie de cono de deyección	<1	
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	2
Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados	FLUVIAL	Superficie de cono de esparcimiento	33
		Superficie de cono de esparcimiento disectado	11
		Superficie de cono de esparcimiento muy disectado	6
		Abrupto de cono de esparcimiento	6
		Testigo de cono de esparcimiento	<1
	LADERAS	Coluvión antiguo	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1
Medio aluvial costero	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	8
		Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación)	8
		Terraza media	<1
		Terraza alta	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1

Fuente: CTN

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

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

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

<b>FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>EDAD</b>	<b>LITOLOGÍA</b>	<b>km<sup>2</sup> (aprox.)</b>
Depósitos de ladera	Q <sub>dl</sub>	Cuaternario	Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas)	3
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q <sub>dl3</sub>	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	8
Depósitos de ladera (coluvial)	Q <sub>dl4</sub>	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	31
Depósitos coluvio aluviales	Q <sub>dca</sub>	Cuaternario	Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	13
Depósitos aluviales	Q <sub>da</sub>	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	20
Depósitos aluviales (abanico aluvial)	Q <sub>da1</sub>	Cuaternario	Limos y arcillas (predominantes en la zona distal) y arenas, gravas y bloques (predominantes en la zona apical), en proporciones variables y con acusados cambios de facies laterales y verticales	156
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q <sub>da5</sub>	Cuaternario	Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables	1

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

<b>FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>EDAD</b>	<b>LITOLOGÍA</b>	<b>km<sup>2</sup> (aprox.)</b>
Depósitos aluviales (terrazas)	Q <sub>da8</sub>	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	1
Formación Tarqui	Mio <sub>Tq</sub>	Mioceno	Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava	<1
Formación Saraguro	OliMio <sub>Sa</sub>	Oligoceno-Mioceno	Piroclastos (tobas y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfiríticas) alternantes	47
Formación Piñón**	K <sub>P</sub>	Cretácico	Rocas ígneas básicas (diabasa, basalto equigranular de grano fino, aglomerado basáltico, andesita basáltica), tobas y capas delgadas de argilita y grauvacas; complejos de diques	31
Formación Macuchi	K <sub>M</sub>	Cretácico	Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas	534
Rocas graníticas indiferenciadas	IN <sub>3</sub>	Sin asignación de edad	Rocas graníticas indiferenciadas	114

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

**(\*) 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: hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores 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, Mio=Mioceno, OliMio=Oligoceno-Mioceno, K=Cretácico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial (dl=depósitos de ladera, dca=depósitos coluvio aluviales, da=depósitos aluviales) o al nombre de la "formación geológica" (Tq=Tarqui, Sa=Saraguro, P=Piñón, M=Macuchi). Los símbolos que inician su denominación con IN se refieren a cuerpos intrusivos sin asignación de edad.

**(\*\*) Nota:** Estudios posteriores a los mapas geológicos 1:100.000 publicados por el INIGEMM sugieren que las lavas de la Formación Piñón podrían ser lavas más jóvenes, considerándolas actualmente parte de la Formación Saraguro (CODIGEM-BGS, 1997 y 1998).

### 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)

Aunque el desarrollo de grandes valles fluviales-llanuras de inundación es poco común en la región Sierra y Costa se presentan unos ejemplos en los ríos Blanco, Frío, Jagua, Baboso, Chaucha, Pijilí, Balao Grande, Chico, Blanco y Nueve de Octubre; dentro de los contextos morfológicos *Medio aluvial de Sierra* y *Medio aluvial costero*.

Estos terrenos se caracterizan por la presencia de depósitos aluviales de granulometría muy diversa, transportados y depositados por los canales fluviales. Presentan forma de valle plana y pendientes planas a muy suaves (de 0 a 5%). Son recorridos por canales mixtos con marcadas faces anastomosadas, con densidad de drenaje desde gruesa hasta fina.

Puntualmente, en el sector Florida se puede observar la composición del depósito superficial que consta de bloques redondeados, bloques angulosos, arenas, limos y arcillas en proporciones variables.



**Fotos 1 y 2.** Valle fluvial, llanura de inundación. Sector San Luis, río Balao Grande (izquierda) 20/10/2014. Detalle del depósito superficial, arenas, limos, arcillas y conglomerados. Sector Florida (derecha) 21/10/2014.

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

Las franjas que rodean e incluyen al canal o canales fluviales, a menudo separados 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 acarrees 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 el cantón se pueden ver los mejores ejemplos en el curso de los ríos (nombrados de norte a sur): Patul, De Piedras, Norcay, La Florida, Gala, Chico, Tenguel y Fermín. Se incluyen en los contextos morfológicos *Medio aluvial de Sierra* y *Medio aluvial costero*, presentan pendientes características de planas a muy suaves (de 0 a 5%) y forma de valle preferentemente plana.



**Foto 3.** Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación del cauce en llanura de inundación). Sector San Francisco de Muyuyacu, río Tenguel. 05/12/2014.

### 3.5.1.3. Valle en V (E1)

Se trata de los valles en V en los cursos altos de los ríos Putucay y Norcay, ubicados en el extremo noreste del cantón, ambos encajados en las rocas volcánicas de la Formación Macuchi: areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.

Estos valles en V formados por vertientes laterales con pendientes fuertes (de 40 a 70%), se emplazan en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

#### 3.5.1.4. Barranco (E2)

Los barrancos son similares a los valles en V pero de menores dimensiones. En este cantón se encuentran distribuidos por casi toda la superficie, exceptuando el extremo norte y el borde suroccidental.

Estas incisiones con formas de valle en V (o raramente en U) presentan pendientes transversales fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%). Dentro del contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, se desarrollan en las formaciones volcánicas Macuchi, Saraguro y Tarqui, de edad Cretácica, Oligoceno-Miocénica hasta Miocénica. En el contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, estos barrancos se encajan en rocas graníticas indiferenciadas. Y, en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*, se inciden en la Formación Macuchi y en otras rocas graníticas indiferenciadas.



**Foto 4.** Barranco. Sector El Carmen de Pijilí, río La Florida. 22/10/2014.

#### 3.5.1.5. Terraza media (Tm)

Son superficies subhorizontales de origen fluvial, compuestas por conglomerados, limos arenosos y arcillas limosas, que se sitúan inmediatamente por encima del nivel máximo de las aguas de un río, como resultado de la incisión del mismo. En este cantón, se sitúan en promedio a 8 y 15 metros de desnivel de los ríos Pijilí, Gala, Chico y Siete.

La geoforma incluye la superficie propia con pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12%) esto debido a marcadas incisiones que irregularizan el terreno y el escarpe o abrupto, que por motivos de escala no es cartografiable. Se incluye en los contextos morfológicos *Medio aluvial de Sierra* y *Medio aluvial costero*.



**Foto 5.** Terraza media. Sector Río Blanco, río Chico. 21/10/2014.

#### 3.5.1.6. Terraza alta (Ta)

Las terrazas altas equivalen al segundo nivel de terraza, se encuentran elevadas unos 15 a 17 metros sobre el río Gala, al suroeste del cantón. Presentan pendientes suaves a muy suaves (de 2 a 12%).

Estas terrazas son equivalentes a las terrazas medias tanto en litología como en contexto morfológico.

#### 3.5.1.7. Superficie de cono de esparcimiento (Co1)

Estos conos de esparcimiento procedentes del área montañosa de la Cordillera Occidental se encuentran al norte y en el borde oeste del cantón; están compuestos de limos y arcillas (predominantes en la zona distal) y arenas, gravas y bloques (predominantes en la zona apical), en proporciones variables y con acusados cambios de facies laterales y verticales.

Se emplazan en los dos contextos morfológicos del Piedemonte andino occidental: *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental y Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados.*

Se caracteriza por pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12%), un desnivel relativo comprendido entre 15 y 300 metros y vertientes moderadamente largas a muy largas (mayores a 50 m) de formas rectilíneas, cóncavas o irregulares.



**Foto 6.** Superficie de cono de esparcimiento. Sector Florida. 21/10/2014.

#### 3.5.1.8. Superficie de cono de esparcimiento disectado (Co2)

Esta geoforma se sitúa en la zona occidental del cantón, en los sectores: Estero de Piedras, Cacao Loma, Agua Caliente, La Adelina y Río Blanco. Se emplaza en los mismos contextos morfológicos que la geoforma descrita anteriormente (Superficie de cono de esparcimiento, Co1).

Esta superficie se distingue de la anterior por presentar un grado mayor de disección, lo que provoca que las pendientes sean ligeramente mayores, éstas van de muy suaves a medias (de 2 a 25%). Las disecciones que afectan a esta superficie son causadas por drenajes de forma dendrítica y subdendrítica, de densidad de drenaje gruesa o media. Estas incisiones tienen un desnivel relativo de 5 a 50 metros, vertientes cortas a moderadamente largas (de 15 a 250 m), formas de vertiente habitualmente rectilíneas, cóncavas, convexas, mixtas o irregulares, formas de cima plana, redondeada o incluso aguda y formas de valle en V.

### 3.5.1.9. Superficie de cono de esparcimiento muy disectado (Co3)

Esta geoforma se encuentra al suroeste del cantón, en Campoverde. Se emplaza en el contexto morfológico *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados*. Se compone de limos y arcillas (predominantes en la zona distal) y arenas, gravas y bloques (predominantes en la zona apical), en proporciones variables y con acusados cambios de facies laterales y verticales.

La superficie presenta un grado de disección alto, debido a la concentración de escorrentía en la superficie. Los drenajes causantes presentan forma dendrítica con densidad de drenaje gruesa. Las incisiones llegan a los 50 metros de desnivel, con vertientes laterales moderadamente largas de formas habitualmente rectilíneas, formas de cima planas y formas de valle en V. La pendiente general de estas superficies muy disectadas es media (de 12 a 25%).

### 3.5.1.10. Abrupto de cono de esparcimiento (Co4)

Es el escarpe o escalón limítrofe con las superficies de cono de esparcimiento, disectadas o no, referidas anteriormente. Esta geoforma aparece en los sectores Agua Caliente, Campoverde y Río Blanco.

Se caracteriza por pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos que van desde 25 a 200 metros y vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con formas rectilíneas o cóncavas. Este abrupto se incluye en los contextos morfológicos: *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental y Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados*.



**Foto 7.** Abrupto de cono de esparcimiento. Sector Campoverde. 21/10/2014.

#### 3.5.1.11. Testigo de cono de esparcimiento (CoT)

Esta geoforma se sitúa en el extremo oeste del cantón, en Buenavista, en la margen derecha del río Blanco. Se localiza íntegramente en el contexto morfológico *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados*.

Este testigo de cono de esparcimiento se encuentra desgajado de los conos de esparcimiento aledaños y no conserva su forma típica en planta no obstante conserva la composición: limos y arcillas (predominantes en la zona distal) y arenas, gravas y bloques (predominantes en la zona apical), en proporciones variables y con acusados cambios de facies laterales y verticales.

Se caracteriza por pendientes medias (de 12 a 25%), desniveles relativos de 15 a 25 metros, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas cóncavas y forma de cima redondeada.

#### 3.5.1.12. Superficie de cono de deyección (Cd1)

Esta geoforma se localiza en dos zonas: al noroeste en Chilca Playa, en la margen derecha del río Norcay; y al sur en La López, en la margen derecha del río Margarita. Se emplaza en los contextos morfológicos: *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental*.

Estos abanicos aluviales proceden de los relieves circundantes de la Cordillera Occidental. Están formados por limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.

Se caracteriza por pendientes suaves a medias (de 5 a 25%), desniveles relativos que van de 5 a 15 metros, 25 a 50 metros o de 100 a 200 metros y vertientes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con formas rectilíneas, cóncavas o mixtas.



**Foto 8.** Superficie de cono de deyección. Sector La López, quebrada La Florida. 04/12/2014.

### 3.5.2. Laderas

#### 3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma se encuentra en el área montañosa de la Cordillera Occidental, en la zona oriental del cantón. Se emplaza en dos contextos morfológicos y se desarrolla en distintas formaciones geológicas: en el contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* se compone de rocas volcánicas de las formaciones Macuchi y Saraguro del Cretácico y Oligoceno-Mioceno, respectivamente; y en el contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* se conforman de rocas graníticas indiferenciadas.

Son laderas de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%). Por lo general, estas vertientes son moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m), con desniveles relativos entre 25 y más de 300 metros.

#### 3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Al igual que la geoforma anteriormente citada, esta geoforma se encuentra en la zona oriental del cantón, dentro de tres contextos morfológicos: i) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, ii) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, y iii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Estas laderas, de perfil longitudinal marcadamente rectilíneo, presentan una intensa disección, conservando una pendiente de cierta uniformidad a lo largo de las mismas. Por lo general son vertientes largas a muy largas (más de 250 m) con desniveles relativos entre 100 y 200 metros y en conjunto pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).

En el contexto morfológico *Relieves de los márgenes de las cimas frías* estas laderas se desarrollan en los materiales volcánicos (piroclastos y lavas) de la Formación Saraguro datada del Oligoceno-Mioceno. En *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, se conforman de materiales volcánicos de las formaciones Macuchi y Saraguro. Y, finalmente, en *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* se desarrollan en rocas graníticas indiferenciadas.

#### 3.5.2.3. Vertiente rectilínea con salientes rocosos (Lr3)

Esta geoforma se encuentra de manera puntual en Chaupitranca, al sureste del cantón. Se incluye en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*. Se desarrolla en los materiales volcánicos de la Formación Saraguro: piroclastos (tobas y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfíricas)

alternantes; por lo que los salientes rocosos se deben a la alta resistencia que por lo general presentan las lavas.

Estas laderas presentan salientes rocosos que irregularizan su perfil longitudinal rectilíneo. Generalmente, estas laderas son muy largas (más de 500 m) con desniveles relativos de más de 300 metros y pendientes fuertes (de 40 a 70%).

#### 3.5.2.4. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)

Estas vertientes rectilíneas presentan zonas de rotura de la pendiente, en las que se produce un incremento brusco de la inclinación general de la ladera. El motivo principal de estos incrementos de inclinación suele estar ligado a la aparición de litologías más resistentes a la erosión dentro de la misma formación geológica. La pendiente asignada a la geoforma en conjunto, es fuerte (de 40 a 70%). Estas vertientes son moderadamente largas a muy largas (más de 50 m), con desniveles relativos de 100 a 200 metros o bien mayores a 300 metros.

Aparecen en las mismas aéreas geográficas que el resto de vertientes rectilíneas, enmarcadas en dos contextos morfológicos: dentro del contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, estas vertientes se emplazan en las formaciones volcánicas Macuchi y Saraguro; y en el contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, se componen de rocas graníticas indiferenciadas.



**Foto 9.** Vertiente rectilínea con abruptos. Sector Pijilí. 21/10/2014.

#### 3.5.2.5. Vertiente abrupta (La1)

Esta geoforma se encuentra distribuida en la zona oriental del cantón, en la Cordillera Occidental. Son laderas con pendientes generalmente muy fuertes (de 70 a 100%) y escarpadas (de 100 a 150%). Presentan fuertes desniveles, mayores a 100 metros y longitudes de vertiente de más de 250 metros, con formas rectilíneas o cóncavas.

En el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, se emplazan en las formaciones volcánicas Macuchi y Saraguro. Y en el contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* se componen de rocas graníticas indiferenciadas.

### 3.5.2.6. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)

Esta geoforma se encuentra en la zona suroriental del cantón, en los sectores: Bella Rica, filo Peña Dorada y Mangán. Dentro del contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y dispuesta sobre materiales de las formaciones volcánicas Cretácicas Macuchi (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas).

Estas laderas presentan una pendiente conjunta muy fuerte (de 70 a 100%). Son vertientes disectadas de longitud mayor a 500 metros, con formas cóncavas y, ocasionalmente rectilíneas. Los desniveles relativos son mayores a 300 metros. Los drenajes que afectan a la geoforma tienen forma dendrítica y subdendrítica con densidades medias.

### 3.5.2.7. Vertiente heterogénea (Lh1)

Estas vertientes, de perfil mixto o irregular, se encuentran repartidas por toda el área montañosa del cantón, perteneciente a la Cordillera Occidental. Se emplazan en dos contextos morfológicos y se desarrollan en diferentes formaciones geológicas: en el contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* se componen de rocas graníticas indiferenciadas y también se desarrollan en las formaciones Macuchi y Saraguro. Y, en el contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, estas vertientes están compuestas por rocas graníticas indiferenciadas.

Por lo general, estas laderas son moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m), con desniveles relativos entre 50 y más de 300 metros. En conjunto, estas vertientes presentan pendientes medias hasta muy fuertes (de 12 a 100%).



**Fotos 10 y 11.** Vertiente heterogénea. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso, Fm. Macuchi (derecha). Sector Luz María. 20/10/2014.

#### 3.5.2.8. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Esta geoforma, al igual que la anteriormente descrita, se encuentra distribuida por toda el área montañosa del cantón, perteneciente a la Cordillera Occidental. Se emplaza en dos contextos morfológicos y en diferentes formaciones geológicas: en *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, se desarrollan en la Formación volcánica de edad Cretácica Macuchi. En el contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* se componen de rocas graníticas indiferenciadas.

Se caracterizan por presentar pendientes medias hasta muy fuertes (de 12 a 100%), desniveles relativos entre 25 y más de 300 metros y vertientes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con formas irregulares. Los drenajes tienen formas dendríticas, subdendríticas, paralelas y subparalelas, con densidades gruesas y medias.



**Fotos 12 y 13.** Vertiente heterogénea con fuerte disección. Cerro Paredones (izquierda) 21/10/2014. Detalle de macizo rocoso, granito. Sector San Jacinto (derecha) 04/12/2014.

#### 3.5.2.9. Morfología abollada (Lh5)

La morfología abollada presenta un perfil irregular, de longitud de vertiente moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m) y desniveles relativos de 25 a 300 metros. La pendiente general de esta geoforma es media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%). La forma de drenaje es subdendrítica y presentan densidades gruesas y medias.

Esta geoforma se encuentra en dos zonas: en la zona noroeste, en el filo Pan de Azúcar; y en la zona sureste, en Pucul. En la primera, esta geoforma se emplaza en el contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y se desarrolla en la Formación volcánica de edad Cretácica Macuchi. Mientras que en la segunda, se sitúa en el contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y se conforma de rocas graníticas indiferenciadas.

#### 3.5.2.10. Escarpe de deslizamiento (Lh6)

Esta geoforma se ha mapeado al sureste del cantón, en los sectores Pijilí y El Carmen de Pijilí. Se han generado en materiales de la Formación Macuchi (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-dibasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas) y se emplazan en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Los escarpes dan lugar a formas de vertiente rectilíneas o cóncavas, pendientes fuertes (de 40 a 70%) y desniveles relativos variables en función de la magnitud del deslizamiento (de 50 a 200 m).

#### 3.5.2.11. Coluvión reciente (Col1)

Esta geoforma se encuentra al sureste del cantón, en Mangán, dentro del contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Estos depósitos se caracterizan por laderas convexas, pendientes medias (de 12 a 25%), con desniveles relativos de 50 a 100 metros y longitudes que superan los 250 metros y llegan hasta 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.

#### 3.5.2.12. Coluvión antiguo (Col2)

Estos depósitos se encuentran repartidos por todo el cantón, ocupando partes medias y bajas de laderas. Se emplaza en tres contextos morfológicos: *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados*.

Las morfologías típicas de estas geoformas responden a perfiles de ladera cóncavo-convexo o rectilíneo-convexo (formas de vertiente mixtas), pendientes medias hasta media a fuertes (de 12 a 40%), con desniveles muy variables, de 5 a más de 300 metros y longitudes de vertientes entre 50 y más de 500 metros.

La composición de estos depósitos es igual a la de los coluviones recientes, siendo la diferencia, que en estos depósitos el grado de disección es mayor y suelen presentar vegetación pionera.



**Foto 14.** Coluvión antiguo. Sector Camacho. 22/10/2014.

#### 3.5.2.13. 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 encuentran distribuidos desde el borde oeste hasta el sureste del cantón. Se incluyen en dos contextos morfológicos: *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Las pendientes de estos depósitos van de medias hasta fuertes (de 12 a 70%), las vertientes son por lo general moderadamente largas a muy largas con formas irregulares y el desnivel va de 25 a más de 300 metros, dependiendo de la magnitud del movimiento. La forma de drenaje es dendrítica y subdendrítica con densidades medias y gruesas. Están compuestos por una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño.



**Foto 15.** Depósitos de deslizamiento, masa deslizada. Sector El Carmen de Pijilí.  
22/10/2014.

#### 3.5.2.14. Talud de derrubios (Ld4)

Esta geoforma está en el filo Peña Dorada, en el extremo sur del cantón. Se emplaza en el contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, ocupa escasamente 1,3 km<sup>2</sup> del total del cantón.

Los fragmentos rocosos que componen estos derrubios son de los materiales volcánicos de la Formación Macuchi. Este talud de derrubios presenta formas rectilíneas y longitud entre 250 y 500 metros, desniveles relativos de 100 a 200 metros y pendiente muy fuerte (de 70 a 100%).

#### 3.5.2.15. Glacis de esparcimiento (Pd1)

Esta geoforma se presenta en la zona suroeste del cantón, en Vishil, donde se dispone al pie de las vertientes. Se emplaza en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y se componen por una delgada cobertera de depósitos de ladera (gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas)).

Presenta una pendiente media (de 12 a 25%), un desnivel relativo comprendido entre 200 y 300 metros y vertientes muy largas (más de 500 m) con formas rectilíneas. En el cantón, esta geoforma ocupa aproximadamente 2 km<sup>2</sup> del total de la superficie.

### 3.5.3. Volcánico

#### 3.5.3.1. Relieve volcánico colinado bajo (Rv8)

Esta geoforma se sitúa al suroeste del cantón, en Ponce Enríquez. Se incluye en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

La unidad geomorfológica, de muy reducidas dimensiones, menor a 1 km<sup>2</sup>, está compuesta por areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas, de la Formación Macuchi. Presenta cimas redondeadas con vertientes convexas de longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m), pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%) y desniveles relativos que no llegan a superar los 25 metros.

#### 3.5.3.2. Relieve volcánico colinado medio (Rv9)

A diferencia de los relieves descritos anteriormente, estos presentan un desnivel relativo mayor, comprendido entre 25 y 100 metros. Conservan la misma litología y se incluyen en el mismo contexto morfológico: *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Esta geoforma se encuentra distribuida ampliamente por todo el cantón. Por lo general, son relieves de cima redondeada y ocasionalmente aguda, con vertientes cortas hasta largas (de 15 a 500 m) con formas rectilíneas, cóncavas, convexas mixtas o irregulares. En conjunto, estos relieves presentan valles en V y pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).



**Foto 16.** Relieve volcánico colinado medio. Sector La López 05/12/2014.

### 3.5.3.3. Relieve volcánico colinado alto (Rv10)

Esta geoforma se distribuye en todo el cantón y se incluye en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*. La geoforma se caracteriza por su desnivel relativo de 100 a 200 metros.

Estos relieves se componen de los materiales volcánicos de las formaciones Macuchi (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas) y Saraguro (piroclastos (tobas y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfiríticas) alternantes). Estas formaciones han sido datadas del Cretácico y del Oligoceno-Mioceno, respectivamente.

Presentan cimas agudas, en ocasiones redondeadas, vertientes moderadamente largas a largas con formas rectilíneas, cóncavas, convexas mixtas o irregulares. Los valles entre estos relieves tienen forma en V. En conjunto, la geoforma presenta pendientes medias a muy fuertes (de 12 a 100%).



**Foto 17.** Relieve volcánico colinado alto. Sector Estero de Piedras. 21/10/2014.

### 3.5.3.4. Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11)

Similar a la geoforma anterior, se distribuye por todo el cantón y se emplaza en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*. Se caracteriza por su desnivel relativo, comprendido entre 200 y 300 metros.

Estos relieves se componen de areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas, de la Formación Macuchi. Presentan

cimas agudas o rara vez redondeadas, vertientes largas a muy largas con formas rectilíneas, cóncavas, convexas, mixtas o irregulares. En conjunto, presentan valles en V y pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).



**Foto 18.** Relieve volcánico colinado muy alto. Sector La Independencia. 05/12/2014.

#### 3.5.3.5. Relieve volcánico montañoso (Rv12)

Esta geoforma se distribuye en todo el cantón. Cuenta con desniveles relativos superiores a los 300 metros, cimas agudas y ocasionalmente redondeadas o planas y vertientes largas a muy largas (más de 250 m) con formas rectilíneas, convexas mixtas o irregulares. La pendiente asignada a este conjunto va de media a fuerte (de 12 a 70%).

Estos relieves se emplazan en dos contextos morfológicos donde se desarrollan en diferentes formaciones geológicas: en *Relieves de los márgenes de las cimas frías* se desarrollan sobre la Formación Macuchi; y en el contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, en donde alcanza su máxima representación, están compuestos de materiales de las formaciones volcánicas Macuchi y Saraguro.



**Fotos 19 y 20.** Relieve volcánico montañoso. Sector Río Blanco (izquierda) 05/12/2014. Detalle del macizo del rocoso, Fm. Macuchi. Sector Pucul (derecha) 04/12/2014.

### 3.5.4. Estructural

#### 3.5.4.1. Niveles estructurales sobre lavas endurecidas (Ev1)

Esta geoforma se encuentra en Pijilí, en el centro-sur del cantón. Se incluye en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y está compuesta por los materiales volcánicos de la Formación Macuchi.

La unidad se ha dividido en superficie y abrupto, con pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%) y muy fuertes (de 70 a 100%) respectivamente.

#### 3.5.5. Tectónico-erosivo

##### 3.5.5.1. Relieve colinado medio (Rt4)

Esta geoforma se encuentran en dos zonas: al norte en Agua Caliente, San Nicolás y loma Victoria y, al sur en El Carmen de Pijilí. Se sitúan en el contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Estos relieves presentan cimas agudas o redondeadas, vertientes moderadamente largas con formas rectilíneas, cóncavas, convexas o irregulares, desniveles relativos comprendidos entre 25 y 100 metros y forma de valle en V. La pendiente general de esta geoforma va de media a fuerte (de 12 a 70%). El sustrato se compone de rocas graníticas indiferenciadas.

##### 3.5.5.2. Relieve colinado alto (Rt5)

Esta geoforma es similar a la anterior en cuanto a ubicación geográfica, contexto morfológico y litología. Estos relieves presentan cimas agudas y ocasionalmente redondeadas, vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con formas rectilíneas, cóncavas, mixtas o irregulares, desnivel relativo comprendido entre 100 y 200 metros y forma de valle en V. La pendiente general de éstos va de media hasta fuerte (de 25 a 70%).



**Foto 21.** Relieve colinado alto. Sector La Florida. 22/10/2014.

### 3.5.5.3. Relieve colinado muy alto (Rt6)

Esta geoforma se encuentra en dos zonas: al norte en San Nicolás y loma Victoria, y al sur, en El Carmen de Pijilí. Se incluye en el contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*. El sustrato sobre el que se desarrolla esta unidad geomorfológica corresponde a rocas graníticas indiferenciadas.

Estos relieves presentan vertientes largas a muy largas con formas rectilíneas, convexas o irregulares y cimas agudas o redondeadas. El desnivel relativo está comprendido entre 200 y 300 metros, la forma de valle es en V y la pendiente general va de media a fuerte (de 12 a 70%).

### 3.5.5.4. Relieve montañoso (Rt7)

Esta geoforma se sitúa en dos zonas del cantón: en la zona norte en los sectores: filo de Parva Uicu, cerro Parajes, loma Victoria, filo Pan de Azúcar; y en la zona sureste en El Carmen de Pijilí y Chancay.

Se incluye en el contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*. El sustrato rocoso lo compone rocas graníticas indiferenciadas.

Las características que presenta esta geoforma son: desnivel relativo mayor a 300 metros, pendientes medias a fuertes hasta muy fuertes (de 25 a 100%), vertientes muy largas (más de 500 m) con formas rectilíneas o irregulares, formas de cimas redondeadas o agudas y formas de valle en V.

## 3.5.6. Poligénicas

### 3.5.6.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Esta geoforma se encuentra rellenando una vaguada, la del río San Miguel, al sureste del cantón, presenta una superficie menor a 1 km<sup>2</sup>. Se caracteriza por forma de valle en V y pendientes fuertes (de 40 a 70%). Los drenajes tienen formas dendríticas y densidades finas.

Los coluvio-aluviales presentan limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en su constitución y están enmarcados en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

### 3.5.6.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Esta geoforma se encuentra distribuida por todo el cantón, atenuando su presencia en el sur, se sitúa rellenando vaguadas y al margen de pequeños drenajes. Se caracteriza por valles con formas en V, en U o planas y pendientes que van de suaves a fuertes (de 5 a 70%). Los drenajes presentan formas dendríticas y subdendríticas y densidades de drenaje desde fino hasta grueso.

Debido a su amplia representación espacial, se incluyen en cinco contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental), ii) Medio aluvial de Sierra, iii) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental, iv) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados y v) Medio aluvial costero.*

Su composición consta de limos, arcillas, arenas, gravas y bloques.



**Fotos 22 y 23.** Coluvio-aluvial antiguo. Sector El Tamarindo (izquierda), 22/10/2014. Sector La Iberia (derecha), 20/10/2014.

#### 3.5.6.3. Superficie horizontal (Sh2)

Esta geoforma presenta una escasa extensión de 2,4 km<sup>2</sup>. Se sitúa en dos zonas del cantón: en la zona central en Pijilí, y en la zona occidental en Camacho y cerca al río Amazonas. Se encuentra íntegramente en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Se trata de una geoforma descriptiva, de difícil adscripción genética. Presenta pendientes muy suaves (de 2 a 5%) y se desarrolla sobre areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas de la Formación Macuchi. Los drenajes tienen formas dendríticas y densidades gruesas a medias.

#### 3.5.6.4. Superficie horizontal disectada (Sh3)

Esta geoforma se encuentra al oeste del cantón, en las faldas del filo Pan de Azúcar, ocupa una mínima extensión de menos de 1 km<sup>2</sup> en el cantón. Es similar a la geoforma anterior tanto en composición litológica como en contexto morfológico.

Esta superficie horizontal presenta una marcada disección, las incisiones con formas en V llegan a los 15 metros de desnivel relativo, presentan vertientes cortas con

formas rectilíneas y cima plana. Los drenajes que afectan a estas superficies tienen formas dendríticas y densidades de drenaje gruesas.

#### 3.5.6.5. Abrupto de superficie horizontal (Sh4)

Esta geoforma delimita únicamente las superficies horizontales sin disección antes descritas, se presenta, por tanto, en el mismo contexto morfológico y sobre la misma formación geológica, Macuchi datada del Cretácico.

Se caracteriza pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%), desniveles relativos de 50 a 200 metros y vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con formas rectilíneas.



**Foto 24.** Abrupto de superficie horizontal. Detalle del macizo rocoso, Fm. Macuchi. Sector Iñán. 04/12/2014.

#### 3.5.6.6. Superficie inclinada (Si2)

Esta geoforma se encuentra distribuida en tres zonas del cantón: en el borde este en El Portero; en el borde oeste, cerca del río Amazonas; y en el sur, en San Jacinto, Iñán, San Gerardo y Rumicruz. Se incluye en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Geológicamente está compuesta por los materiales de las formaciones Macuchi (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas) y Saraguro (piroclastos (tobas y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfiríticas) alternantes).

Estas superficies presentan pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos entre 15 y más de 300 metros y vertientes moderadamente largas a muy largas con formas rectilíneas, mixtas o irregulares. La forma de drenaje es dendrítica y subdendrítica y la densidad de drenaje va de gruesa a media.



**Foto 25.** Superficie inclinada. Detalle del macizo rocoso, Fm. Saraguro. Sector Rumicruz. 04/12/2014.

#### 3.5.6.7. Superficie inclinada disectada (Si3)

Similar a la geoforma anteriormente señalada, tanto en ubicación geográfica, contexto morfológico. Como composición litológica estás los materiales volcano-sedimentarios de la Formación Macuchi (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas).

Esta geoforma presenta en su superficie incisiones de hasta 50 metros de desnivel relativo con formas de valle en V y en ocasiones en U, con vertientes cortas a moderadamente largas con formas rectilíneas o irregulares y forma de cima redondeada. La forma de drenaje es dendrítica, subdendrítica o paralela, con densidades gruesas. La pendiente que presentan es media hasta media a fuerte (de 12 a 40%).



**Foto 26.** Superficie inclinada disectada. Detalle del macizo rocoso, Fm. Macuchi. Sector San Gerardo. 04/12/2014.

#### 3.5.6.8. Abrupto de superficie inclinada (Si4)

Corresponde a la vertiente o ladera que, con pendiente sensiblemente más elevada, limita las geoformas anteriores, superficie inclinada y superficie inclinada disectada. Se presenta, por tanto, en el mismo contexto y sobre la misma formación geológica que éstas.

Presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos que van de 25 a 200 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas rectilíneas o irregulares.

#### 3.5.6.9. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

Esta unidad geomorfológica se presenta en el área montañosa del sector oriental del cantón. Se trata de una geoforma de desarrollo lineal y estrecho, con perfil transversal redondeado y pendientes medias a fuertes (de 12 a 70%), que ocupa las posiciones cimera del relieve, de donde arrancan los diferentes tipos de vertientes o laderas.

Se emplazan dentro del contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y sobre la formación geológica Macuchi (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-dibasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas).



**Foto 27.** Interfluvio de cimas redondeadas. Sector Corona de Oro. 22/10/2014.

#### 3.5.6.10. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Esta geoforma se encuentra, al igual que la anterior, en el área montañosa de la zona oriental, desde el centro hacia el sur del cantón. Se encuadra en tres contextos morfológicos: *i) Relieves de los márgenes de las cimas frías, ii) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *iii) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

En este caso, las cimas tienen formas agudas y pendientes medias a fuertes (de 12 a 70%). Estos interfluvios están compuestos por un lado por rocas graníticas indiferenciadas y por otro por materiales volcánicos de las formaciones Macuchi y Saraguro.

#### IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Camilo Ponce Enríquez tiene 959 km<sup>2</sup> aproximadamente y ha sido estudiado en su totalidad. Está situado principalmente en la región Sierra, aunque incluye una pequeña porción de región Costa, del orden del 18% del territorio estudiado. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 20 metros hasta un máximo de 3.000 metros.

En el cantón Camilo Ponce Enríquez se pueden diferenciar cinco dominios fisiográficos, tres enmarcados en la región Sierra y dos en la región Costa.

1. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Presenta muy escasa extensión en el territorio estudiado, aproximadamente 6 km<sup>2</sup> y se dispone en el extremo oriental del cantón. En el cantón, este dominio presenta un solo contexto morfológico, denominado *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Las geoformas identificadas dentro de dicho contexto morfológico se corresponden con los grupos genéticos laderas, volcánico y poligénicas, siendo: vertiente rectilínea con fuerte disección, relieve volcánico montañoso e interfluvio de cimas estrechas, respectivamente.

2. **Vertientes Externas de la Cordillera Occidental.** Es el dominio fisiográfico más extenso del cantón, con 756 km<sup>2</sup> equivalente a 78,8% del total de la superficie estudiada. Este dominio está representado por relieves y vertientes relativamente homogéneos, sobre materiales volcánicos, graníticos y granodioríticos. En este cantón, presenta dos contextos morfológicos.

En el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, las geoformas más representativas están asociadas a relieves volcánicos (bajo, medio, alto, muy alto y montañoso) y diferentes tipos de vertientes dentro de éstos, así como también depósitos coluviales y deslizamientos. En el grupo genético fluvial sobresalen barrancos, conos de esparcimiento y conos de deyección. Existen niveles estructurales sobre los materiales volcánicos de la Formación Macuchi. Finalmente, el grupo genético poligénicas, está representado en este contexto por superficies horizontales e inclinadas, interfluvios de cimas estrechas y redondeadas y coluvio-aluviales antiguos.

El contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* está representado por relieves colinados (medio, alto, muy alto y montañoso) y diferentes tipos de vertientes relacionados a estos relieves, con sustrato rocoso compuesto de rocas graníticas indiferenciadas. En menor proporción se presentan barrancos en el modelado fluvial e interfluvios de cimas estrechas en el grupo genético poligénicas.

3. **Medio aluvial de Sierra.** Su extensión dentro del cantón es de aproximadamente 21 km<sup>2</sup>. Se corresponde con el contexto morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión. Las geoformas más

características, de génesis fluvial, son barrancos y terraza baja y cauce actual, en menor proporción se presenta valle fluvial-llanura de inundación y terrazas medias y altas. Complementariamente, se integran en este contexto geoformas poligénicas (coluvio-aluviales recientes y antiguos) que conectan con el sistema fluvial.

- 4. Piedemonte andino occidental.** Este dominio fisiográfico ocupa aproximadamente 159 km<sup>2</sup>, equivalente a 16,6% del total del cantón. Presenta en el cantón dos contextos morfológicos característicos: *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental* y *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental*.

Dentro de estos contextos morfológicos las geoformas más representativas son los conos de esparcimiento con y sin disección que arrancan de la Cordillera Occidental así como los testigos de esos conos de esparcimiento. Adicionalmente, dentro del grupo genético poligénicas se presentan coluvio-aluviales antiguos.

- 5. Medio aluvial costero.** Este dominio presenta una escasa representación en el cantón, con un aproximado de 17 km<sup>2</sup> equivalente a 1,8% del total del cantón. Se corresponde con el contexto morfológico del mismo nombre, ya que este dominio fisiográfico no presenta ninguna otra subdivisión. Las geoformas más características, de génesis fluvial, se corresponden con aquellas que representan sedimentación actual (valles fluviales-llanuras de inundación y terraza baja y cauce actual) o antiguos niveles de sedimentación fluvial (terrazza media y alta). Complementariamente, se integran en este contexto geoformas poligénicas (coluvio-aluviales antiguos) que conectan con el sistema fluvial actual.

El cantón Camilo Ponce Enríquez está rodeado por un costado de altas montañas y por otro de planicies extendidas hasta el océano pacífico con una variabilidad altitudinal que desciende desde los 3.000 msnm hasta los 20 msnm. Esto condiciona el marcado contraste paisajístico que inicia con las Cimas frías, continúa con las Vertientes externas de la Cordillera Occidental, que es donde se emplazan los diferentes tipos de vertientes que enlazan las partes altas con los paisajes costeros representados por Piedemonte andino occidental, que se representa por la geoforma característica conos de esparcimiento con y sin disección.

Es importante mencionar que más del 50% del cantón presenta como sustrato rocoso los materiales volcánicos de la Formación Macuchi, de edad cretácica. Este sustrato es la base sobre la que aparecen la mayoría de relieves descritos en el cantón, dentro del contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*. Por otro lado, un cuerpo intrusivo granítico da origen a los relieves colinados que representan, dentro del cantón, al contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Es importante también destacar que en base a estudios posteriores a los mapas geológicos 1:100.000 publicados por el INIGEMM, los cuales sugieren que las lavas de la Formación Piñón podrían ser lavas más jóvenes, considerándolas actualmente parte de la Formación Saraguro (CODIGEM-BGS, 1997 y 1998), se ha omitido la Formación Piñón en la descripción de geformas y se la ha adscrito a la Formación Saraguro.

## V. BIBLIOGRAFÍA

### 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 5.2. Bibliografía citada

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

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

CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1997 y 1998. Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador, esc. 1:200.000. (Publicado en 5 hojas). *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.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Cuenca (Hoja 53), esc. 1:100.000. *DGGM-UK*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1974. Hoja Geológica: Girón (Hoja 54), esc. 1:100.000. *DGGM-UK*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Gualleturo (Hoja 52), esc. 1:100.000. *DGGM-UK*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Machala (Hoja 36), esc. 1:100.000. *DGGM-UK*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Naranjal (Hoja 34), esc. 1:100.000. *DGGM-UK*. Quito.


DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Tenguel (Hoja 35), esc. 1:100.000. *DGGM-UK*. Quito.

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.



## 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:  Ubicación

Latitud:  PROVINCIA

Altitud:  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

A. Fotos Depósitos superficiales

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

B. Otros Aspectos Depósito superficial

**#. Observaciones Generales**

Sincroniza con Geomorfología
  Guardar



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

CGg-NV_D3-61-0255	CGg-NV_E4-65-0466	CGg-NV_E4-65-0581
CGg-NV_D3-61-0257	CGg-NV_E4-65-0473	CGg-NV_E2-65-0584
CGg-NV_D3-61-0258	CGg-NV_E4-65-0478	CGg-NV_E2-65-0586
CGg-NV_D3-61-0259	CGg-NV_E4-65-0479	CGg-NV_E2-65-0588
CGg-NV_D3-61-0260	CGg-NV_E4-65-0480	CGg-NV_E2-65-0589
CGg-NV_D3-61-0261	CGg-NV_E4-65-0484	CGg-NV_E2-65-0590
CGg-NV_D3-61-0262	CGg-NV_E4-65-0487	CGg-NV_E2-65-0593
CGg-NV_D3-61-0263	CGg-NV_E4-65-0488	CGg-NV_F1-55-0438
CGg-NV_D3-61-0267	CGg-NV_E4-65-0490	CGg-NV_F1-55-0494
CGg-NV_D3-61-0273	CGg-NV_E4-65-0492	CGg-NVI_A1-61-0445
CGg-NV_D3-61-0274	CGg-NV_E4-65-0494	CGg-NVI_A1-61-0449
CGg-NV_D3-61-0275	CGg-NV_E4-65-0496	CGg-NVI_A2-65-0077
CGg-NV_D3-61-0276	CGg-NV_E4-65-0499	CGg-NVI_A2-65-0078
CGg-NV_D3-61-0277	CGg-NV_E4-65-0500	CGg-NVI_A2-65-0079
CGg-NV_D3-61-0285	CGg-NV_E4-65-0502	CGg-NVI_A2-65-0081
CGg-NV_D3-61-0286	CGg-NV_E4-65-0505	CGg-NVI_A2-65-0083
CGg-NV_D3-61-0287	CGg-NV_E4-65-0513	CGg-NVI_A2-65-0084
CGg-NV_D3-61-0288	CGg-NV_E4-65-0516	CGg-NVI_A2-65-0085
CGg-NV_D3-61-0289	CGg-NV_E4-65-0517	CGg-NVI_A2-65-0086
CGg-NV_D3-61-0290	CGg-NV_E4-65-0518	CGg-NVI_A2-65-0087
CGg-NV_F1-61-0291	CGg-NV_E4-65-0519	CGg-NVI_A2-65-0088
CGg-NV_D3-61-0294	CGg-NV_E4-65-0525	CGg-NVI_A2-65-0089
CGg-NV_E4-65-0413	CGg-NV_E4-65-0527	CGg-NVI_A2-65-0090
CGg-NV_E4-65-0417	CGg-NV_E4-65-0528	CGg-NVI_A2-65-0102
CGg-NV_E4-65-0418	CGg-NV_E4-65-0529	CGg-NVI_A2-65-0105
CGg-NV_E4-65-0419	CGg-NV_E4-65-0531	CGg-NVI_A2-65-0106
CGg-NV_E4-65-0424	CGg-NV_E4-65-0534	CGg-NVI_A2-65-0108
CGg-NV_E4-65-0425	CGg-NV_E4-65-0538	CGg-NVI_A2-65-0111
CGg-NV_E4-65-0426	CGg-NV_E4-65-0547	CGg-NVI_A2-65-0112
CGg-NV_E4-65-0428	CGg-NV_E4-65-0548	CGg-NVI_A2-65-0113
CGg-NV_E4-65-0429	CGg-NV_E4-65-0552	CGg-NVI_A2-65-0114
CGg-NV_E4-65-0434	CGg-NV_E4-65-0554	CGg-NVI_A2-65-0115
CGg-NV_E4-65-0439	CGg-NV_E4-65-0559	CGg-NVI_A2-65-0116
CGg-NV_E4-65-0451	CGg-NV_E4-65-0562	CGg-NVI_A2-65-0117
CGg-NV_E4-65-0453	CGg-NV_E4-65-0564	CGg-NVI_A2-65-0119
CGg-NV_E4-65-0456	CGg-NV_E4-65-0566	CGg-NVI_A2-65-0120
CGg-NV_E4-65-0458	CGg-NV_E4-65-0568	CGg-NVI_A2-65-0121
CGg-NV_E4-65-0459	CGg-NV_E4-65-0569	CGg-NVI_A2-65-0122
CGg-NV_E4-65-0461	CGg-NV_E4-65-0570	CGg-NVI_A2-65-0123
CGg-NV_E4-65-0462	CGg-NV_E4-65-0572	CGg-NVI_A2-65-0124
CGg-NV_E4-65-0464	CGg-NV_E4-65-0574	CGg-NVI_A2-65-0125



### ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS

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

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

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

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

## -A-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**AFLORAMIENTOS ROCOSOS EN AMBIENTE PERIGLACIARIO:** rocas en superficie, con escasa o nula presencia de suelo, que no presentan rasgos morfológicos específicos. Se utiliza esta denominación cuando aparecen en zonas de ambiente

periglaciario que, no obstante, han podido estar sometidas anteriormente a modelado glaciar.

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

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

## -C-

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

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

**CAMPO DE REG:** desierto pedregoso.

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

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

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

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

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

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

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

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

**COLINAS DE CIMAS REDONDEADAS DE ASPECTO TABULAR:** similares a las *colinas en media naranja*, estas geofomas 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 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 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 Amazonía. 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 glaciar, 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 glaciario o subglaciario. Se presentan con frecuencia asociadas a ciertas geoformas glaciares (*circo glaciario*, *cubeta glaciario*, *fondo de valle glaciario*, 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 Amazonía.

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

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

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

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

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

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

## -R-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO MUY BAJO:** forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-

holocenos). Presenta, en su conjunto, un ligero grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 5 y 15 metros.

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

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

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

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

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

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

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

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

**ROCAS EN CRESTAS Y CUCHILLAS:** afloramientos rocosos en ambiente glaciar-periglaciar, 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 (sobreexcavación 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.

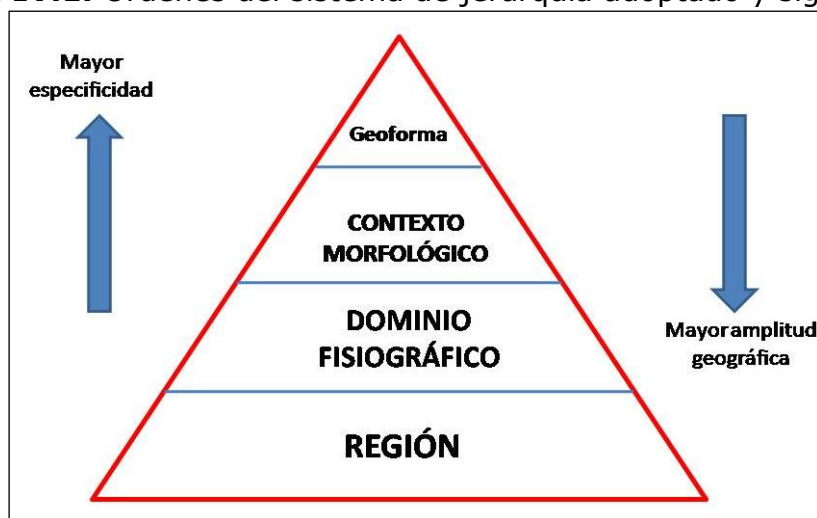
### **1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico**

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  $10^5$  km<sup>2</sup>, 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  $10^4$  km<sup>2</sup>.

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  $10^3$  km<sup>2</sup>.

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.

<b>REGIÓN SIERRA</b>	
DOMINIO FISIOGRAFICO: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)

<b>DOMINIO FISIAGRÁFICO: VERTIENTES EXTERNAS DE LA CORDILLERA REAL</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	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)
<b>DOMINIO FISIAGRÁFICO: CIMAS FRÍAS DE LAS CORDILLERAS OCCIDENTAL Y REAL</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	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
<b>DOMINIO FISIAGRÁFICO: SISTEMA VOLCÁNICO</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables
	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
<b>DOMINIO FISIAGRÁFICO: VERTIENTES Y RELIEVES DE CUENCAS INTERANDINAS</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	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
<b>DOMINIO FISIAGRÁFICO: RELIEVES DE FONDO DE CUENCAS INTERANDINAS</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos
	Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica

<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL DE SIERRA</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Medio aluvial de Sierra
<b>REGIÓN AMAZONÍA</b>	
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: ZONA SUBANDINA</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	<p>Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas</p> <p>Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas</p> <p>Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas</p> <p>Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales</p> <p>Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)</p>
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: AMAZONIA PERIANDINA</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	<p>Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes</p> <p>Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas</p> <p>Colinas periandinas occidentales</p> <p>Colinas periandinas orientales</p>
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL AMAZÓNICO</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Medio aluvial amazónico
<b>REGIÓN COSTA</b>	
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: RELIEVES ESTRUCTURALES SOBRE SEDIMENTOS Terciarios</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Mesas muy disectadas y restos de relieves tabulares sobre limolitas y areniscas culminantes
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: GRAN CONO TABULAR DE LA LLANURA COSTERA Y LLANURA ALUVIAL ANTIGUA</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	<p>Gran cono tabular de la llanura costera</p> <p>Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados</p> <p>Llanura aluvial antigua</p> <p>Superficies onduladas y transición a la llanura aluvial reciente</p>

<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: PIEDEMONTE ANDINO OCCIDENTAL</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	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
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: PIEDEMONTE COSTERO</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Glacis de los piedemontes costeros
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: BAJA LLANURA ALUVIAL INUNDABLE DE LA COSTA</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Llanura aluvial reciente
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL COSTERO</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Medio aluvial costero
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: CORDILLERAS COSTERAS SOBRE ROCAS VOLCÁNICAS ANTIGUAS</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Cerros testigos de la llanura aluvial reciente
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO LITORAL</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Llanura y depresión costera de Arenillas
	Formas y depósitos fluvio-marinos

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

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

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

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

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

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

Son las unidades básicas de mapeo. El tamaño mínimo para su representación es de 1 hectárea, con órdenes típicos de magnitud de entre 5 a 10 hectáreas hasta 10<sup>2</sup> km<sup>2</sup> para las geoformas mayores.

Una Geoforma debe cumplir con los siguientes requisitos:

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

Ejemplos de geoformas (o unidades geomorfológicas) son: valle en V; superficie de cono de esparcimiento; relieve lacustre ondulado; coluvión reciente; fondo de valle glaciar; rampa de piedemonte de cono volcánico; cordón litoral; aplanamiento kárstico; colinas en media naranja; manto eólico; superficie de cuesta; relieve colinado medio; superficie horizontal disectada; superficie intervenida.

### 1.1. Justificación del sistema de jerarquía de relieve adoptado

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

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

## 2. Atributo relacionado con la génesis de la geoforma

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

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

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

GRUPO GENÉTICO	CARACTERÍSTICAS GENERALES
Fluvial	Formas y depósitos ligados a ríos y al flujo de agua habitualmente encauzada. También se incluyen formas resultantes de la erosión generalizada por agua
Fluvio-lacustre	Formas y depósitos ligados a lagos, lagunas y áreas endorreicas, incluyendo depresiones con acumulación de agua esporádica, temporal o permanente
Laderas	Formas y depósitos relacionados con la evolución y dinámica de las laderas o vertientes
Glaciar y periglacial	Formas y depósitos producidos por la acumulación de hielo (glaciares) y en las zonas de su periferia o en las que dominan los ciclos de hielo y deshielo del terreno y/o la existencia de permafrost (periglaciares)
Volcánico	Formas y depósitos tanto asociados directa o indirectamente a edificios volcánicos recientes como relieves que aparecen sobre sustrato volcánico
Marino	Formas y depósitos relacionados tanto con la dinámica litoral actual y reciente, como formas relacionadas con depósitos marinos antiguos
Kárstico	Formas desarrollados principalmente sobre rocas calcáreas (calizas, dolomías, calcarenitas) y evaporítico-salinas, con un característico modelado
Meteorización	Formas características producto de una intensa meteorización química
Eólico	Formas y depósitos producidos por la acción del viento
Estructural	Modelados resultantes de la interacción entre los diversos procesos erosivos y la litología y estructura de las rocas

Tectónico-erosivo	Formas sin rasgos característicos (geofomas banales), no ligadas a ningún sustrato litológico concreto, de cierta extensión y continuidad. Las geofomas 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 geofomas de definición poco precisa, difícilmente representables por sus propias características y modo de aparición o áreas de fuerte intervención antrópica que impiden reconocer la geofoma 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

<b>FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL</b>	<b>(*)</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROCA O SEDIMENTO</b>
Depósitos de ladera	<b>Q<sub>dl</sub></b>	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	<b>Q<sub>dvQ</sub></b>	Tobas bien estratificadas, con frecuente carácter lacustre y alternantes con cenizas y lapilli
Conglomerados Zarapullo	<b>P<sub>za</sub></b>	Guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa
Formación Borbón	<b>PI<sub>B</sub></b>	Areniscas de grano grueso en bancos, con intercalaciones de argilita y conglomerados en la base
Formación Mangán	<b>Mio<sub>Mn</sub></b>	Limolitas, lutitas y areniscas de grano fino interestratificadas; lutitas con vetas de carbón; areniscas de grano grueso y conglomeráticas
Formación Playa Rica	<b>Ole<sub>r</sub></b>	Lutitas grises o negras laminadas, con intercalaciones de areniscas
Formación Ostiones	<b>Eo<sub>os</sub></b>	Lutitas duras, grises a pardas; tobas y arcillas silíceas hacia muro
Formación Tiyuyacu	<b>Pal<sub>Ty</sub></b>	Conglomerado de cuarzo, lutita y chert en matriz areno-limosa; areniscas con intercalaciones de lutitas rojas, grises y verdes
Grupo Alamor	<b>M<sub>al</sub></b>	Lutitas, areniscas, arcillas y limos estratificados, localmente con ligero metamorfismo
Batolito de Zamora	<b>J<sub>abs</sub></b>	Granitoides
Unidad Piedras	<b>Pz<sub>pi</sub></b>	Anfibolitas gneísicas de grano fino a grueso y esquistos verdes
Granito de Abitagua	<b>IN G<sub>Ab</sub></b>	Granito (monzogranito de biotita, de grano grueso y color rosado)
Gabro	<b>IN G<sub>a</sub></b>	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

**(\*) 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: hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros

grupos litológicos que no tienen reconocimiento de formación, así como para ciertas formaciones geológicas, se ha acordado la adopción de códigos propios, siguiendo criterios análogos a los utilizados en dichos trabajos de referencia.

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

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

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

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

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

- Desnivel relativo
- Longitud de vertiente
- Pendiente

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

El *desnivel relativo* corresponde a la altura existente entre la parte más baja, generalmente el cauce de los ríos, quebradas o incisiones (nivel base) y la parte más alta de las unidades geomorfológicas (CLIRSEN, 2012). Las categorías o rangos establecidos son las que se muestran en el Cuadro IV.5.

**Cuadro IV.5.** Categorías de desnivel relativo

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

**Cuadro IV.6.** Categorías de longitud de vertiente

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

**Cuadro IV.7.** Categorías de pendiente

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

## 6. Atributos relacionados con el drenaje

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

La forma de drenaje se asigna por fotointerpretación, mientras que la densidad de drenaje (relación entre la longitud total de cauces que atraviesan un área dada y la

superficie de dicha área: Horton, 1945; Strahler, 1952; Strahler, 1954) se obtiene automáticamente.

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

**Cuadro IV.8.** Categorías de tipo de drenaje

<b>TIPOS DE DRENAJE</b>
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

<b>CLASE O TIPO</b>	<b>DENSIDAD</b>
Drenaje grueso (baja densidad)	<5 km/km <sup>2</sup>
Drenaje medio (media densidad)	5-12 km/km <sup>2</sup>
Drenaje fino (alta densidad)	>12 km/km <sup>2</sup>
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.