

## **MEMORIA TÉCNICA**

### **CANTÓN MORONA**

#### **PROYECTO:**

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

### **GEOMORFOLOGÍA**

**AGOSTO, 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  
Baldomer Corderroure  
Jorge Navarro  
Katia Olivos  
Oriol Pedraza  
Isaac Pérez  
Anna Pibernat  
Lorena Piedra  
Marta San Segundo

#### 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 Real .....	20
3.2.3.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra .....	20
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Zona Subandina .....	21
3.2.5.	Dominio Fisiográfico Amazonía Periandina.....	21
3.2.6.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial amazónico.....	22

3.3.	Contextos Morfológicos.....	22
3.3.1.	Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas .....	23
3.3.2.	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).....	24
3.3.3.	Medio aluvial de Sierra .....	24
3.3.4.	Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas .....	24
3.3.5.	Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.....	25
3.3.6.	Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte) .....	25
3.3.7.	Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes.....	26
3.3.8.	Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas .....	26
3.3.9.	Medio aluvial amazónico .....	26
3.4.	Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón .....	27
3.5.	Descripción de geoformas .....	36
3.5.1.	Fluvial .....	36
3.5.1.1.	Valle fluvial, llanura de inundación (F1) .....	36
3.5.1.2.	Terraza baja y cauce actual (sobrexexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2) .....	37
3.5.1.3.	Valle en V (E1) .....	38
3.5.1.4.	Barranco (E2) .....	39
3.5.1.5.	Garganta (E3) .....	39
3.5.1.6.	Encañonamiento (E4) .....	40
3.5.1.7.	Cauces abandonados, meandros abandonados (C1) .....	40
3.5.1.8.	Cauces y meandros ocasionalmente funcionales (C2) .....	40
3.5.1.9.	Terraza media (Tm) .....	40
3.5.1.10.	Terraza alta (Ta).....	41
3.5.1.11.	Terraza colgada (Tc) .....	41
3.5.1.12.	Vertiente o abrupto de terraza (Tv) .....	42
3.5.1.13.	Terrazas escalonadas (Te).....	42
3.5.1.14.	Terrazas indiferenciadas (Ti) .....	42
3.5.1.15.	Superficie de cono de esparcimiento (Co1).....	42
3.5.1.16.	Superficie de cono de esparcimiento disectado (Co2).....	43
3.5.1.17.	Abrupto de cono de esparcimiento (Co4).....	43
3.5.1.18.	Testigo de cono de esparcimiento (CoT).....	44
3.5.1.19.	Superficie de cono de deyección (Cd1) .....	45
3.5.2.	Laderas .....	45
3.5.2.1.	Vertiente rectilínea (Lr1).....	45
3.5.2.2.	Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....	47

3.5.2.3.	Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4) .....	48
3.5.2.4.	Vertiente abrupta (La1) .....	49
3.5.2.5.	Vertiente abrupta con fuerte disección (La2) .....	49
3.5.2.6.	Vertiente heterogénea (Lh1) .....	50
3.5.2.7.	Vertiente rocosa (Lh3).....	50
3.5.2.8.	Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4) .....	50
3.5.2.9.	Escarpe de deslizamiento (Lh6) .....	51
3.5.2.10.	Coluvión antiguo (Col2) .....	51
3.5.2.11.	Macrocoluvión (Col3).....	52
3.5.2.12.	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1) .....	52
3.5.2.13.	Glacis de esparcimiento (Pd1).....	53
3.5.3.	Glaciar y periglaciar .....	54
3.5.3.1.	Vertiente de valle glaciar (Gf4) .....	54
3.5.3.2.	Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6) .....	54
3.5.4.	Volcánico .....	55
3.5.4.1.	Relieve volcánico colinado bajo (Rv8).....	55
3.5.4.2.	Relieve volcánico colinado alto (Rv10).....	55
3.5.4.3.	Relieve volcánico montañoso (Rv12) .....	55
3.5.5.	Estructural .....	56
3.5.5.1.	Superficie de mesa o meseta (Eh1) .....	56
3.5.5.2.	Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2).....	56
3.5.5.3.	Cornisa de mesa o meseta (Eh3) .....	57
3.5.5.4.	Vertiente de mesa o meseta (Eh4).....	57
3.5.5.5.	Superficie de cuesta (Ei1) .....	57
3.5.5.6.	Superficie de cuesta disectada (Ei2).....	58
3.5.5.7.	Frente de cuesta (Ei3).....	58
3.5.5.8.	Vertiente de cuesta (Ei4) .....	59
3.5.5.9.	Superficie de chevron (Ei5) .....	60
3.5.5.10.	Frente de chevron (Ei6) .....	61
3.5.5.11.	Vertiente de chevron (Ei7) .....	61
3.5.5.12.	Relieves escalonados en capas inclinadas (Ei8) .....	62
3.5.5.13.	Barra o cresta estructural (Esv) .....	62
3.5.5.14.	Superficies y planos estructurales originados en capas plegadas (Epl) .....	63
3.5.5.15.	Restos de superficie estructural (Esr) .....	63
3.5.6.	Tectónico-erosivo .....	63
3.5.6.1.	Relieve colinado muy bajo (Rt2) .....	63
3.5.6.2.	Relieve colinado bajo (Rt3) .....	64
3.5.6.3.	Relieve colinado medio (Rt4).....	64
3.5.6.4.	Relieve colinado alto (Rt5) .....	64

3.5.6.5.	Relieve colinado muy alto (Rt6) .....	65
3.5.6.6.	Relieve montañoso (Rt7) .....	66
3.5.7.	Poligénicas.....	66
3.5.7.1.	Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	66
3.5.7.2.	Coluvio-aluvial antiguo (Coa2) .....	67
3.5.7.3.	Superficie horizontal (Sh2) .....	68
3.5.7.4.	Superficie horizontal disectada (Sh3) .....	68
3.5.7.5.	Abrupto de superficie horizontal (Sh4) .....	68
3.5.7.6.	Superficie inclinada (Si2).....	69
3.5.7.7.	Superficie inclinada disectada (Si3).....	69
3.5.7.8.	Abrupto de superficie inclinada (Si4) .....	69
3.5.7.9.	Cerro testigo (Rr4).....	69
3.5.7.10.	Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1) .....	70
3.5.7.11.	Interfluvio de cimas estrechas (Ar2).....	71
<b>IV.</b>	<b>RESUMEN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>72</b>
<b>V.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>76</b>
5.1.	Referencias generales .....	76
5.2.	Bibliografía citada .....	77

**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 Morona .....	16
<b>Cuadro 3.1.</b> Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Morona .....	19
<b>Cuadro 3.2.</b> Contextos morfológicos presentes en el cantón Morona .....	22
<b>Cuadro 3.3.</b> Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón .....	27
<b>Cuadro 3.4.</b> Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón .....	32

## 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 Morona .....	15
<b>Figura 3.1.</b> Localización de recorridos y fichas de campo del cantón Morona .....	17
<b>Figura 3.2.</b> Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Morona .....	18

## LISTA DE FOTOS

---

<b>Fotos 1 y 2.</b> Valle fluvial, llanura de inundación. Sector Macas .....	36
<b>Fotos 3 y 4.</b> Terraza baja y cauce actual. Sector Macas .....	37
<b>Foto 5.</b> Valle en V. Sector San Vicente .....	38
<b>Foto 6.</b> Barranco. Sector San Vicente .....	39
<b>Fotos 7 y 8.</b> Terraza media. Sector Macas .....	41
<b>Fotos 9 y 10.</b> Superficie de cono de esparcimiento disectado. Sector Domono .....	43
<b>Foto 11.</b> Abrupto de cono de esparcimiento. Sector Río Upano, Macas .....	44
<b>Foto 12.</b> Testigo de cono de esparcimiento. Sector San Luis de Ininkis .....	45
<b>Foto 13.</b> Vertiente rectilínea. Sector Purshi .....	46
<b>Fotos 14 y 15.</b> Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector Alshi .....	47
<b>Fotos 16 y 17.</b> Vertiente rectilínea con abruptos. Sector Tambo de Ashilán .....	48
<b>Fotos 18 y 19.</b> Vertiente abrupta. Sector Tambo de Ashilán .....	49
<b>Fotos 20 y 21.</b> Vertiente heterogénea. Sector Alshi y San Vicente .....	50
<b>Fotos 22 y 23.</b> Coluvión antiguo. Sector Alshi .....	52
<b>Fotos 24 y 25.</b> Depósitos de deslizamiento, masa deslizada. Sector Tambo de Ashilán .....	53
<b>Foto 26.</b> Glacis de esparcimiento. Sector General Proaño .....	53
<b>Foto 27.</b> Vertiente de valle glaciario. Sector Purshi .....	54
<b>Fotos 28.</b> Relieve volcánico montañoso. Sector Alshi .....	56
<b>Fotos 29.</b> Superficie de cuesta. Sector General Proaño .....	58
<b>Fotos 30 y 31.</b> Frente de cuesta. Sector General Proaño .....	59
<b>Fotos 32 y 33.</b> Superficie de chevron. Sector Corazón de Jesús .....	60
<b>Fotos 34 y 35.</b> Frente de chevron. Sector Macas .....	61
<b>Foto 36.</b> Vertiente de chevron. Sector Macas .....	62
<b>Foto 37.</b> Relieve colinado alto. Sector San Luis .....	65
<b>Fotos 38 y 39.</b> Relieve colinado muy alto. Sector de San Luis de Ininkis .....	65
<b>Fotos 40.</b> Relieve montañoso. Sector Sevilla Don Bosco .....	66
<b>Foto 41.</b> Coluvio-aluvial reciente. Sector Jimbitono .....	67
<b>Fotos 42 y 43.</b> Coluvio-aluvial antiguo. Sector Corazón de Jesús .....	68
<b>Foto 44.</b> Cerro testigo. Sector Santa Ana .....	70
<b>Fotos 45.</b> Interfluvio de cimas redondeadas. Sector Nueva Jerusalem .....	70

## 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:

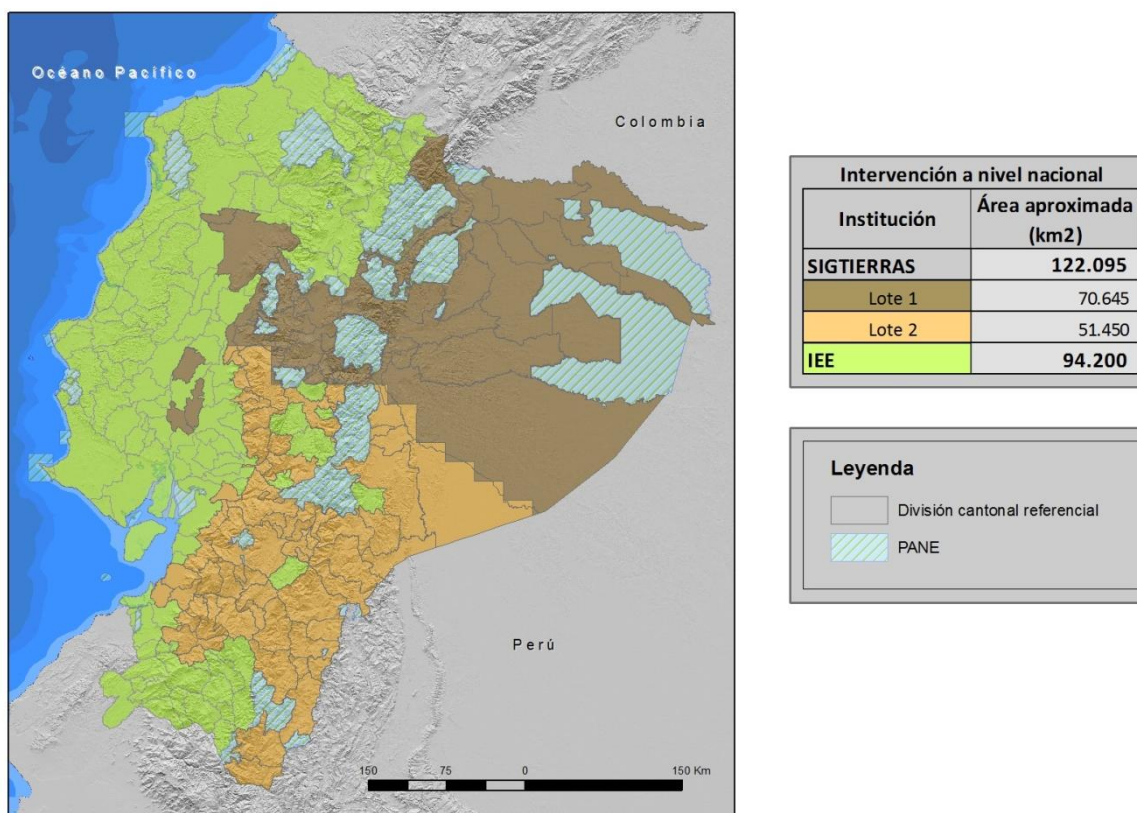
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

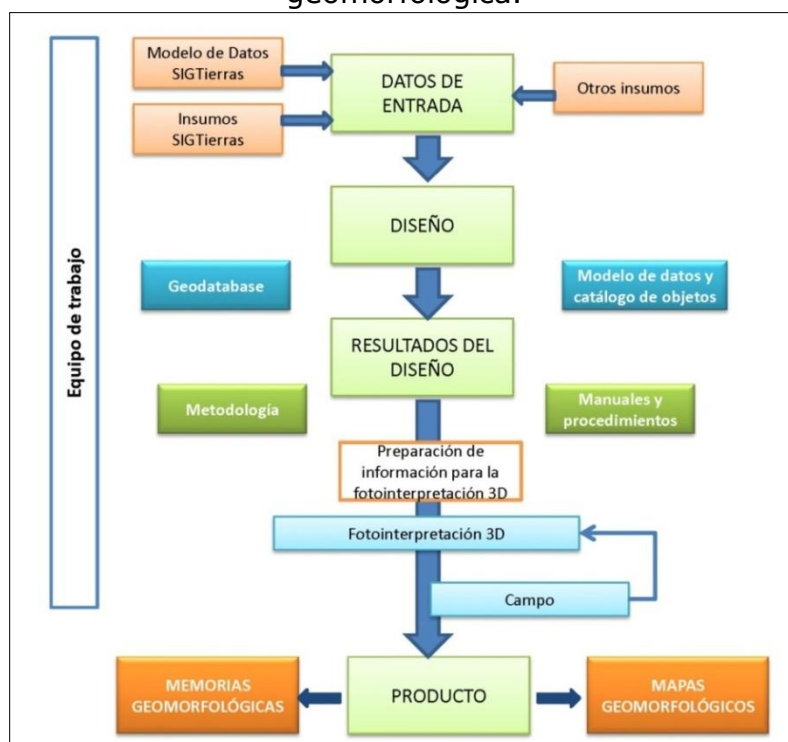
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

- 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 *raster*, 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 la CODIGEM-BGS (a diferentes escalas y años de edición), constan sin edad en el esquema geológico.

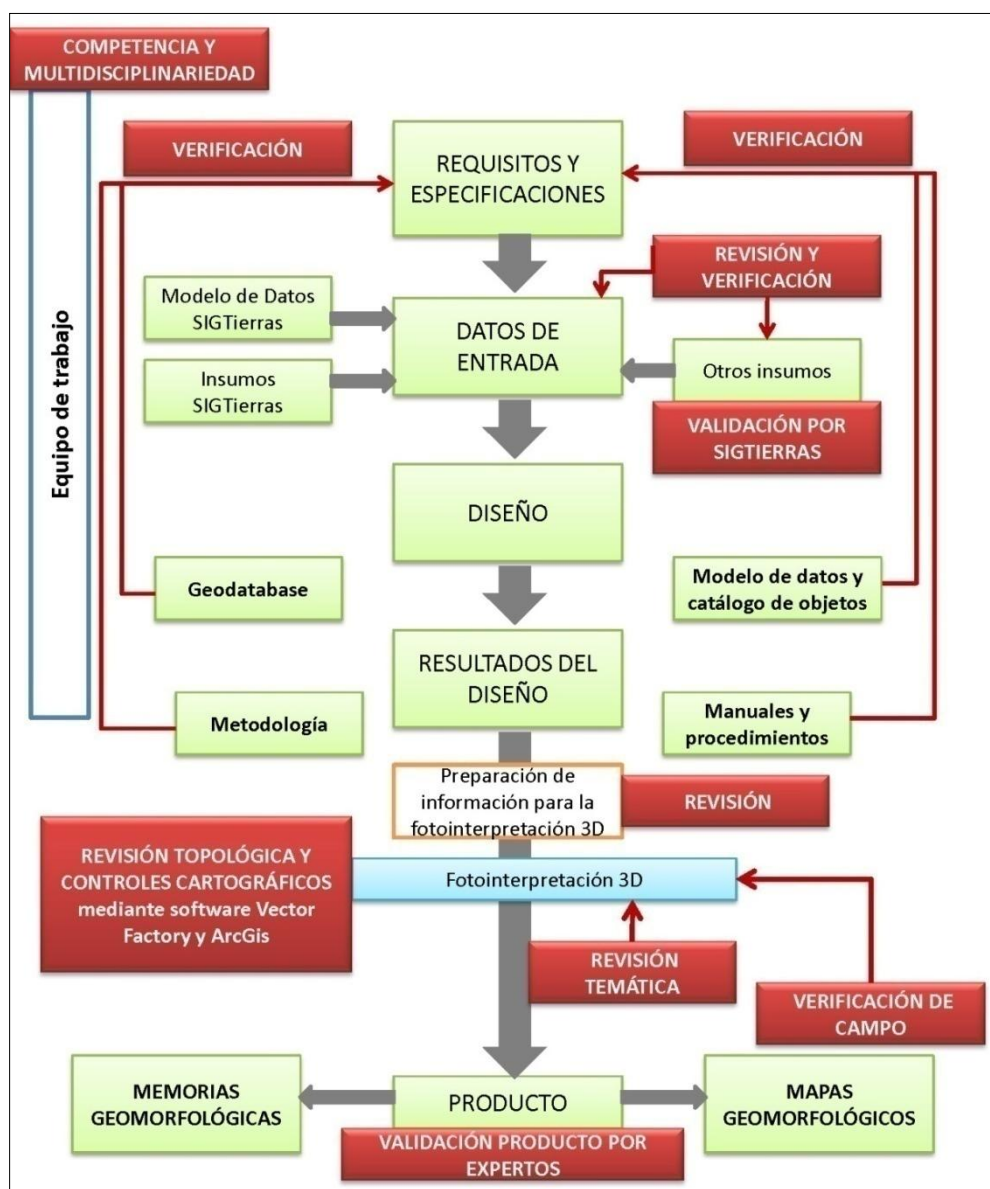
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

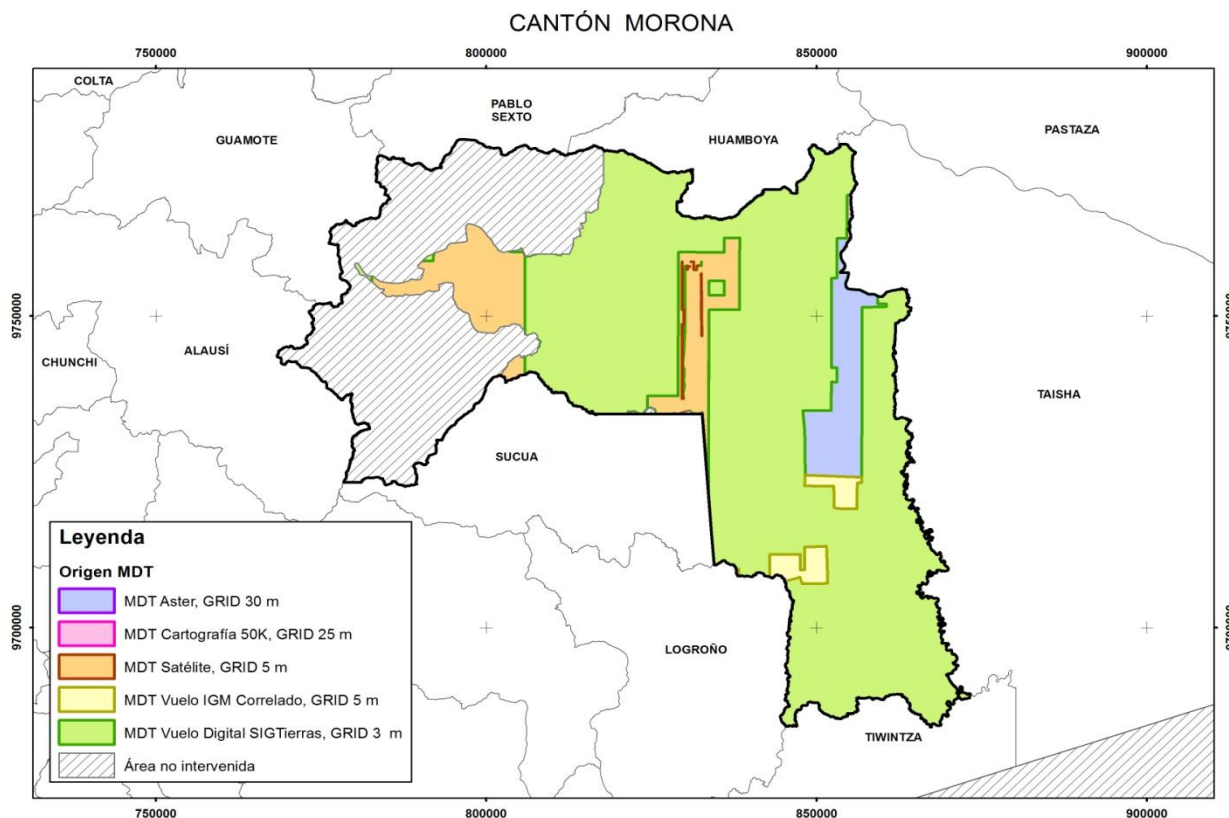
Estos hitos son los siguientes:

- 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 Morona se han utilizado los que aparecen en la Figura 2.3.

**Figura 2.3.** Insumos de base de generación de los MDT en el cantón Morona.



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), 1975. Hoja Geológica: Alausí (Hoja 71), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Cañar (Hoja 72), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), 1989. Hoja Geológica: Macas (Hoja 90), esc. 1:100.000. *INEMIN*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1987. Mapa Geológico de la Provincia de Morona Santiago, esc. 1:250.000. *DGGM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1994. Geological and metal occurrence maps of the Cordillera Real Metamorphic Belt, Ecuador, esc. 1:500.000 (publicado en 2 hojas). *CODIGEM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1993. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *CODIGEM*. Quito.

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

**Cuadro 2.2.** Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Morona.

<b>Código</b>	<b>Cartas Topográficas</b>	<b>Código</b>	<b>Cartas Topográficas</b>
ÑV_B1	Volcán Sangay	OV_A4	Cangaime
ÑV_B2	Sinaí	OV_C1	-
ÑV_B3	Zuña (río Upano)	OV_C2	Taisha
ÑV_B4	Macas	OV_C3	Wee
ÑV_D1	Cerro de Ayapungu	OV_C4	Cushuimi
ÑV_D2	Sucúa	OV_E1	Tumpain
ÑV_D4	Logroño	OV_E2	Shiramentza
OV_A1	Chiguaza	OV_E3	Yaupi
OV_A3	-	OV_E4	San José de Morona

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

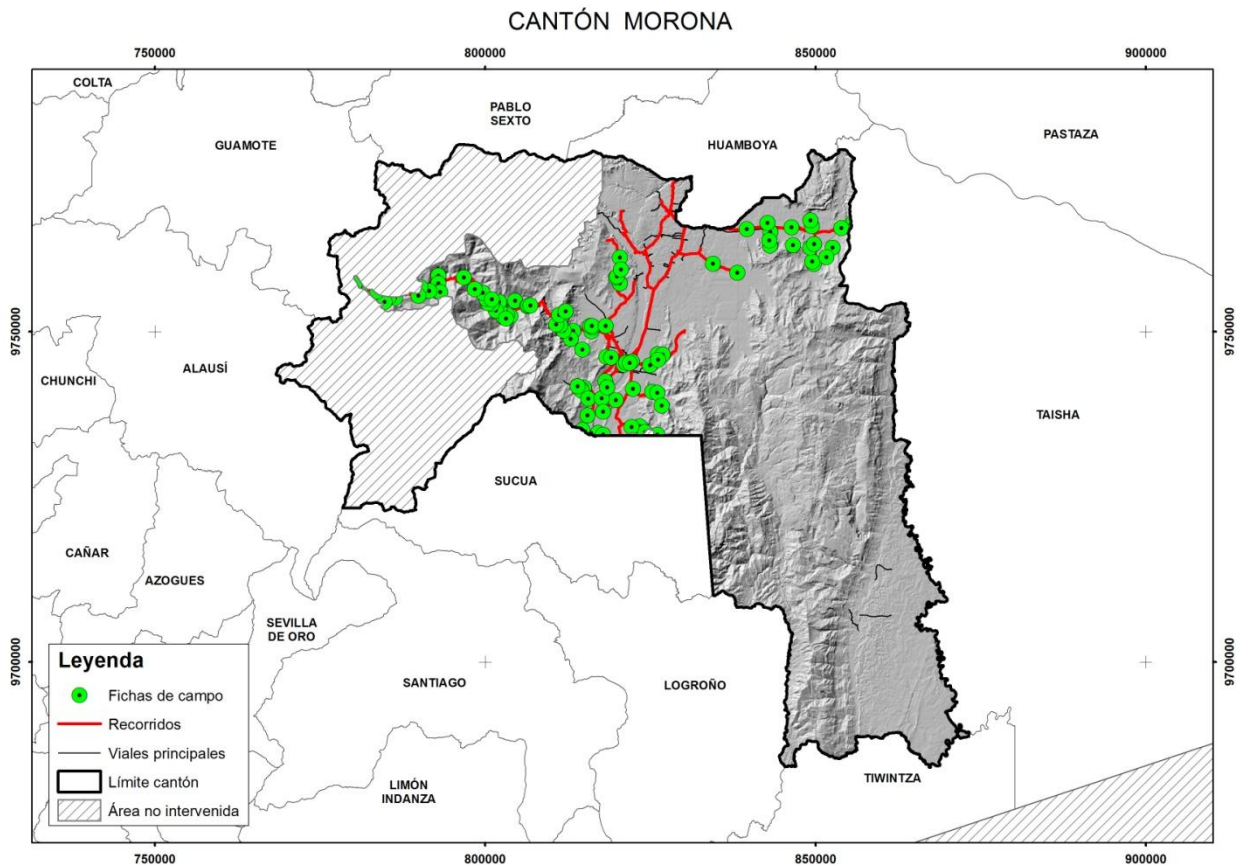
### III. RESULTADOS

#### 3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Morona se realizó entre los días 5 y 8 de agosto y el 12 de septiembre de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 100 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 Morona.



Fuente: CTN

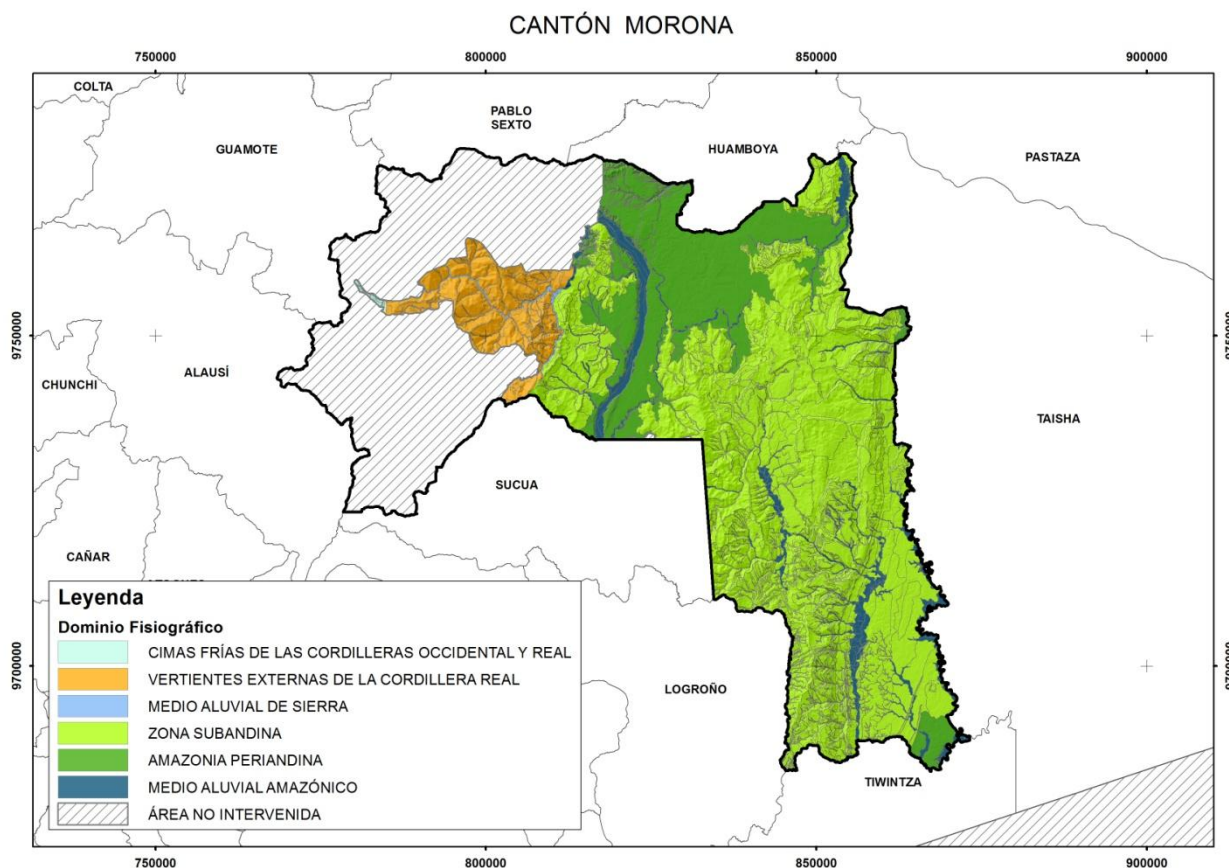
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

### 3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Morona tiene 4.588 km<sup>2</sup> aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 3.410 km<sup>2</sup> ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Sangay) y/o al área de intervención del Instituto Espacial Ecuatoriano. Todas las cifras porcentuales, parciales y totales que se presentan en esta memoria corresponden exclusivamente al área de intervención de este estudio.

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

**Figura 3.2.** Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Morona.



Fuente: CTN

**Cuadro 3.1.** Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Morona.

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	12 km <sup>2</sup>	0,4%
	Vertientes externas de la Cordillera Real	299 km <sup>2</sup>	8,8%
	Medio aluvial de Sierra	16 km <sup>2</sup>	0,5%
AMAZONÍA	Zona Subandina	2.176 km <sup>2</sup>	63,8%
	Amazonía Periandina	670 km <sup>2</sup>	19,6%
	Medio aluvial amazónico	238 km <sup>2</sup>	7%

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

El dominio de la morfología glaciaria en la zona de estudio de Morona es muy escaso. El paisaje dominante está constituido por valles de perfil en U y vertientes rectilíneas o heterogéneas. Los paisajes de páramo continúan a una altura de entre 3.100 y 2.800 msnm, se trata de extensiones monótonas: relieves con vertientes heterogéneas o rectilíneas y cimas redondeadas de donde emergen afloramientos rocosos, no cartografiados.

Estos modelados periglaciares recubren la serie de metaturbiditas, además de tener depósitos superficiales en las partes bajas de las laderas. Se encuentra dominando la zona occidental del cantón aunque únicamente se ha estudiado una pequeña porción del mismo al estar incluido la mayoría en el Parque Nacional Sangay.

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

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

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

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

En las rocas ígneas intrusivas, principalmente granitos y granodioritas, el relieve presenta una disección mucho más homogénea y regular, sin orientaciones preferentes. A menudo la roca aparece con intensas alteraciones, tanto arenizaciones como otras en que se aprecian profundas argilizaciones y enriquecimiento en óxidos e hidróxidos de hierro.

En el cantón Morona, este dominio se dispone en el extremo occidental del área de estudio, con alturas que oscilan entre los 1.400 y 3.400 msnm y está representado por relieves escarpados desarrollados sobre rocas metamórficas con cobertura piroclástica, las formaciones más comunes que se pueden encontrar son: Rocas metamórficas indiferenciadas, Serie de Metaturbiditas y Grupo Margajitas con formaciones superpuestas del Cuaternario, Depósitos volcánicos del Sangay y Serie volcánica, además de algunos depósitos superficiales de escasa extensión.

### 3.2.3. Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra

Este dominio es el segundo de menor extensión y está representado principalmente por los sistemas fluviales del río Upano y Abanico, con dirección preferencial O-E y S-N respectivamente. Donde los valles en V se tornan terrazas bajas y cauces actuales al cambiar la pendiente y dejan de erosionar las metaturbiditas y empiezan a depositar sedimentos más groseros y a transportar materiales a zonas más bajas. Estas geformas a su paso de este dominio al dominio del Medio aluvial amazónico, aguas abajo, van aumentando su extensión y anchura.

#### 3.2.4. Dominio Fisiográfico Zona Subandina

Este dominio está fuertemente condicionado por la estructura geológica, ya que se corresponde a los levantamientos de una estructura anticlinal y los corredores. El eje de este anticlinal está marcado por dos levantamientos alineados, con orientación submeridiana, separados por una ensillada. Al norte da origen a la Cordillera del Napo, entre los ríos San Miguel y Anzú, mientras que hacia el sur la expresión morfológica más característica está representada por las cordilleras del Cutucú y del Cóndor.

En la ubicación geográfica del cantón está condicionado mayoritariamente por la Cordillera del Cutucú entre ambas cordilleras se localiza la depresión de Macas-Méndez. Todas estas estructuras están generadas por sedimentos de las formaciones: Pumbuiza, Santiago, Chapiza, Hollín, Napo, Tena, Grupo Margajitas, Tiyuyacu, Chalcana, Arajuno y Chambira. Las formaciones Napo y Hollín, por su extensión y su naturaleza calcárea y areniscosa, desempeña un papel morfogénico particular.

En la zona de estudio del cantón representa el dominio fisiográfico más extenso. Se dispone en parte del sector central con el corredor Macas-Méndez y la Cordillera del Cutucú, siendo las expresiones morfológicas más características del cantón, con alturas que oscilan entre los 200 y los 2.100 msnm. La Cordillera del Cutucú, diversos corredores y depresiones, junto con las estribaciones orientales subandinas, son las expresiones morfológicas más características del mismo en el territorio cantonal.

#### 3.2.5. Dominio Fisiográfico Amazonía Periandina

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

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

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

Este dominio se dispone mayoritariamente en el sector central del cantón Morona, donde alcanza su mayor extensión, y una pequeña parte en el extremo meridional, con alturas que oscilan entre los 200 y 1.800 msnm. Los piedemontes proximales, con cobertura de cenizas volcánicas, y los piedemontes distales, sin ella, constituyen las principales expresiones morfológicas de este dominio.

### 3.2.6. Dominio Fisiográfico Medio aluvial amazónico

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

En el cantón Morona este dominio está sujeto a la acción y modelado de los ríos Upano, Mangosiza, Cushuimi y Macuma, con direcciones preferenciales N-S. Estos cauces, conjuntamente con el tipo de material presente en el cantón, han provocado la aparición de terrazas y valles fluviales.

El río Upano, el más importante del cantón, realiza un giro inusual en su trayectoria. Este cambio de dirección es debido a que, en esta área en concreto, los pies de montes son más activos, deposicionalmente hablando, dado la cercanía del volcán Sangay. Este volcán aporta una gran cantidad de piroclastos que funcionan como una barrera natural provocando que la dirección del río sea N-S. Esto provoca una inestabilidad en el curso del río por lo que genera una sedimentación anómala en el sector de Macas, para seguidamente volverse a encajar en la parte sur del cantón. Esta sedimentación y la erosión que provocan los afluentes del río Pastaza desde el norte podrían provocar en un futuro una captura fluvial volviendo el río Upano a su cauce original.

## 3.3. Contextos Morfológicos

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

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas
	Vertientes externas de la Cordillera Real	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra

**Cuadro 3.2.** Contextos morfológicos presentes en el cantón Morona (continuación).

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
AMAZONÍA	Zona Subandina	Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas
		Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales
		Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)
	Amazonía Periandina	Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes
		Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas
	Medio aluvial amazónico	Medio aluvial amazónico

Fuente: CTN

### 3.3.1. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas

Este contexto tiene una distribución idéntica a la de los modelados glaciares, en la cima de las dos cordilleras, rodeándolos hacia abajo con una franja discontinua, u ocupando los ensillamientos a altitudes más bajas. Los paisajes de este contexto se caracterizan por cimas suavemente onduladas y rebajadas, normalmente con cumbres e interfluvios anchos y redondeados, de los que emergen localmente salientes rocosos; sus vertientes muestran pendientes moderadas y enlazan suavemente con hondonadas de carácter pantanoso.

En el cantón se localiza en el extremo occidental del cantón, desde la cabecera del río Upano hasta la población de San Vicente. La cota superior de este contexto es de 3.200 y su límite inferior se presenta a 2.000 msnm.

Las geoformas se caracterizan por vertientes rectilíneas o heterogéneas donde afloran metaturbiditas de edad Paleozoica. En total representa una superficie aproximada del 0,3% de la superficie total del cantón.

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

Este contexto, desarrollado sobre un sustrato fundamentalmente metamórfico, se presenta en el extremo meridional de la vertiente oriental de la Cordillera, en ambas vertientes del río Upano. Sus altitudes se escalonan entre 1.400-1.500 msnm en el contacto el corredor Macas-Méndez, elevándose hasta los 2.000 msnm como máximo, en donde conecta con el contexto *de Páramos con modelado periglacial*.

Presenta un modelado con disección densa, crestas agudas subparalelas y vertientes rectilíneas o heterogéneas de fuerte pendiente. La alteración del sustrato es intensa y profunda, superior a 10 metros, producto de la naturaleza de las rocas metamórficas y las condiciones climáticas húmedas o muy húmedas. En el cantón Morona, este contexto morfológico ronda una extensión de 300 km<sup>2</sup> aproximadamente.

Se desarrolla casi exclusivamente sobre formaciones metamórficas (esquistos, pizarras, areniscas cuarcíticas, lutitas negras u otras que nos se han podido diferenciar.

### 3.3.3. Medio aluvial de Sierra

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.3.

### 3.3.4. Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas

Este contexto se muestra con relieves vigorosos, formas agudas y vertientes rectilíneas de fuerte pendiente, compuestas mayoritariamente las formaciones Pumbuiza, Macuma, Santiago y Chapiza. Los relieves están muy disectados con una red de drenaje relativamente densa y presenta algunas formas estructurales, como cuevas y otras formas monoclinales.

Esta cordillera termina en la unión de los ríos Zamora y Santiago, en la provincia de Morona Santiago. En el cantón Morona se ubica en la zona oriental del mismo, ocupando casi todo el dominio de la Zona Subandina, con alturas que oscilan entre los 400 a 2.200 msnm. Su extensión total, la mayor en todo el cantón, se aproxima a los 1.625 km<sup>2</sup>.

### 3.3.5. Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales

Este contexto incluye: el corredor de Cosanga, que se extiende como un largo y estrecho pasillo desde el norte de Baeza hasta la altura de Palora, al sur de Puyo; la depresión de Macas-Méndez y su prolongación meridional a través del corredor Limón-Gualaquiza; la cuenca de Zumba, en el extremo meridional del Ecuador; y, finalmente, diversos valles del sur, cuyas paredes aparecen tapizadas de depósitos coluviales.

En el cantón el Morona el corredor principal es el denominado Macas-Méndez, cubierto por cenizas volcánicas. También en la parte sur, justo al pie de la Cordillera Shaim se encuentran las vertientes coluviales bajas típicas de los valles del sur, los ríos que se encuentran en estos valles son el Mangosiza y el Cangaimé. La morfología en este contexto responde a diferentes tipos de relieves y sobre todo a depósitos de ladera, explícitamente glacis de esparcimiento y coluviales. Esto último se debe a los materiales sensibles a la meteorización y susceptibles a deslizamientos, siendo estos las areniscas y lutitas de las Formaciones Hollín y Napo, ambas de edad Cretácica. Además se pueden encontrar los esquistos del Grupo Margajitas y depósitos superficiales en menor cantidad.

En el cantón Morona, este contexto se ubica en la zona central, justo en la margen derecha del río Upano, con alturas que oscilan entre los 900 a 2.100 msnm. Su extensión total se aproxima a los 200 km<sup>2</sup>.

### 3.3.6. Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)

Se trata de un conjunto de relieves demasiado modestos para ser reunidos con las cordilleras subandinas pero demasiado importantes para ser asimilados a las colinas periandinas. Estos relieves dibujan una franja submeridiana desde Tena hasta el sur del cantón Morona, junto a la frontera con Perú. Se localiza a altitudes de entre 500 y 1.000 msnm, aproximadamente.

Se localizan en el extremo oriental, en las márgenes del río Mangosiza, del cantón con alturas entre 200 y 800 msnm. En este sector se pueden ver como las capas forman una estructura monoclinal, estas capas están formadas por las formaciones Napo y Tena, del Cretácico, hasta las formaciones Tiyuyacu, Chalcana, Arajuno y Chambira de edades Paleoceno y Mioceno-Plioceno. A parte de depósitos superficiales de ladera o coluvio-aluviales. Estas capas dan lugar geoformas estructurales, vertientes de cuevas únicamente, las cuales llegan a alcanzar notables pendientes. Este contexto morfológico presenta una extensión aproximada de 425 km<sup>2</sup>, alcanzando un 12,4% del total del cantón.

### 3.3.7. Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes

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

El importante encajamiento fluvial sobre las superficies de los conos, de hasta 100 metros de profundidad, disecta notablemente el conjunto, constituido por gravas y bloques empastados en una matriz de arcillas y areniscas. La meteorización en estos materiales se muestra muy intensa, originando una alterita roja que llega a alcanzar notable profundidad, de más de 15 y 20 metros. Sobre esta alterita, blanda y homogénea, posteriormente cubierta por la capa de cenizas, se han labrado pequeñas colinas convexas y ondulaciones suaves, en función de la profundidad de la alteración.

En el cantón Morona, este contexto es el segundo más extenso y se ubica por el sector central y septentrional del cantón, con alturas que oscilan entre los 800 a 1.700 msnm. Su extensión total se aproxima a los 630 km<sup>2</sup>.

### 3.3.8. Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas

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

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

En el cantón Morona, este contexto se ubica en el extremo oriental del cantón, tanto al norte como al sur, con alturas que oscilan entre los 200 a 600 msnm. Su extensión total se aproxima a los 39 km<sup>2</sup>.

### 3.3.9. Medio aluvial amazónico

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.6.

### 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.)
Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	2
		Vertiente rectilínea con abruptos	2
		Vertiente abrupta	<1
		Vertiente heterogénea	3
		Vertiente rocosa	1
		Coluvión antiguo	<1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Vertiente de valle glaciar	2
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	<1
	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Barranco
LADERAS		Vertiente rectilínea	27
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	15
		Vertiente rectilínea con abruptos	37
		Vertiente abrupta	7
		Vertiente heterogénea	116
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	3
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión antiguo	22
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
VOLCÁNICO		Relieve volcánico montañoso	25
TECTÓNICO EROSIVO		Relieve montañoso	17
POLIGÉNICAS		Coluvio-aluvial reciente	5
		Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Superficie inclinada	2
		Interfluvio de cimas redondeadas	9
	Interfluvio de cimas estrechas	<1	
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	<1
		Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación)	5
		Valle en V	10

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas	FLUVIAL	Valle en V	5
		Barranco	38
		Garganta	<1
		Terraza media	<1
		Superficie de cono de deyección	2
	LADERAS	Vertiente rectilínea	129
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	57
		Vertiente rectilínea con abruptos	42
		Vertiente abrupta	7
		Vertiente abrupta con fuerte disección	3
		Vertiente heterogénea	138
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	125
		Escarpe de deslizamiento	6
		Coluvión antiguo	32
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	10
	Glacis de esparcimiento	2	
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado bajo	<1
		Relieve volcánico colinado alto	<1
	ESTRUCTURAL	Superficie de mesa o meseta disectada	<1
		Cornisa de mesa o meseta	3
		Vertiente de mesa o meseta	2
		Superficie de cuesta	76
		Superficie de cuesta disectada	11
		Frente de cuesta	26
		Vertiente de cuesta	31
		Superficie de chevron	94
		Frente de chevron	43
		Vertiente de chevron	42
		Relieves escalonados en capas inclinadas	52
		Barra o cresta estructural	2
		Superficies y planos estructurales originados en capas plegadas	135
	Restos de superficie estructural	2	
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	31
Relieve colinado alto		103	
Relieve colinado muy alto		41	
Relieve montañoso		241	

**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>
Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	7
		Superficie horizontal	<1
		Superficie horizontal disectada	3
		Abrupto de superficie horizontal	<1
		Superficie inclinada	2
		Superficie inclinada disectada	2
		Abrupto de superficie inclinada	<1
		Cerro testigo	2
		Interfluvio de cimas redondeadas	2
		Interfluvio de cimas estrechas	7
Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales	FLUVIAL	Barranco	2
		Superficie de cono de esparcimiento	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	<1
		Vertiente rectilínea con abruptos	5
		Vertiente abrupta	9
		Vertiente heterogénea	31
		Coluvión antiguo	9
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
		Glacis de esparcimiento	11
	ESTRUCTURAL	Superficie de cuesta	2
		Frente de cuesta	<1
		Vertiente de cuesta	<1
		Superficie de chevron	7
		Frente de chevron	2
		Vertiente de chevron	12
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	3
		Relieve colinado alto	55
		Relieve colinado muy alto	13
		Relieve montañoso	36
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	2

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)	FLUVIAL	Barranco	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	7
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	6
		Vertiente heterogénea	20
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión antiguo	8
		Macrocoluvión	7
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	ESTRUCTURAL	Superficie de cuesta	16
		Superficie de cuesta disectada	18
		Frente de cuesta	6
		Vertiente de cuesta	2
		Superficie de chevron	17
		Frente de chevron	6
		Vertiente de chevron	5
		Relieves escalonados en capas inclinadas	61
		Barra o cresta estructural	10
	Restos de superficie estructural	1	
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado muy bajo	14
		Relieve colinado bajo	98
		Relieve colinado medio	115
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	7

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes	FLUVIAL	Barranco	2
		Encañonamiento	<1
		Vertiente o abrupto de terraza	2
		Terrazas indiferenciadas	2
		Superficie de cono de esparcimiento	81
		Superficie de cono de esparcimiento disectado	363
		Abrupto de cono de esparcimiento	30
		Testigo de cono de esparcimiento	126
	LADERAS	Vertiente rectilínea	2
		Vertiente abrupta	2
		Vertiente heterogénea	<1
		Coluvión antiguo	5
		Macrocoluvión	2
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	1
		Relieve colinado alto	3
		Relieve montañoso	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	3
Coluvio-aluvial antiguo		5	
Superficie inclinada disectada		<1	
Cerro testigo		<1	
Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas	FLUVIAL	Superficie de cono de esparcimiento	32
		Abrupto de cono de esparcimiento	<1
	ESTRUCTURAL	Superficie de mesa o meseta	3
		Vertiente de mesa o meseta	3
Medio aluvial Amazónico	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	89
		Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación)	38
		Valle en V	15
		Barranco	22
		Encañonamiento	3
		Cauces abandonados, meandros abandonados	<1
		Cauces y meandros ocasionalmente funcionales	<1
		Terraza media	34
		Terraza alta	11
		Terraza colgada	8
		Vertiente o abrupto de terraza	2
		Terrazas indiferenciadas	1
	Terrazas escalonadas	1	
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	12
Coluvio-aluvial antiguo		3	

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)	13
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q <sub>dl3</sub>	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	11
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	85
Depósitos coluvio aluviales	Q <sub>dca</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	44
Depósitos aluviales	Q <sub>da</sub>	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	133
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q <sub>da5</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	2
Depósitos aluviales (terrazas)	Q <sub>da8</sub>	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	62
Depósitos fluvio glaciares	Q <sub>dfg</sub>	Cuaternario	Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas	< 1
Serie volcánica	VOLP	Cuaternario	Rocas volcano-sedimentarias y lavas	48
Depósitos volcánicos del Sangay	Q <sub>VSa</sub>	Cuaternario	Depósitos volcánicos indiferenciados del Sangay	89

**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>
Formación Mera	Q <sub>Mr</sub>	Cuaternario	Arcillas y areniscas tobáceas, con horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada	650
Formación Mesa	PIP <sub>Ms</sub>	Plioceno- Pleistoceno	Arcillas y areniscas volcánicas, con conglomerados. Grandes bloques intercalados de granito y gneis	< 1
Formación Chambira	MioPl <sub>Ch</sub>	Mioceno- Plioceno	Areniscas de grano medio a muy grueso con intercalaciones de lutitas; areniscas tobáceas y conglomerados interestratificados; conglomerados	46
Formación Arajuno	Mio <sub>Ar</sub>	Mioceno	Arenas y areniscas con tamaño de grano variable y color pardo; niveles de conglomerados con intercalaciones discontinuas de arcilla abigarrada	147
Formación Chalcana	Mio <sub>Chl</sub>	Mioceno	Capas rojas de lutitas abigarradas con yeso	66
Formación Tiyuyacu	Pal <sub>Ty</sub>	Paleoceno	Conglomerado de cuarzo, lutita y chert en matriz areno-limosa; areniscas con intercalaciones de lutitas rojas, grises y verdes	26
Grupo Margajitas	K <sub>Mj</sub>	Cretácico	Esquistos calcáreos bituminosos, esquistos arcillosos, pizarras negras, areniscas cuarcíticas, lutitas negras	37
Formación Tena	K <sub>Te</sub>	Cretácico	Arcillas de margosas a arenosas de colores abigarrados, principalmente pardo rojizos y rojos en superficie	56
Formación Napo	K <sub>Np</sub>	Cretácico	Areniscas y lutitas con calizas subordinadas; caliza gris fosilífera; lutitas oscuras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas	350

**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>
Formación Hollín	KHo	Cretácico	Areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con escasas intercalaciones de lutitas arenosas	369
Unidad Misahuallí	KMh	Cretácico	Lavas y piroclastos (basaltos y tobas), con areniscas, lutitas y conglomerados	<1
Formación Chapiza	JK <sub>Ch</sub>	Jurásico-Cretácico	Capas rojas delgadas de areniscas alternando con lutitas abigarradas, con intrusiones de pórfidos y diabasas; lavas y piroclastos abundantes hacia techo	744
Formación Santiago	J <sub>St</sub>	Jurásico	Calizas silíceas en capas delgadas de color gris oscuro a negro, areniscas calcáreas e intercalaciones de lutitas negras; intercalaciones de brechas volcánicas, tobas arenosas verdes y lutitas bentoníticas	192
Formación Macuma	C <sub>Ma</sub>	Carbonífero	Calizas bioclásticas y lutitas negras; calizas gris oscuro con intercalaciones de arcilla pizarrosa suprayacentes	18
Serie núcleo anticlinorial	ME Gn-Mi	Paleozoico	Gneises, micaesquistos	<1
Serie metaturbiditas	ME Tur	Paleozoico	Metagrauvas (grauvas predominantes metamorfizadas)	62
Rocas metamórficas	ME	Paleozoico	Rocas metamórficas indiferenciadas	63
Formación Abanico	PZ <sub>Ab</sub>	Paleozoico	Areniscas negras con esquistos	<1
Formación Pumbuiza	PZ <sub>p</sub>	Paleozoico	Pizarras arcillosas, a veces gráficas; localmente, areniscas cuarcíticas de grano fino y conglomerados de matriz silícea	96

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, PIP=Plioceno-Pleistoceno, MioPl=Mioceno-Plioceno, Mio=Mioceno, Pal=Paleoceno, K=Cretácico, JK=Jurásico-Cretácico, J=Jurásico, Pz=Paleozoico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial en el caso de los materiales de edad Cuaternario (dl=depósitos de ladera, dca=depósitos coluvio aluviales, da= depósitos aluviales, etc.) o al nombre de la "formación geológica" (Ms= Mesa, Ch= Chambira, Ar=Arajuno, Chl=Chalcana, etc.). Los símbolos que inician su denominación con ME hacen referencia a rocas metamórficas que, en los insumos, carecían de asignación de edad, aunque por su posición y otras características han sido consideradas de forma genérica como pertenecientes al Paleozoico.

### 3.5. Descripción de geoformas

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

#### 3.5.1. Fluvial

##### 3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)

Esta geoforma se presenta, con mayor desarrollo, asociada a los ríos más importantes del cantón (ríos Upano, Kunguints, Jurumbuno, Cangaime, Ampush, Macuma, Mangosiza, Kaspaimi, Chapiza, Chiguaza y Cushuimi, entre otros) y se encuentran repartidos por toda la zona de estudio, los más importantes serían los valles fluviales del río Upano y del Cushuimi en el centro del cantón y en el extremo suroriental respectivamente. Se caracteriza por la presencia de depósitos aluviales transportados y depositados por los canales fluviales, de granulometría muy diversa y con marcadas variaciones laterales y verticales de facies, dispuestos en franjas adyacentes al canal fluvial. Los terrenos a los que dan lugar se inundan, parcial o totalmente, durante épocas de crecidas. En el valle fluvial del río Upano se aprecia con claridad esta dinámica y sus efectos.

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

Esta geoforma aparece tanto en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico* como en el *Medio aluvial de Sierra*.



**Fotos 1 y 2.** Valle fluvial, llanura de inundación del río Upano a su paso por Macas. Vistas generales. Sector Macas. 07/08/2014.

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

Las franjas que rodean e incluyen al canal o canales fluviales, a menudo 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 los ríos Upano, Yukipa, Pumpuis, Chapiza y Tsumtsuim se presentan los mejores ejemplos, en los contextos morfológicos *Medio aluvial amazónico* y *Medio aluvial de Sierra*.

Las pendientes son generalmente muy suaves (de 2 a 5%) y algunas suaves (de 5 a 12%) y la forma del valle es plana. Los canales son de tipo anastomosado, con barras interiores y laterales a los cursos de agua.



**Fotos 3 y 4.** Terraza baja y cauce actual del río Upano a su paso por Macas. Vistas general y detalle de los materiales del depósito aluvial. Sector Macas. 07/08/2014.

### 3.5.1.3. Valle en V (E1)

Esta geoforma se sitúa en la mitad norte del cantón, formando parte de los cauces en cuencas altas de los ríos Upano, Abanico, Domono, Macuma, Nayumpim y otros innominados. Los valles con un perfil transversal en forma de V son típicos de los cursos altos de los ríos. Las dos vertientes laterales presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%) y el río erosiona verticalmente. Las dimensiones longitudinales son por lo general de orden kilométrico y anchuras reducidas.

En la *Cordillera del Cutucú* estos encajamientos fluviales se producen sobre las formaciones Chapiza y Hollín. Los valles en V del *Medio aluvial amazónico* se encajan en las formaciones Santiago, Chapiza, Napo y Tena, así como en los conos de esparcimiento integrados por los materiales de la Formación Mera. En el *Medio aluvial de Sierra*, aparecen incidiendo rocas metamórficas y metaturbiditas paleozoicas, así como diferentes formaciones cuaternarias de origen volcánico (depósitos volcánicos del Sangay y Serie volcánica, formada por rocas volcano-sedimentarias y lavas).



**Foto 5.** Valle en V en el río Upano sobre la Serie metaturbiditas. Sector San Vicente. 05/08/2014.

#### 3.5.1.4. Barranco (E2)

Esta geoforma se encuentra repartida por todo el cantón, excepto en las zonas llanas fluviales del centro y el sureste, ya que es típica de los cursos altos de los ríos. Tiene similares características que la geoforma anterior (E1), aunque menores dimensiones. Las pendientes transversales son fuertes en general (de 40 a 70%), aunque pueden llegar hasta pendientes escarpadas, con formas de valle en V y ausencia generalizada de suelos.

Se presenta en prácticamente todos los contextos morfológicos del cantón (salvo en *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* y en *Medio aluvial de Sierra*, donde la incisión fluvial ha dado lugar a valles en V). Su distribución, al igual que los valles en V, no guarda ninguna relación especial con determinadas formaciones geológicas.



**Foto 6.** Barranco río Retiro sobre la Serie metaturbiditas. Sector San Vicente. 05/08/2014.

#### 3.5.1.5. Garganta (E3)

Esta geoforma aparece tanto en el sector septentrional del cantón, como en el sector suroriental, en la cabecera del Río Tayuntsa. Se encuadra en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas.*

Estas gargantas, con fuertes pendientes (de 40 a 70%), desniveles relativos y longitud de vertiente de entre 15 y 50 metros, erosionan verticalmente a las areniscas cuarzosas de la Formación Hollín. Las vertiente de estas gargantas son irregulares en la mayoría de casos, aunque puntualmente dan lugar a formas rectilíneas; las formas de valle son en U o en V en menor medida.

#### 3.5.1.6. Encañonamiento (E4)

Aparecen encañonamientos que cortan las formaciones Chapiza, Hollín y Napo. Estos se integran comúnmente en el contexto morfológico del *Medio aluvial amazónico*, en continuidad con él. En otros casos, se circunscriben al contexto *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*, encajándose sobre los sedimentos detríticos de la Formación Mera.

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

#### 3.5.1.7. Cauces abandonados, meandros abandonados (C1)

Esta geoforma se sitúa en el extremo suroriental del cantón Morona, en la margen derecha del río Kaspaimi y del río Cangaime, en la frontera con el cantón Tiwintza. Son segmentos fluviales curvilíneos abandonados por el cambio de trazado del río en su evolución.

Presentan forma del valle plana y pendientes muy suaves (de 2 a 5%). Litológicamente, están constituidos por un depósito superficial aluvial de arenas, limos, arcillas y conglomerados. Se encuadran en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*.

#### 3.5.1.8. Cauces y meandros ocasionalmente funcionales (C2)

Esta geoforma se localiza en el mismo sector que la anterior geoforma (C1), aunque sólo en el río Kaspaimi, y en el mismo contexto morfológico. Se diferencia de ella exclusivamente por su dinámica: en caso de avenidas o intensas precipitaciones, las aguas vuelven a ocupar estos cauces y conectarse con el cauce principal. Fruto de esta dinámica, los suelos presentan un cierto carácter pantanoso.

#### 3.5.1.9. Terraza media (Tm)

Son superficies subhorizontales, aunque su pendiente (de 5 a 12%) se acentúa ligeramente por la presencia de incisiones que irregularizan el terreno. Se trata del primer nivel de terrazas por encima de los depósitos fluviales actuales y que representan, por tanto, la última llanura de inundación abandonada por la excavación vertical de los diferentes ríos a los que se asocian: Upano, Chapiza, Ampush, Kunguints, Macuma, Mangosiza y Cushuimi.

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

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



**Fotos 7 y 8.** Terraza media del río Upano a su paso por Macas. Vista de un afloramiento de la terraza (izquierda) y detalle del depósito, formado por bloques y gravas en matriz arenosa de coloración negra (derecha). Sector Macas. 08/08/2014.

#### 3.5.1.10. Terraza alta (Ta)

Por encima del anterior nivel de terrazas (Tm) aparece esta nueva superficie, aunque con menor representación geográfica que la terraza media. Está elevada sobre los cauces de los ríos Upano y Mangosiza entre unos 18 a 25 m, con buena representación en los sectores norte y nororiental del cantón.

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

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

#### 3.5.1.11. Terraza colgada (Tc)

Se trata de un conjunto de superficies casi planas, con pendientes suaves (de 5 a 12%), formadas por diferentes rellanos que se sitúan a una altura de aproximadamente 50 m sobre el río Upano y a unos 100 m sobre el río Macuma. Están situadas en el área norte y nororiental del cantón, en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*.

Estas terrazas se encuentran por encima de la terraza alta e incluyen en su delimitación la propia superficie y su escarpe, no mapeable. Constituyen los restos más altos de antiguas superficies de inundación que pueden reconocerse en la zona. Litológicamente están formadas por conglomerados, limos arenosos y arcillas limosas en diferente proporción.

#### 3.5.1.12. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)

Esta geoforma se sitúa en el sector norte y noreste del cantón, preferentemente en las márgenes del río Upano, donde se ha podido mapear el abrupto de las terrazas, al tratarse de unidades geomorfológicas que presentan mayor desarrollo. Se localiza en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico* y *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*.

Se caracterizan por presentar pendientes fuertes (de 40 a 70%) en *Medio aluvial amazónico* y medias (de 12 a 25%) en *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*. Los desniveles relativos oscilan entre 25 y 100 metros, vertientes con longitudes moderadamente largas a larga (de 50 a 500 m) y formas rectilíneas, cóncavas o irregulares.

#### 3.5.1.13. Terrazas escalonadas (Te)

Esta geoforma se sitúa en el sector norte y suroriental del cantón, justo en las márgenes de los ríos Ampush y Mangosiza. Se localiza en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico* y presentan pendientes suaves (5 a 12%).

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

#### 3.5.1.14. Terrazas indiferenciadas (Ti)

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

Se localizan en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico* y se caracterizan por presentar pendientes suaves (5 a 12%), compuestas por depósitos aluviales (conglomerados, limo arenoso, arcilla limosa).

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

Esta geoforma se sitúa en la zona central del cantón, en ambas márgenes del río Upano, y en el extremo suroriental, en la margen derecha del río Cangaime. Se localiza en tres de los contextos morfológicos definidos para el cantón: i) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales*; ii) *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*; y iii) *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.

Esta superficie corresponde a las zonas más llanas de un abanico aluvial procedente de los relieves de la Cordillera Real y la Cordillera del Cutucú. Se desarrolla en materiales de la Formación Mera, que consta de arcillas y areniscas tobáceas, con horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada, a menudo con una intensa alteración.

Se caracteriza por pendientes de muy suaves a suaves (de 2 a 12%), un desnivel relativo mayoritario de 25 a 200 metros, vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) y formas de ladera suavemente cóncavas en conjunto, aunque localmente pueden presentar irregularidades, con segmentos ligeramente convexos.

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

Esta geoforma se sitúa en la zona nororiental, entre los ríos Macuma y Upano. Se localiza íntegramente en el contexto morfológico *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*.

Esta superficie tiene similares características que la anterior (Co1) y está desarrollada sobre los mismos materiales de la Formación Mera. Se distingue de ella por presentar un grado mayor de disección, lo que provoca que las pendientes sean ligeramente mayores, con pendientes mayoritarias de carácter suave (de 5 a 12%). Las disecciones que afectan a esta superficie presentan un desnivel relativo de 5 a 50 metros, vertientes de longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m) y formas habitualmente rectilíneas, con formas de valle planas o ligeramente en U.



**Fotos 9 y 10.** Superficie de cono de esparcimiento disectado.  
Detalle del macizo rocoso, Fm. Mera. Sector Domono.06/08/2014.

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

Es el escarpe o escalón limítrofe con las superficies de cono de esparcimiento, disectadas o no. Aparece, por tanto, esta geoforma repartida por todo el sector central del cantón y en el sur del mismo, mostrándose con mayor claridad en las márgenes de los ríos Mangosiza y Upano, aparte de en los ríos Yukipa, Kusuim y al sur en el río Kaspaimi. Su litología es la misma que la que se asocia a las superficies de cono de esparcimiento, la Formación Mera.

Presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), un desnivel relativo comprendido entre 25 y 300 m, una vertiente moderadamente larga a larga (de 50 a 500 m) y formas rectilíneas. Este abrupto se ha cartografiado principalmente en el contexto morfológico *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*.



**Foto 11.** Abrupto de cono de esparcimiento. Sector Río Upano, Macas. 07/08/2014.

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

Esta geoforma se sitúa en el sector norte-central, en las márgenes del río Upano. Se localiza íntegramente en el contexto morfológico *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*. Se desarrolla, igualmente que las geoformas anteriores (Co1, Co2 y Co4), sobre materiales de la Formación Mera. La geoforma integra la propia superficie y su abrupto (es decir, todo el cuerpo sedimentario).

Se caracteriza mayoritariamente por dos tipos de pendientes: muy suaves a suaves en las zonas apicales (de 2 a 12%), y de medias a fuertes (de 12 a 70%) en las zonas de abrupto. Su desnivel relativo varía entre 5 y 50 metros, con vertientes de longitud moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m) y formas mayoritariamente rectilíneas. Por último presenta formas planas y redondeadas en la zona cimera.



**Foto 12.** Testigo de cono de esparcimiento sobre Formación Mera. Sector San Luis de Ininkis. 07/08/2014.

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

Esta geoforma se localiza en el sector suroriental del cantón, en las zonas bajas de la Cordillera del Cutucú, en dos contextos morfológicos diferentes: i) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas;* y ii) *Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte).*

Se corresponde con la superficie y vertiente, no separable debido a la escala de interpretación, de pequeños abanicos aluviales procedentes de los relieves circundantes de la Cordillera del Cutucú. Está formada por depósitos aluviales de cono de deyección, que constan de limo-arcillas y arenas, así como gravas y bloques en proporciones variables.

Se caracteriza por pendientes medias (de 12 a 25%), un desnivel relativo de 25 a 50 metros y vertientes largas (de 250 a 500 m) de formas mixtas y convexas.

#### 3.5.2. Laderas

##### 3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma se sitúa en la zona occidental y oriental del cantón, en las estribaciones septentrionales de la Cordillera del Cutucú y en la subcuenca del río Upano. Se localiza dentro de seis de los contextos morfológicos existentes en el cantón: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas;* ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real);* iii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas);* iv) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales;* v) *Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las*

*formaciones de piedemonte*); y vi) *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes.*

Son laderas de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con pendientes comprendidas entre el 12% y el 70%. En la *Cordillera del Cutucú* presentan esta variabilidad, mientras que en los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, y en las *Estribaciones orientales subandinas* aparecen con pendientes medias a fuertes (25 a 40%). En los *Paisajes de páramo con modelado periglacial* y en los *Piedemontes próximos*, en cambio, las pendientes de estas laderas son fuertes (de 40 a 70%). De nuevo aparecen con mayor variabilidad en los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas* (de 25% a 70%), pendientes medias a fuertes y pendientes fuertes.

Los desniveles relativos, en todos los contextos morfológicos, son relativamente importantes y suelen oscilar entre 100 metros y 300 metros, con longitudes típicas de vertiente entre los 250 metros y más de 500 metros. Se desarrollan sobre un amplio abanico de formaciones geológicas: Fm. Pumbuiza, Rocas metamórficas, Serie metaturbiditas, Fm. Macuma, Fm. Santiago, Fm. Chapiza, Fm. Hollín, Fm. Napo, Fm. Tena, Grupo Margajitas, Fm. Mera, Depósitos volcánicos del Sangay y Serie volcánica.



**Foto 13.** Vertiente rectilínea en paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas. Sector Purshi. 05/08/2014.

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

Al igual que la anterior (Lr1), esta geoforma se sitúa en la zona occidental y oriental del cantón, en las estribaciones septentrionales de la Cordillera del Cutucú y en la subcuenca del río Upano, aunque limitada a tres contextos morfológicos distintos: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; ii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas)*; y iii) *Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)*.

Estas laderas, de perfil longitudinal marcadamente rectilíneo, presentan una intensa disección, conservando una pendiente de cierta uniformidad a lo largo de las mismas. Aparecen con pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos entre 100 a más de 300 metros y longitud de larga a muy larga (de 250 a más de 500 m).

En el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú* estas laderas se desarrollan sobre materiales de las formaciones Pumbuiza, Macuma, Santiago y Chapiza. En las *Estribaciones orientales subandinas* aparecen sobre las formaciones Napo y Tena. Y, finalmente, en los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas* se desarrollan en rocas metamórficas.



**Fotos 14 y 15.** Vertiente rectilínea con fuerte disección sobre rocas metamórficas. Sector Alshi. 05/08/2014.

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

Son laderas predominantemente rectilíneas, con presencia de una o más zonas de ruptura de pendiente, en las que se crean escalones por un brusco incremento de la pendiente 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.

Presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos superiores a 300 metros y longitudes de vertientes muy larga (más de 500 m).

Aparecen en las mismas áreas geográficas que el resto de las vertientes rectilíneas, enmarcadas en cuatro contextos morfológicos diferentes: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* iii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas)*; y iv) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*.

Las formaciones geológicas sobre las que se desarrollan son, asimismo, muy variadas: Rocas metamórficas, Serie metaturbiditas, Formación Santiago, Formación Chapiza, Formación Hollín, Formación Napo, Grupo Margajitas, Depósitos volcánicos del Sangay y Serie volcánica.



**Fotos 16 y 17.** Vertiente rectilínea con abruptos. Vista general y detalle del macizo rocoso, metagrauvas. Sector Tambo de Ashilán. 05/08/2014.

#### 3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)

Esta geoforma se encuentra distribuida en las zonas central, norte y oriental del cantón Morona. Son laderas escasamente disectadas, con pendientes generalmente superiores al 70%.

Presentan fuertes desniveles, de 100 a más de 300 metros y longitudes de vertiente de más de 500 m, con formas rectilíneas y, ocasionalmente, ligeramente cóncavas. En el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú* aparecen sobre las formaciones Pumbuiza, Santiago, Chapiza y Hollín. En los *Corredores, depresiones y vertientes marginales*, sobre el Grupo Margajitas. En los *Piedemontes próximos* se presentan sobre las formaciones Abanico y Hollín. Finalmente, en los *Paisajes de páramo con modelado periglacial* se desarrollan en la Serie metaturbiditas, mientras que en los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas* se encuentran principalmente sobre los materiales esquistosos y pizarrosos con areniscas cuarcíticas del Grupo Margajitas.



**Fotos 18 y 19.** Vertiente abrupta en Serie Metaturbita. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso, metagrauvascas (derecha). Sector Tambo de Ashilan. 05/08/2014.

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

Se encuentra en el sector centro sur del cantón Morona, entre Wee y Mangosiza. Se ha identificado exclusivamente en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas)*.

Presenta pendientes muy fuertes (de 70 al 100%), desnivel relativo superior a 300 m, y vertientes muy largas, de más de 500 metros, con formas predominantemente rectilíneas.

Se disponen sobre los materiales de la Formación Chapiza, formada por una serie sedimentaria detrítica de areniscas con lutitas alternantes, con intrusiones de pórfidos y diabasas y abundantes lavas y piroclastos hacia techo.

### 3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1)

Esta geoforma se reparte por todos los relieves del sector central del cantón. Excepto en los *Piedemontes distales*, en el *Medio aluvial de Sierra* y en el *Medio aluvial amazónico*, aparece en todos los demás contextos morfológicos. Alcanza especial relevancia en los contextos *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas* y en la *Cordillera del Cutucú*.

Son laderas de perfil mixto o irregular, que presentan un amplio rango de pendientes (del 12 al 70%), desniveles relativos importantes (en los contextos morfológicos donde tienen mayor presencia, superan a menudo los 200 metros).

Al igual que la mayoría de los tipos de ladera identificados, se presentan sobre una gran variedad de sustratos.



**Fotos 20 y 21.** Vertiente heterogénea. Vista general en Sector Alshi y detalle del macizo rocoso. Sector San Vicente. 05/08/2014.

### 3.5.2.7. Vertiente rocosa (Lh3)

Esta geoforma, muy poco significativa en el conjunto del territorio estudiado del cantón, se sitúa en el extremo occidental del mismo, en la subcuenca del río Upano. Se encuadra en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Sus características morfométricas están definidas por la existencia de pendientes fuertes (de 40 a 70%), desnivel relativo entre 200 y 300 metros, longitud de vertiente muy larga (más de 500 m) y forma de vertiente irregular. Aparece sobre la Serie metaturbiditas, formada por grauvacas metamorfizadas.

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

Se localiza en el sector central y nororiental del cantón (estribaciones septentrionales de la cordillera del Cutucú), dentro de dos contextos morfológicos diferentes: i) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas)*; ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. No obstante, es en el primero de ellos donde tiene una presencia significativa.

Se caracteriza por presentar pendientes medias a fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 100 y más de 300 metros y vertientes muy largas (más de 500 m) con formas irregulares.

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

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

Se han mapeado algunos de estos escarpes sobre diferentes litologías y contextos morfológicos. Aparecen con mayor extensión sobre las formaciones Santiago, Chapiza y Hollín, en la *Cordillera del Cutucú*. También se han identificado en la Formación Chalcana, en las *Estribaciones orientales subandinas* y, finalmente, en los materiales predominante esquistosos del Grupo Margajitas, en el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*.

Los escarpes dan lugar a formas de vertiente predominantemente cóncavas, pendientes superiores al 40% e, incluso, al 100%, y desniveles relativos variables en función de la magnitud del deslizamiento (desde 25 m a más de 200 m).

#### 3.5.2.10. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geoforma de ladera, con depósitos superficiales asociados, se encuentra repartida por todo del cantón, ocupando partes medias y bajas de laderas, además de en los abruptos de cono de esparcimiento o en las partes bajas de capas estructurales inclinadas. Su mayor presencia se da en los contextos morfológicos *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas* y *Cordillera del Cutucú*.

Las morfologías típicas de estas geoformas responden a perfiles de ladera cóncavo-convexo o rectilíneo-convexo (formas de vertiente mixtas), pendientes medias (de 12 a 25%) y medias a fuertes (de 25 a 40%), con desniveles muy variables, de 25 a más 300 metros, y longitudes que superan los 250 metros y, a menudo, los 500 metros.

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



**Fotos 22 y 23.** Coluvión antiguo. Vista general en el Sector Alshi. 05/08/2014.  
Detalle de los depósitos superficiales, sobre la carretera entre Arapicos y Río Blanco.  
07/08/2014.

#### 3.5.2.11. Macrocoluvión (Col3)

Esta geoforma se ha identificado en los sectores norte (subcuenca del río Ampush) y sur del cantón. Genética y morfológicamente se trata de un coluvión, sólo denominado así por presentar unas dimensiones mayores a 140 ha.

Presenta pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%), desniveles relativos de más de 300 metros, vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) y forma de vertiente de carácter mixto.

Se ha identificado en dos contextos morfológicos: *Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte);* y *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes.*

#### 3.5.2.12. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

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

Estos depósitos se sitúan, mayoritariamente, en las mismas áreas geográficas que los escarpes de deslizamiento. Están compuestos por material de alteración y meteorización de las laderas y por fragmentos angulares rocosos de las formaciones de las que proceden (principalmente Santiago, Chapiza y Hollín, en la *Cordillera del Cutucú*; Chalcana en las *Estribaciones orientales subandinas*; y del Grupo Margajitas en los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*).

Las pendientes de estos depósitos presentan gran variabilidad (de 15 a 100%), con longitudes y desniveles que igualmente presentan rangos muy diversos, en gran parte derivados de la magnitud del movimiento. Las formas de la vertiente de estos depósitos suele ser mixta (cóncavo-convexa).



**Fotos 24 y 25.** Depósitos de deslizamiento, masa deslizada. Vista general (izquierda) y detalle del depósito superficial (derecha). Sector Tambo de Ashilán. 05/08/2014.

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

Esta geoforma ocupa una considerable superficie en el sector central del cantón, cerca del núcleo urbano de Macas, encuadrada en el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*. En el extremo meridional del cantón, con más reducida superficie, también aparece encuadrada en el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas.*

Presenta una pendiente de muy suave a suave (de 2 a 12%), un desnivel relativo variable, comprendido entre 25 y 100 metros, vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) y formas de vertiente suavemente cóncavas. Están formados por una delgada cobertera de depósitos de ladera.



**Foto 26.** Glacis de esparcimiento, Fm Mera. Sector General Proaño. 06/08/2014.

### 3.5.3. Glaciar y periglacial

#### 3.5.3.1. Vertiente de valle glaciar (Gf4)

Esta geoforma se localiza en el extremo occidental del cantón Morona, en la subcuenca del río Upano. Se sitúa en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*. Se desarrolla sobre materiales de la Serie metaturbiditas (grauvacas metamorfizadas).

Presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 100 y 300 metros y vertientes de longitud larga (de 250 a 500 m) con formas cóncavas.



**Foto 27.** Vertiente de valle glaciar. Sector Purshi. 05/08/2014.

#### 3.5.3.2. Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6)

Es una unidad geomorfológica de muy reducido tamaño, inferior a 1 km<sup>2</sup>, localizada en el extremo occidental del cantón, en la subcuenca del río Upano y formando parte del cauce del río Purshi. Se sitúa en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Se trata de un antiguo depósito glaciar disectado y modelado por el río Purshi, que atraviesa la geoforma. El depósito está compuesto por bloques heterométricos y gravas, empastados en una matriz de tipo limo-arenoso. Presenta pendientes medias (de 12 a 25%).

### 3.5.4. Volcánico

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

Esta geoforma se sitúa en el extremo meridional del cantón, en la margen derecha del río Chapiza. Se ubica en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*.

La unidad geomorfológica, de muy reducidas dimensiones (menor a 1 km<sup>2</sup>), está compuesta por lavas y piroclastos, con areniscas, lutitas y conglomerados, de la Formación Misahuallí. Presenta cimas redondeas con vertientes rectilíneas, pendientes de medias a fuertes (de 25 a 40%) y desniveles relativos que no llegan a superar los 25 metros.

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

Similar a la anterior geoforma (Rv8) en cuanto a su reducido tamaño y ubicación en la misma zona geográfica y contexto morfológico, da lugar a elevaciones de hasta 200 metros de desnivel relativo. Se caracteriza por presentar pendientes fuertes (de 40 a 70%), cimas agudas y vertientes rectilíneas, con una longitud de vertiente que varía entre 250 a 500 metros.

Geológicamente se encuentra asociada a los mismos materiales que la anterior: lavas y piroclastos, con areniscas, lutitas y conglomerados, de la Formación Misahuallí.

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

Esta geoforma se sitúa en la zona noroccidental del cantón, en la margen izquierda del río Upano.

Cuenta con desniveles relativos superiores a los 300 metros, cimas redondeadas y vertientes rectilíneas, con longitudes superiores a los 500 metros. Sus pendientes son fuertes, de 40 a 70%. Está constituida por los depósitos volcánicos indiferenciados del Sangay.



**Foto 28.** Relieve volcánico montañoso sobre depósitos volcánicos del Sangay. Sector Alshi. 05/08/2014.

### 3.5.5. Estructural

#### 3.5.5.1. Superficie de mesa o meseta (Eh1)

La unidad geomorfológica se encuentra ubicada en el extremo más oriental del cantón, colindante con el cantón Taisha. Se localiza dentro del contexto morfológico *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*. Corresponden a mesas bajas generalmente con una altitud por debajo de los 600 metros. Las cornisas de estas mesas no son mapeables, por lo que se han englobado junto a la superficie.

Estas mesas o mesetas, elevadas sobre el terreno circundante, se desarrollan sobre las capas horizontales de la Formación Mera, compuesta por arcillas y areniscas tobáceas, con horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada. La superficie presenta, en concordancia con la horizontalidad de las capas sobre las que se desarrolla, pendientes generalmente muy suaves (inferiores al 5%).

#### 3.5.5.2. Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2)

Se encuentra ubicada en la zona norte cerca de la localidad Tsumtsuim. Se desarrollan sobre las areniscas de la Formación Hollín. Se sitúan dentro del contexto morfológico *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas*.

Esta superficie de mesa muestra un cierto grado de incisión por la escorrentía superficial concentrada, lo que origina unas pendientes algo más elevadas (de 12 a 25%). El desnivel relativo en estas incisiones oscila entre 25 y 50 metros, con longitudes de vertiente moderadamente largas (de 50 a 250 m) y formas de valle en V.

### 3.5.5.3. Cornisa de mesa o meseta (Eh3)

Estas cornisas presentan unas pendientes muy fuertes (de 70 a 100%) y unos desniveles entre 50 a 200 metros. Las vertientes de estas cornisas, rectilíneas, tienen una longitud de moderadamente larga a larga (de 50 a 500 m).

Las cornisas asociadas a las superficies de mesa con o sin disección, se desarrollan sobre la misma formación geológica que éstas y se incluyen en el mismo contexto morfológico, la *Cordillera del Cutucú*.

### 3.5.5.4. Vertiente de mesa o meseta (Eh4)

Al pie de las cornisas, o de las propias superficies de mesa, tanto disectadas como no disectadas, se sitúan estas geoformas. En la *Cordillera del Cutucú*, las vertientes están formadas por las formaciones Mera y Hollín, presentan pendientes fuertes, de 40 a 70%, desnivel relativo de 100 a 200 metros, forma cóncava y longitudes de vertiente superior a 500 metros. Por el contrario, en el contexto *Piedemontes distales*, únicamente se desarrollan por los materiales de la Formación Mera los cuales son menos resistentes y facilitan la existencia de pendientes más bajas (del 12 al 25%); los desniveles relativos en este caso son inferiores a 100 metros, con formas de ladera rectilíneas y mixtas y longitudes de vertiente largas, de 250 a 500 metros.

### 3.5.5.5. Superficie de cuesta (Ei1)

Esta geoforma se encuentra en el ámbito de la Cordillera del Cutucú presente en el cantón Morona (zona suroriental), aunque también se localiza en la margen izquierda del río Upano (zona central).

Estas superficies están ligeramente inclinadas en la misma dirección y sentido del buzamiento de las capas sobre las que se desarrollan. Presentan pendientes medias, de 12 a 25%, y longitudes de vertiente superior a 500 metros en la mayoría de superficies.

Tienen su máxima expresión en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*, donde aparecen sobre las formaciones Chapiza, Hollín, Napo y Tena. Aquí presentan desniveles relativos superiores a 200 metros y formas de vertiente predominantemente rectilíneas.

En el contexto *Estribaciones orientales subandinas*, se desarrollan sobre las formaciones Napo, Tena, Chalcana y Chambira, proporcionando desniveles de entre 50 y 100 metros y vertientes rectilíneas. Ocupando una escasa extensión, de aproximadamente 2 km<sup>2</sup>, aparece esta geoforma en el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, desarrollada sobre las areniscas de la Formación Hollín, proporcionando formas de vertiente rectilíneas y desniveles de entre 200 y 300 metros, e incluso superiores.



**Foto 29.** Superficie de cuesta correspondiente a las areniscas de la Fm. Hollín. Vista general. Sector General Proaño. 06/08/2014.

#### 3.5.5.6. Superficie de cuesta disectada (Ei2)

Esta geoforma se encuentra ubicada al nordeste (Cerro Zerraheint) y al sur del cantón Morona, en la vertiente oriental y meridional de la cordillera del Cutucú.

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

En el contexto *Cordillera del Cutucú*, se desarrollan sobre las areniscas de la Formación Hollín y sobre las areniscas y lutitas, con calizas subordinadas, de la Formación Napo. En el contexto *Estribaciones orientales subandinas* se extienden sobre las lutitas de la Formación Chalcana y las areniscas de la Formación Chambira.

#### 3.5.5.7. Frente de cuesta (Ei3)

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

Se sitúan en los mismos contextos y se desarrollan sobre las mismas litologías que las superficies de cuesta y superficies de cuesta disectadas. Las pendientes van desde media a fuerte (25 a 40%) hasta escarpadas (de 100 a 150%), predominando el rango de pendientes fuertes (de 40 a 70%). Las longitudes de los abruptos son moderadamente largas (de 50 a 250 m) y largas (de 250 a 500 m), con formas habitualmente rectilíneas. En lo referente al desnivel relativo se observa un aumento de éste en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*.



**Fotos 30 y 31.** Frente de cuesta. Vista general y detalle del macizo rocoso, Fm. Hollín. Sector General Proaño. 06/08/2014.

#### 3.5.5.8. Vertiente de cuesta (Ei4)

Son las laderas que limitan por su parte superior con las superficies de cuesta, separadas por el frente de cuesta, que generalmente ha podido ser mapeado para este cantón. Se localizan por tanto en los mismos emplazamientos geográficos que las superficies y superficies disectadas de cuesta y en idénticos contextos morfológicos. Se suelen presentar en las mismas formaciones geológicas que las geoformas suprayacentes, aunque a veces se han comprobado otras litologías estratigráficamente más antiguas. Los atributos morfológicos y morfométricos presentan algunas diferencias en función del contexto morfológico en que se emplazan.

En la *Cordillera del Cutucú*, las pendientes varían del 12 al 70%, el desnivel relativo fluctúa entre 100 a más de 300 metros y las vertientes, rectilíneas e irregulares, oscilan entre 250 a más de 500 metros. Se pueden presentar en las formaciones Chapiza, Hollín y Napo.

En los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, las pendientes son medias a fuertes (25 a 40%), los desniveles relativos varían entre 25 y 50 metros y las vertientes, con formas cóncavas, presentan longitudes largas (de 250 a 500 m), estando formadas por la Formación Hollín.

En las *Estribaciones orientales subandinas* aparecen con pendientes fuertes (40 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 50 y 100 m, longitudes de vertientes de 50 a 250 metros y formas de las mismas predominantemente rectilíneas. Estas geoformas se encuentran sobre formaciones más modernas como son la Tena, Tiyuyacu y Chalcana.

### 3.5.5.9. Superficie de chevron (Ei5)

Aparece a lo largo del conjunto de la Cordillera del Cutucú presente dentro del cantón Morona (zona suroriental), aunque también se encuentra en la margen izquierda del río Upano (zona central). Se localiza en los mismos tres contextos morfológicos que las geoformas relacionadas con las cuestas: i) *Cordillera del Cutucú*; ii) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*; y iii) *Estribaciones orientales subandinas*.

Esta unidad geomorfológica se diferencia de las superficies de cuesta en la mayor inclinación de las capas sobre las que se desarrollan, superior al 25%. Su litología y características varían en función del contexto morfológico en el que se encuentran.

En el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*, además de desarrollarse sobre los estratos monoclinales de las formaciones Chapiza, Hollín, Napo y Tena (sobre las que también se localizan las superficies de cuesta), asimismo aparecen sobre las pizarras, localmente areniscosas, de la Formación Pumbuiza y sobre las calizas silíceas y areniscas calcáreas, con intercalaciones de episodios volcánicos, de la Formación Santiago. Presentan pendientes comprendidas entre el 25 y el 70% y formas de vertiente rectilíneas y, eventualmente, mixtas. Los desniveles están comprendidos entre 100 hasta más de 300 m, con longitudes de vertientes largas y muy largas. Es en este contexto morfológico donde se presentan, con diferencia, en mayor extensión.

Dentro del contexto morfológico *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, las superficies de chevron se presentan exclusivamente, al igual que las superficies de cuesta, sobre la Formación Hollín, con pendientes medias a fuertes (25 a 40%) y formas de vertiente rectilíneas y mixtas.

En las *Estribaciones orientales subandinas* esta geoforma se presenta sobre las formaciones Napo, Tena y Chambira, sobre las que también aparecen las cuestas, así como sobre los conglomerados y areniscas de la Formación Tiyuyacu. Las pendientes están comprendidas entre el 25% y el 70%. Los desniveles relativos van de 100 m a más de 300 m, con formas de vertientes rectilíneas, mixtas o irregulares.



**Fotos 32 y 33.** Superficie de chevron sobre la Fm. Hollín. Vista general y detalle del macizo rocoso. Sector Corazón de Jesús. 07/08/2014.

#### 3.5.5.10. Frente de chevron (Ei6)

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

Algunos atributos morfométricos varían ligeramente de un contexto morfológico a otro. En la *Cordillera del Cutucú*, el desnivel relativo varía entre 50 metros a más de 300 metros, con longitudes de vertiente de 50 a más de 500 metros. En los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, el desnivel es inferior a 200 metros y la longitud de vertiente se categoriza como moderadamente larga y larga. Finalmente, en las *Estribaciones orientales subandinas*, el desnivel fluctúa entre 50 a más de 300 metros y la longitud de vertiente, de 50 a más de 500 m.



**Fotos 34 y 35.** Frente de chevron con toponimia Loma Kilamo. Vista general y detalle del macizo rocoso de la Fm. Hollín. Sector Macas. 06/08/2014.

#### 3.5.5.11. Vertiente de chevron (Ei7)

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

En el contexto *Cordillera del Cutucú*, las pendientes están comprendidas entre el 25 al 70% y las vertientes presentan formas rectilíneas y mixtas, desniveles de 100 a más de 300 metros y longitudes de vertiente de 100 a más de 300 metros. En el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, las pendientes son medias (de 12 a 25%), las formas de vertiente son convexas, los desniveles oscilan entre 200 y más de 300 metros y las longitudes de dichas vertientes son superiores a 500 metros. En las *Estribaciones orientales subandinas* las pendientes están comprendidas entre el 25 y el 70%, las formas de vertiente son mixtas, con desniveles relativos de 50 a 100 metros y longitudes de vertiente de moderadamente largas a muy largas.



**Foto 36.** Vertiente de chevron en Fm. Hollín. Sector Macas. 06/08/2014.

#### 3.5.5.12. Relieves escalonados en capas inclinadas (Ei8)

Esta geoforma se encuentra ubicada en el sureste del cantón, en las proximidades del río Mangosiza. Son relieves en gradas o escalones resultantes de la erosión diferencial en rocas estratificadas con disposición monoclinas. Se enmarcan en los contextos morfológicos *Cordillera del Cutucú* y en las *Estribaciones orientales subandinas*.

En el primero de ellos, la *Cordillera del Cutucú*, aparecen ligados a las formaciones Chapiza, Hollín, Napo y Tena, con pendientes que varían entre 40 y 70%.

En el otro contexto, *Estribaciones orientales subandinas*, se desarrollan sobre las formaciones Napo, Tena, Chalcana, Arajuno y Chambira. Las pendientes de la geoforma oscilan entre el 12 y el 40%.

#### 3.5.5.13. Barra o cresta estructural (Esv)

Esta geoforma se encuentra ubicada en el extremo suroccidental del cantón, en la vertiente occidental de la Cordillera del Cutucú, así como en las márgenes del río Mangosiza, en la vertiente oriental de dicha cordillera.

Muestra pendientes escarpadas (de 100 a 150%), habituales en esta geoforma, desnivel relativo de 50 a 200 metros, longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 m) o muy larga (mayor de 500 m) y vertientes rectilíneas. La dirección preferente de esta geoforma, Norte-Sur, es sensiblemente coincidente con la dirección general de la cordillera.

En el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú* se presenta sobre las formaciones Hollín, Napo y Tena, mientras que en las *Estribaciones orientales subandinas* se desarrolla, además de sobre las formaciones Napo y Tena, sobre los conglomerados y areniscas de la Formación Tiyuyacu y las lutitas de la Formación Chalcana.

#### 3.5.5.14. Superficies y planos estructurales originados en capas plegadas (Epl)

Esta geoforma se encuentra ubicada en ambas vertientes de la Cordillera del Cutucú, en la zona meridional del cantón Morona. Se localiza íntegramente en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas.*

Dichas superficies y planos se producen a favor de estratos que presentan diferentes buzamientos, originados por la disposición de los ejes y modelo de plegamiento: anticlinales, sinclinales, monoclinales, etc. En este caso, se asocian al plegamiento que afecta a las formaciones Chapiza, Hollín y Napo.

La geoforma presenta pendientes medias a fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 100 y más de 300 metros, vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) y formas de vertiente mixtas.

#### 3.5.5.15. Restos de superficie estructural (Esr)

Esta geoforma se localiza en la zona meridional del cantón Morona, en dos emplazamientos. En el extremo suroccidental, en la vertiente occidental de la Cordillera del Cutucú, se encuadra en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*. En la vertiente oriental de la misma cordillera, en zonas aledañas al río Mangosiza, se enmarca en el contexto morfológico *Estribaciones orientales subandinas*.

En el primero de estos contextos, aparece sobre las formaciones Santiago, Hollín y Tena, dando lugar a pendientes medias (de 12 a 25%), desniveles relativos de 25 a 100 metros, longitudes de vertiente de 50 a 250 metros, con formas de ladera de carácter mixto.

En las *Estribaciones orientales subandinas*, se encuentra sobre la Formación Tena. Las pendientes son medias a fuertes (25 a 40%), las formas de vertiente mixtas, con desniveles relativos de entre 100 a 200 metros y longitudes de vertiente largas (de 250 a 500 m).

### 3.5.6. Tectónico-erosivo

#### 3.5.6.1. Relieve colinado muy bajo (Rt2)

Estos relieves se sitúan en el extremo suroriental del cantón, entre los ríos Mangosiza y Kaspaimi. Se localizan íntegramente en el contexto morfológico *Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)*.

Poseen una pendiente de suave a media (de 5 a 25%), presentan cimas redondeadas y vertientes mixtas, con un desnivel relativo que no sobrepasa los 15 metros. Geológicamente, se encuentra sobre las arcillas de margosas a arenosas de la Formación Tena y sobre las arenas y areniscas, con niveles conglomeráticos, de la Formación Arajuno. Ocupa un área de 14 km<sup>2</sup> aproximadamente.

#### 3.5.6.2. Relieve colinado bajo (Rt3)

Se localiza en la misma área del cantón y en el mismo contexto morfológico que la geoforma anterior (Rt2), ocupando un área considerable (unos 98 km<sup>2</sup>). Estos relieves presentan un desnivel relativo de 15 a 25 metros, pendientes de suaves a medias (de 5 a 25%) y cimas redondeadas con vertientes mixtas. Se desarrollan sobre un variado elenco de formaciones geológicas: Napo, Tena, Chalcana y Arajuno.

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

Estos relieves se sitúan preferentemente en el extremo suroriental del cantón, entre los ríos Mangosiza y Cushuimi, aunque también se encuentran en la zona centro-septentrional, en el valle del río Upano. Su desnivel relativo fluctúa entre 25 y 100 metros, presentan cimas redondeadas y vertientes mixtas y rectilíneas. Las pendientes son medias (de 12 a 25%) y de medias a fuertes (de 25 a 40%).

En el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú* aparece sobre las formaciones Pumbuiza, Santiago, Chapiza, Hollín y Tena, con una superficie de unos 31 km<sup>2</sup>. En los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, con un área de sólo unos 3 km<sup>2</sup>, se sitúa sobre las areniscas de la Formación Hollín, mientras que en las *Estribaciones orientales subandinas*, donde ocupa una destacada superficie (unos 115 km<sup>2</sup>), se desarrolla sobre las formaciones Napo, Tena, Tiyuyacu, Chalcana y Arajuno. En el contexto *Piedemontes próximos* se presenta, con muy escasa extensión (del orden de 1 km<sup>2</sup>), exclusivamente sobre la Formación Hollín.

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

Este tipo de relieve se distribuye por toda la zona central del cantón, tanto en las estribaciones septentrionales de la Cordillera del Cutucú como en las márgenes del río Upano. Presenta un desnivel relativo de 100 a 200 metros, formas de cima en su mayoría redondeadas y vertientes rectilíneas, mixtas e irregulares.

En el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*, donde ocupa una considerable superficie (unos 105 km<sup>2</sup>), aparece sobre las formaciones Pumbuiza, Santiago y Chapiza, con pendientes medias, de 12 a 25%. En los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* se desarrolla exclusivamente sobre las areniscas de la Formación Hollín, con una superficie de unos 55 km<sup>2</sup>, presentando pendientes medias (de 12 a 25%) y medias a fuertes (de 25 a 40%). En el contexto morfológico *Piedemontes próximos* su superficie es de apenas 3 km<sup>2</sup>, presentando pendientes fuertes (de 40 a 70%) y desarrollado sobre el sustrato proporcionado por las formaciones Hollín y Mera.



**Foto 37.** Relieve colinado alto desde el pueblo de San Luis sobre Fm. Pumbuiza.  
12/09/2014.

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

Se sitúa mayoritariamente en el extremo nororiental del cantón, al oeste del río Pumpuis, aunque también se localiza en su zona centro, en el valle del río Upano. Se caracteriza por presentar un desnivel relativo comprendido entre 200 y 300 metros, pendientes medias a fuertes y fuertes (de 25 a 70%), cimas de formas agudas y laderas de formas mixtas e irregulares.

En el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú* se presenta con una extensión de 41 km<sup>2</sup>. En el otro contexto en que aparece, *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, alcanza una extensión de unos 13 km<sup>2</sup>. El sustrato sobre el que se desarrolla esta unidad geomorfológica corresponde a las pizarras, localmente con areniscas y conglomerados, de la Formación Pumbuiza, a las calizas silíceas y areniscas calcáreas de la Formación Santiago, a las capas de areniscas alternantes con lutitas, con intrusiones de pórfidos y diabasas y abundante material volcánico hacia techo, de la Formación Chapiza y, finalmente, a las areniscas cuarzosas de la Formación Hollín.



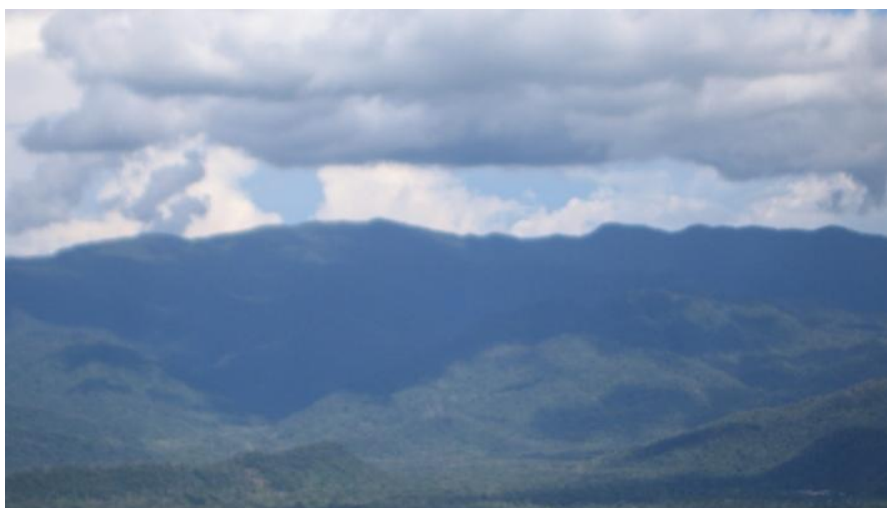
**Fotos 38 y 39.** Relieve colinado muy alto formado sobre Fm. Hollín en el sector de San Luis de Ininkis.

#### 3.5.6.6. Relieve montañoso (Rt7)

Estos relieves se distribuyen por toda la zona central del cantón, tanto en las estribaciones septentrionales de la Cordillera del Cutucú como en las márgenes del río Upano. Presenta un desnivel relativo superior a los 300 m, con pendientes medias a fuertes y fuertes (de 25 a 70%), cimas de forma tanto agudas como redondeadas, con vertientes rectilíneas, mixtas e irregulares.

Aparece en cuatro contextos morfológicos diferentes. Presenta una superficie aproximada de 17 km<sup>2</sup> en los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*. En la *Cordillera del Cutucú*, alcanza una extensión de 244 km<sup>2</sup>, aproximadamente. En los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, ocupa una superficie de unos 36 km<sup>2</sup>, mientras que en los *Piedemontes próximos* ni siquiera alcanza 1 km<sup>2</sup>.

Esta unidad geomorfológica se desarrolla sobre las formaciones Pumbuiza, Macuma, Santiago, Chapiza y Hollín.



**Foto 40.** Relieve montañoso creado en Fm. Chapiza. Sector Sevilla Don Bosco. 07/08/2014.

#### 3.5.7. Poligénicas

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

Esta geoforma se sitúa repartida por el sector occidental del cantón, al oeste del río Upano. Se localiza en cinco de los nueve contextos morfológicos definidos en el cantón Morona: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; iii) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*; iv) *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*; y v) *Medio aluvial amazónico*.

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

Sus características son relativamente homogéneas en todos los contextos: presentan pendientes de muy suaves a medias (de 2 a 25%) y formas de valle en U o en V. En el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, sin embargo, las pendientes son mayores (de 40 a 70%) y los valles presentan exclusivamente formas en V.



**Foto 41.** Coluvio-aluvial reciente. Sector Jimbitono. 06/08/2014.

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

Esta geoforma se sitúa repartida por todo el cantón, aunque con mayor profusión en los extremos septentrional y meridional. Se localiza en todos los contextos morfológicos, salvo en el *Medio aluvial de Sierra* y en los *Piedemontes distales*, sin cobertura de cenizas volcánicas.

De características muy similares a las de la anterior geoforma (Coa1), se les considera antiguos a los que presentan un cierto grado de disección y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada.

Presentan pendientes mayoritariamente suaves a medias (de 5 a 25%) y formas de valle plana y en V.



**Fotos 42 y 43.** Coluvio-aluvial antiguo. Sector Corazón de Jesús. 07/08/2014.

#### 3.5.7.3. Superficie horizontal (Sh2)

Esta geoforma, que ocupa una extensión inferior a 1 km<sup>2</sup>, se ubica en el extremo noreste del cantón Morona. Forma parte de un único contexto morfológico: *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas.*

Se trata de una geoforma descriptiva, de difícil adscripción genética, de pendiente plana (de 0 a 2%). Se desarrolla sobre las pizarras arcillosas, localmente con areniscas y conglomerados, de la Formación Pumbuiza.

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

Esta geoforma se ubica en el extremo noreste y en el sector centro sur (zona de Mangosiza) del cantón Morona, con una superficie de unos 2 km<sup>2</sup>. Forma parte, exclusivamente, del contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*.

Similar a la geoforma anteriormente descrita (Sh2), en este caso se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en la escorrentía superficial concentrada. Aparece sobre la Formación Chapiza.

Presenta pendientes suaves (de 5 a 12%) y las incisiones, con formas de valle en V, aparecen con desniveles relativos comprendidos entre 5 y 15 metros y vertientes rectilíneas de longitud corta (de 15 a 50 m).

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

Corresponde a la vertiente o ladera que, con pendiente sensiblemente más elevada, se desarrolla sobre la geoforma anterior (Sh3), la superficie horizontal disectada (Sh3). Se presenta, por tanto, en el mismo contexto morfológico, *Cordillera del Cutucú*, y sobre la misma formación geológica, Formación Chapiza.

Presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 50 y 100 metros y vertientes rectilíneas de longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m).

#### 3.5.7.6. Superficie inclinada (Si2)

Esta geoforma se ha identificado en el extremo noreste del cantón, en la zona de Mangosiza, en el extremo sur y en la subcuenca del río Upano. De reducida extensión, se enmarca en los contextos morfológicos *Cordillera del Cutucú* (donde ocupa unos 2 km<sup>2</sup>) y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, donde presenta una extensión similar.

En la *Cordillera del Cutucú* se desarrolla sobre las formaciones Chapiza, Hollín y Napo. Presenta pendientes medias (de 12 a 25%), vertientes mixtas y rectilíneas de longitud superior a 500 metros y desnivel entre 100 y 200 metros. En los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, aparecen con pendientes suaves (5 a 12%), desnivel relativo de 25 a 50 metros y forma de vertiente rectilínea, labradas sobre el Grupo Margajitas y la Formación Mera.

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

Similar a la anterior geoforma (Superficie inclinada, Si2), pero con un grado de incisión de moderado a fuerte en las formas de drenaje que aparecen en ella. Se localiza en la zona septentrional del cantón: en la subcuenca del río Upano y en el extremo nororiental. Su extensión es muy reducida, de apenas un par de kilómetros cuadrados en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*, donde se desarrolla sobre las formaciones Pumbuiza y Hollín, y de menos de un kilómetro cuadrado en los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*.

Presenta pendientes medias (de 12 a 25%) y laderas rectilíneas en sus incisiones.

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

Este abrupto se encuentra asociado únicamente a las superficies inclinadas (Si2) de la margen izquierda del río Mangosiza, sobre la Formación Napo, en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*.

Se caracteriza por presentar pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 50 y 100 metros y vertientes rectilíneas de longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m).

#### 3.5.7.9. Cerro testigo (Rr4)

Los cerros testigos identificados se sitúan próximos a la ciudad de Macas. Dos de ellos en la margen derecha del río Yukipa, y un tercero más al este, al pie oriental de las Lomas de Kusuim.

Se trata de testigos de la Cordillera del Cutucú, que han quedado como relieves aislados y elevados sobre la superficie que conforman los grandes conos de esparcimiento. Estos cerros se desarrollan sobre la Formación Santiago.

Presentan pendientes entre el 12 y el 40%, formas de cimas redondeadas y vertientes mixtas y convexas, con desniveles relativos entre 50 y 100 metros.



**Foto 44.** Cerro testigo. Sector Santa Ana. 07/08/2014.

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

Esta unidad geomorfológica se presenta con mayor profusión en el sector occidental del cantón, en la subcuenca del río Upano. Se trata de una geoforma de desarrollo lineal y estrecho, con perfil transversal redondeado, que ocupa las posiciones cimaras del relieve, de donde arrancan los diferentes tipos de ladera o vertientes.

Se identifican especialmente en tres de los contextos morfológicos existentes en el cantón: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, ii) *Cordillera del Cutucú* y iii) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, sobre un amplio tipo de formaciones geológicas.



**Foto 45.** Interfluvio de cimas redondeadas. Sector Nueva Jerusalem. 06/08/2014.

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

Esta geoforma aparece dispersa por diferentes zonas del cantón, especialmente en la zona centro-meridional (oeste de de la población de Mangosiza, en la Cordillera del Cutucú), así como en áreas del noreste y extremo occidental del cantón. Se encuadra, especialmente, en los contextos morfológicos *Cordillera del Cutucú* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*.

Las formaciones geológicas en que se desarrollan son, principalmente, Pumbuiza, Rocas metamórficas indiferenciadas, Santiago, Chapiza, Hollín y Napo. La litología de estas formaciones incluye materiales de considerable resistencia a la erosión, que facilitan la persistencia de estas geoformas.

Las diferencias entre las cimas estrechas y redondeadas con muy particulares de cada zona y están relacionados íntimamente con el tipo de litología y los agentes erosivos que actúan sobre el material. Por lo general las cimas estrechas están relacionadas con vertientes cóncavas y las redondeadas con vertientes convexas.

#### IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Morona tiene 4.588 km<sup>2</sup> aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 3.410 km<sup>2</sup> ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Sangay). Está situado principalmente en la región Amazonía, aunque incluye una pequeña porción de región Sierra, del orden del 10% del territorio estudiado. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 200 metros hasta un máximo de 3.400 metros.

En el cantón Morona se pueden diferenciar seis dominios fisiográficos, los tres primeros enmarcados en la región Sierra y el resto en la región Amazonía.

1. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Presenta muy escasa extensión en el territorio estudiado, apenas 11 km<sup>2</sup>, ocupando un pequeño apéndice situado en la zona noroccidental del área de estudio. Este dominio fisiográfico contiene, en el territorio estudiado, un solo contexto morfológico, denominado *Paisajes de páramo con modelado glaciar y huellas glaciares poco marcadas*.

Se han podido identificar algunas geoformas, o unidades geomorfológicas, características de dicho contexto morfológico: Vertiente de valle glaciar y Depósito glaciar modelado por acción fluvial. La mayoría del resto de las geoformas mapeadas discriminan distintos tipos de laderas y depósitos asociados a las mismas. En lo que se refiere a la génesis fluvial, aparecen exclusivamente formas de incisión, como son los barrancos. Las formas poligénicas están representadas por coluvio-aluviales, que son formas mixtas producidas por depósitos aluviales y de ladera.

2. **Vertientes externas de la Cordillera Real.** Representa un 8,5% del área estudiada en el cantón, unos 297 km<sup>2</sup>. Este dominio fisiográfico, que se desarrolla principalmente sobre rocas metamórficas y cuerpos intrusivos, ha sido modelado por erosión hídrica de carácter lineal. En el territorio estudiado del cantón, presenta un solo contexto morfológico, denominado *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Las geoformas más abundantes en dicho contexto son las relacionadas con el modelado de laderas, especialmente distintos tipos de vertientes rectilíneas y heterogéneas. Las geoformas fluviales están representadas por barrancos. Se han identificado asimismo diferentes geoformas poligénicas: coluvio-aluviales recientes y antiguos e interfluvios de cimas estrecha y redondeadas, principalmente. También se han reconocido, dentro del grupo genético tectónico-erosivo, la geoforma relieve montañoso.

3. **Medio aluvial de Sierra.** Con muy escasa extensión, unos 15 km<sup>2</sup>, este dominio se corresponde con el contexto morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión. Todas sus geoformas son de génesis fluvial y, en el cantón, aparecen asociadas a los sistemas fluviales de los ríos Upano y

Abanico. Las identificadas son: Valle fluvial-llanura de inundación, Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación del cauce en la llanura de inundación) y valle en V.

4. **Zona Subandina.** Es el dominio fisiográfico más extenso del cantón, ocupando casi un 65% del total del territorio analizado. Se trata de un territorio integrado por relieves montañosos o submontañosos, fuertemente condicionado por la estructura geológica derivada del levantamiento Napo. En el cantón, este dominio incluye tres contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas* es el de mayor extensión en el cantón, con una superficie de 1.625 km<sup>2</sup> y ocupa gran parte de su mitad oriental. El modelado más característico es el estructural, presentando numerosas geoformas características de este grupo genético: mesas, cuestras, chevrones, superficies y planos estructurales originados en capas plegadas, entre otras. El modelado de laderas tiene también un papel destacado en este contexto morfológico, con una amplia representación de tipos de vertientes y depósitos asociados (coluviones y depósitos de deslizamiento). El grupo genético fluvial está, sobre todo, representado por barrancos. Las formas poligénicas, al igual que las desarrolladas sobre sustratos volcánicos antiguos (relieves volcánicos colinados), aparecen en muy escasa extensión. Sin embargo, los relieves colinados altos, muy altos y especialmente los relieves montañosos, pertenecientes al modelado tectónico-erosivo, tienen una considerable representación en el conjunto de este contexto morfológico.

El contexto morfológico *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, está representado por el corredor denominado Macas-Méndez que presenta una cobertura de cenizas volcánicas y hacia el sur enlaza insensiblemente con el corredor de Limón-Gualaquiza. Ubicado en la margen derecha del río Upano, en la zona central del cantón, presenta una extensión de unos 200 km<sup>2</sup>. Incluye geoformas de modelado estructural, fluvial (muy reducidas en extensión), de laderas y poligénicas. Las que ocupan mayor superficie son, sin embargo, las del grupo genético tectónico-erosivo: relieves colinados medios, altos, muy altos y relieves montañosos.

El contexto morfológico *Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)* se sitúa en el extremo oriental del cantón y tiene una superficie próxima a los 425 km<sup>2</sup>. Presenta un destacado modelado estructural, tanto en extensión como en variedad de geoformas (cuestras, chevrones, restos de superficies estructurales, etc.). El grupo genético de laderas está representado por tres tipos de vertientes y algunos geoformas que conllevan depósitos asociados a las mismas (coluviones y depósitos de deslizamiento). El modelado fluvial apenas cuenta con representación (<3 km<sup>2</sup>), al igual que el grupo genético de formas poligénicas, con sólo algunos depósitos coluvio-aluviales. Los relieves colinados (muy bajo, bajo y medio), dentro del grupo genético

tectónico-erosivo, presentan muy buenos ejemplos en este contexto y ocupan algo más de la mitad del mismo.

5. **Amazonía Periandina.** Se extiende por un 20% de la superficie del cantón y se ubica en la zona central del mismo. Está representado por parte de los grandes conos de esparcimiento que conforman el piedemonte amazónico. En el cantón, este dominio está representado por dos contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes* es el segundo en extensión del cantón, con una superficie próxima a los 630 km<sup>2</sup>. Las geoformas de génesis fluvial, ligadas a los grandes conos de esparcimiento constituidos por la Formación Mera, son las grandes protagonistas de este contexto: superficies de cono de esparcimiento, superficies de cono de esparcimiento disectado (la geoforma con mayor representación en el cantón), abruptos de cono de esparcimiento y testigos de cono de esparcimiento. Aparecen también, con escasa presencia, otras geoformas de génesis fluvial (barrancos, encañonamientos, terrazas), de laderas, poligénicas (coluvio-aluviales antiguos y recientes, principalmente) y tectónico-erosivas (relieves colinados medios, altos y relieves montañosos).

El contexto morfológico *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* tiene, por el contrario, una escasa representación en el cantón, con una superficie que se aproxima a los 39 km<sup>2</sup>. Situado en la zona oriental, contiene algunas formas estructurales y, dentro de la génesis fluvial, se presentan exclusivamente geoformas ligadas a los grandes conos de esparcimiento.

6. **Medio aluvial amazónico.** Ocupa cerca de un 7% del territorio objeto de estudio, asociado a la dinámica actual y pasada de los ríos Upano, Mongosiza, Cushuimi y Macuma. 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) o antiguos niveles de sedimentación fluvial (terrazas, de diferentes tipos). Complementariamente, se integran en este contexto geoformas poligénicas (coluviales, recientes y antiguos) que conectan con el sistema fluvial actual.

Uno de los aspectos más singulares del cantón Morona es su amplio rango de variaciones altitudinales, desde poco más de 200 msnm, en el extremo suroriental (río Cangaime, en el *Medio aluvial amazónico*) hasta más de 3.200 msnm en la zona noroccidental del área de estudio, lo que da origen a un marcado contraste paisajístico. Parte de las zonas más elevadas presentan, aunque en muy escasa extensión, un modelado periglaciario asociado a los paisajes de páramo, en los que se han podido reconocer algunas geoformas características de ese medio (vertientes de valle glaciar y un depósito glaciar modelado por acción fluvial). Por el contrario, en el otro extremo, el *Medio aluvial amazónico* está representado por los grandes ríos de trazado meandriforme y un considerable grado de trenzamiento, proporcionado por las barras e islas fluviales que conforman, junto con el propio curso, lechos fluviales

de gran movilidad. El río Upano y su valle fluvial es el más importante de ellos, al que además se asocia un destacado sistema de terrazas.

El volcán Sangay, el hito paisajístico más destacado en el cantón, ha configurado asimismo algunas de las características que definen los diferentes contextos morfológicos: la presencia de una cobertura reciente de cenizas volcánicas. Aunque fuera de la zona de estudio, el volcán –en el límite entre los cantones Pablo VI y Morona- ha determinado que casi una tercera parte del territorio se presente con dicha cubierta de cenizas. En concreto, ésta se desarrolla de forma casi continua en los contextos *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, en los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* (que, en el cantón Morona, está representado por el corredor Macas-Méndez) y, sobre todo, en los *Piedemontes próximos*, que ocupan los sectores central y septentrional del área caracterizada en el cantón.

Merecen destacarse algunas relaciones observadas entre geoformas y sustrato geológico, tanto en su disposición geométrica como en los componentes litológicos que lo constituyen. Los conos de esparcimiento, potentes y extensos depósitos de piedemonte, se configuran con los materiales de la Formación Mera (intensamente meteorizados, tal como muestra la típica alterita roja que alcanza una considerable profundidad, de hasta más de 20 m). El modelado estructural está íntimamente asociado a las formaciones geológicas que integran la Zona Subandina, tanto en la *Cordillera del Cutucú* como en las *Estribaciones orientales subandinas*. La Formación Chapiza (Jurásico-Cretácico) y, sobre todo, la secuencia integrada por las formaciones cretácicas Hollín, Napo y Tena ofrecen muy buenos ejemplos de geoformas estructurales en el primero de esos contextos, mientras que las formaciones Napo, Tena y Tiyuyacu (esta última del Paleoceno) muestran abundantes geoformas estructurales en las *Estribaciones orientales subandinas*.

## 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.

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

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

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

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

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

## 5.2. Bibliografía citada

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

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

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

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

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Alausí (Hoja 71), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Cañar (Hoja 72), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

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


INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), 1989. Hoja Geológica: Macas (Hoja 90), esc. 1:100.000. *INEMIN*. 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-NVI_C1-61-0336	CGg-NVI_C1-61-0363	CGg-NVI_A4-65-0051
CGg-NVI_C1-61-0337	CGg-NVI_C1-61-0364	CGg-NVI_A4-65-0052
CGg-NVI_C1-61-0338	CGg-NVI_C1-61-0365	CGg-NVI_A4-65-0053
CGg-NVI_C1-61-0340	CGg-NVI_C1-61-0366	CGg-NVI_A4-65-0054
CGg-NVI_C1-61-0345	CGg-NVI_C1-61-0367	CGg-NVI_A4-65-0055
CGg-NVI_C1-61-0348	CGg-NVI_A3-61-0368	CGg-NVI_A4-65-0056
CGg-NVI_C1-61-0349	CGg-NVI_A3-61-0369	CGg-NVI_A4-65-0057
CGg-NVI_A3-61-0353	CGg-NVI_A3-61-0370	CGg-NVI_A4-65-0058
CGg-NVI_A3-61-0355	CGg-NVI_A3-61-0401	CGg-NVI_A4-65-0059
CGg-NVI_C1-61-0356	CGg-NVI_A3-61-0395	CGg-NVI_A4-65-0060
CGg-NVI_C1-61-0357	CGg-NVI_A4-61-0402	CGg-NVI_A4-65-0061
CGg-NVI_C1-61-0358	CGg-NVI_A3-61-0403	CGg-NVI_C2-60-0178
CGg-NVI_C1-61-0360	CGg-NVI_A4-65-0039	CGg-NVI_C2-60-0202
CGg-NVI_C1-61-0361	CGg-NVI_A4-65-0040	CGg-NVI_C2-60-0203
CGg-NVI_C1-61-0362	CGg-NVI_A4-65-0042	



### ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS

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

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

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

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

## -A-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## -B-

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

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

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

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

**BASÍN:** depresión endorreica, con acumulación de agua permanente o estacional, situada en la Llanura Aluvial reciente de la región Costa.

**BLOQUES ERRÁTICOS GLACIARES:** bloques, de dimensiones métricas a decamétricas, depositados por la actividad 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 cimeras. 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 cimeras.

## -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-periglacial, sin cobertura edáfica o muy escasa, con perfil muy quebrado y salientes puntiagudos. Se utiliza preferentemente esta geofoma 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 *eskarpe de cuesta marina*, que puede ser o no mapeable.

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

**VERTIENTE DE LLANURA DE DEPÓSITOS VOLCÁNICOS:** eskarpe 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 *eskarpe 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.

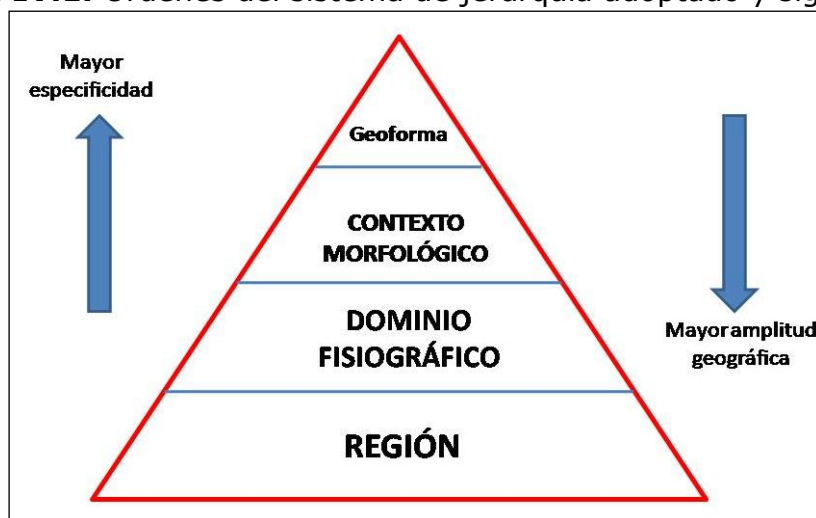
### **1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico**

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-periglaciar) 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>	
<b>DOMINIO FISIOGRÁFICO: VERTIENTES EXTERNAS DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	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 FISIOGRAFICO: 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 FISIOGRAFICO: 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 FISIOGRAFICO: 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 FISIOGRAFICO: 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 FISIOGRAFICO: 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 volcansedimentos 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.