

## **MEMORIA TÉCNICA**

### **CANTÓN AMBATO**

#### **PROYECTO:**

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

### **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.	Región y Dominios Fisiográficos.....	18
3.2.1.	Dominio Fisiográfico Sistema Volcánico .....	19
3.2.2.	Dominio Fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real .....	20
3.2.3.	Dominio Fisiográfico Relieves de fondo de cuencas interandinas .....	20
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra .....	21
3.3.	Contextos Morfológicos.....	21

3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas .....	21
3.3.2. Paisajes glaciares .....	22
3.3.3. Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.....	23
3.3.4. Medio aluvial de Sierra .....	23
3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón .....	24
3.5. Descripción de geoformas .....	31
3.5.1. Fluvial .....	31
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1) .....	31
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2) .....	31
3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3).....	31
3.5.1.4. Valle en V (E1) .....	32
3.5.1.5. Barranco (E2) .....	32
3.5.1.6. Garganta (E3) .....	33
3.5.1.7. Encañonamiento (E4).....	33
3.5.1.8. Terraza media (Tm) .....	34
3.5.1.9. Terraza alta (Ta) .....	34
3.5.1.10. Terraza colgada (Tc) .....	35
3.5.1.11. Vertiente o abrupto de terraza (Tv).....	35
3.5.1.12. Terrazas escalonadas (Te).....	35
3.5.1.13. Superficie de cono de esparcimiento (Co1).....	36
3.5.1.14. Superficie de cono de deyección (Cd1) .....	36
3.5.2. Laderas .....	37
3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1).....	37
3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....	37
3.5.2.3. Vertiente rectilínea con salientes rocosos (Lr3).....	38
3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1).....	38
3.5.2.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2) .....	38
3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1) .....	39
3.5.2.7. Vertiente rocosa (Lh3).....	39
3.5.2.8. Escarpe de deslizamiento (Lh6) .....	40
3.5.2.9. Coluvión reciente (Col1) .....	40
3.5.2.10. Coluvión antiguo (Col2) .....	41
3.5.2.11. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1) .....	41
3.5.2.12. Flujo de lodo (Ld2).....	42
3.5.2.13. Cono de derrubios (Ld3) .....	42
3.5.3. Glaciar y periglaciar .....	42
3.5.3.1. Circo glaciar (Gf1) .....	42
3.5.3.2. Cubeta glaciar (Gf2).....	42

3.5.3.3.	Fondo de valle glaciar (Gf3) .....	43
3.5.3.4.	Vertiente de valle glaciar (Gf4) .....	43
3.5.3.5.	Valle glaciar colgado (Gf5) .....	44
3.5.3.6.	Horn (Gf6) .....	45
3.5.3.7.	Laguna glaciar (Gf8) .....	45
3.5.3.8.	Morrena de fondo (Gd1) .....	45
3.5.3.9.	Morrena lateral (Gd2).....	45
3.5.3.10.	Morrena frontal, arco morrénico (Gd3).....	46
3.5.3.11.	Morrenas (Gd4) .....	46
3.5.3.12.	Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6).....	46
3.5.3.13.	Nicho de nivación (Gp1).....	47
3.5.3.14.	Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciar (Gp2) .....	47
3.5.3.15.	Afloramientos rocosos en ambiente periglaciar (Gp3) .....	48
3.5.3.16.	Rocas en crestas y cuchillas (Gp4) .....	49
3.5.4.	Volcánico .....	49
3.5.4.1.	Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar (Vci1) .....	49
3.5.4.2.	Cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar (Vci2) .....	50
3.5.4.3.	Caldera (Vc2).....	50
3.5.4.4.	Rampas de piedemonte de cono volcánico (Vc8).....	50
3.5.4.5.	Llanura de depósitos volcánicos (Vc13) .....	51
3.5.4.6.	Vertiente de llanura de depósitos volcánicos (Vc14) .....	52
3.5.4.7.	Planicie arenosa de origen lahárico (Vc15).....	52
3.5.4.8.	Relieve volcánico colinado bajo (Rv8).....	52
3.5.4.9.	Relieve volcánico colinado medio (Rv9) .....	53
3.5.4.10.	Relieve volcánico colinado alto (Rv10) .....	54
3.5.4.11.	Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11) .....	55
3.5.4.12.	Superficie volcánica ondulada (RvSo) .....	55
3.5.5.	Estructural .....	55
3.5.5.1.	Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre cangahua (Ev3) .....	55
3.5.6.	Tectónico-erosivo .....	56
3.5.6.1.	Relieve colinado medio (Rt4).....	56
3.5.7.	Poligénicas.....	56
3.5.7.1.	Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	56
3.5.7.2.	Coluvio-aluvial antiguo (Coa2) .....	57
3.5.7.3.	Superficie horizontal (Sh2) .....	57
3.5.7.4.	Superficie inclinada (Si2).....	58
3.5.7.5.	Superficie inclinada disectada (Si3).....	58
3.5.7.6.	Abrupto de superficie inclinada (Si4) .....	59
3.5.7.7.	Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1) .....	59

3.5.7.8. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2) .....	59
3.5.7.9. Afloramientos rocosos (Sdv3).....	60
<b>IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>61</b>
<b>V. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>63</b>
5.1. Referencias generales .....	63
5.2. Bibliografía citada .....	64

**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 Ambato.....	16
<b>Cuadro 3.1.</b> Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Ambato .....	19
<b>Cuadro 3.2.</b> Contextos morfológicos presentes en el cantón Ambato.....	21
<b>Cuadro 3.3.</b> Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón .....	24
<b>Cuadro 3.4.</b> Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón .....	28

## LISTA DE FIGURAS

---

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

## LISTA DE FOTOS

---

<b>Foto 1.</b> Valle indiferenciado. Sector San José de Unamuncho.....	32
<b>Foto 2.</b> Encañonamiento. Sector Santa Ana Salamanca .....	34
<b>Fotos 3 y 4.</b> Terrazas escalonadas. Sector ciudad de Ambato.....	35
<b>Fotos 5 y 6.</b> Superficie de cono de esparcimiento. Sector Chaqui Estancia .....	36
<b>Foto 7.</b> Vertiente rectilínea. Sector La Concepción (ciudad de Ambato) .....	37
<b>Foto 8.</b> Vertiente heterogénea. Sector Calguasi Chico (oeste de Quizapincha) .....	39
<b>Foto 9.</b> Escarpe de deslizamiento. Sector El Obraje (este de localidad de San Fernando .....	40
<b>Foto 10.</b> Coluvión antiguo. Sector La Península (ciudad de Ambato) .....	41
<b>Foto 11.</b> Fondo de valle glaciar. Sector cuenca alta de Quebrada Chiquín .....	43
<b>Foto 12.</b> Vertiente de valle glaciar. Sector loma Parcha Cocha.....	44
<b>Foto 13.</b> Depósito glaciar modelado por la acción fluvial. Sector loma Llugchig.....	47
<b>Foto 14.</b> Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial. Sector Laguna Tingo .....	48
<b>Foto 15.</b> Afloramientos rocosos en ambiente periglacial. Sector Cuchilla de Laygua Pungu ..	49
<b>Fotos 16 y 17.</b> Cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar. Sector loma Curiquingue .....	50
<b>Foto 18.</b> Rampas de piedemonte de cono volcánico. Sector norte de Quizapincha .....	51
<b>Foto 19.</b> Relieve volcánico colinado bajo. Sector Pampas de Auxilio .....	53
<b>Foto 20.</b> Relieve volcánico colinado medio. Sector noreste de localidad de Quizapincha .....	54
<b>Foto 21.</b> Relieve volcánico colinado alto. Sector loma Mobato.....	55
<b>Foto 22.</b> Coluvio-aluvial reciente. Sector La Península, ciudad de Ambato.....	56
<b>Fotos 23 y 24.</b> Coluvio-aluvial antiguo. Sector río Colorado a su paso por los Páramos de Puenebato .....	57
<b>Foto 25.</b> Superficie inclinada. Sector San Vicente de Culapachan .....	58

## 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:

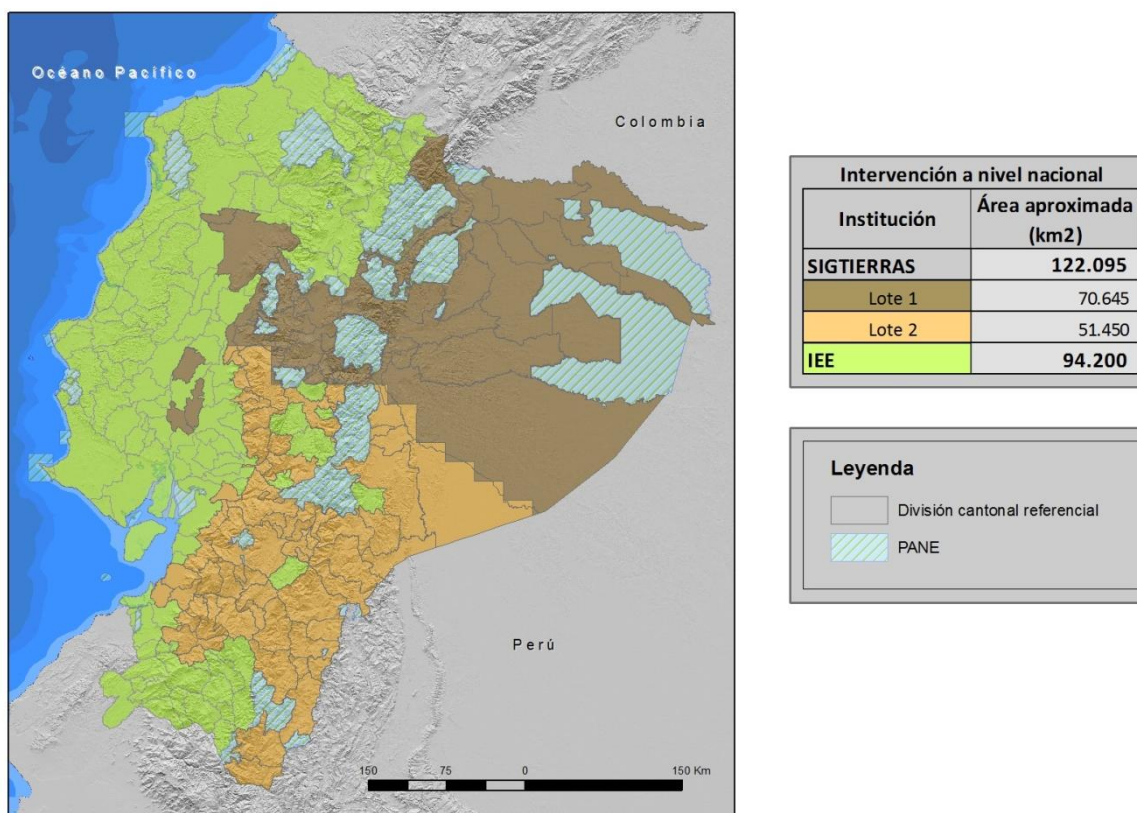
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

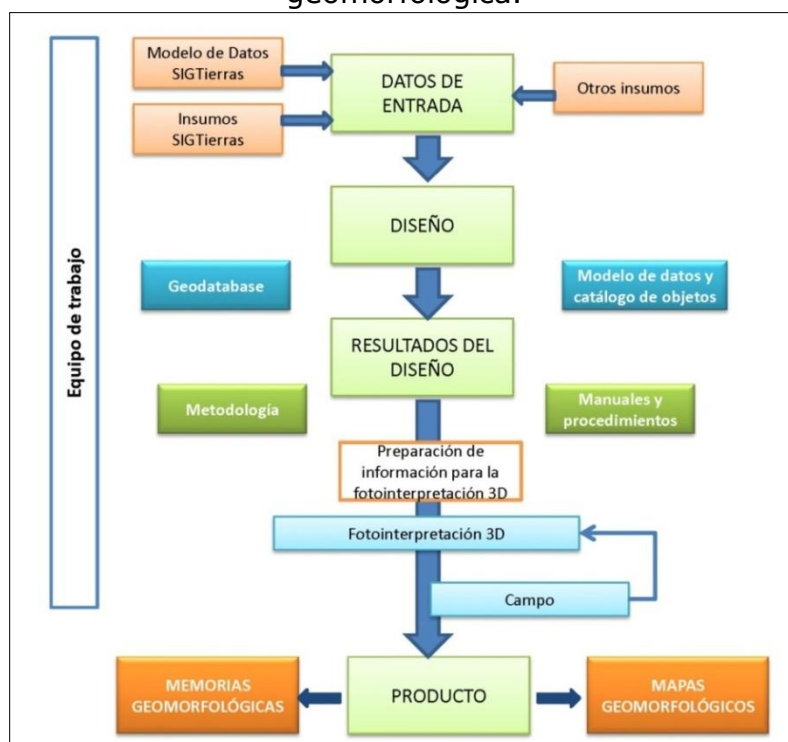
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

- 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.

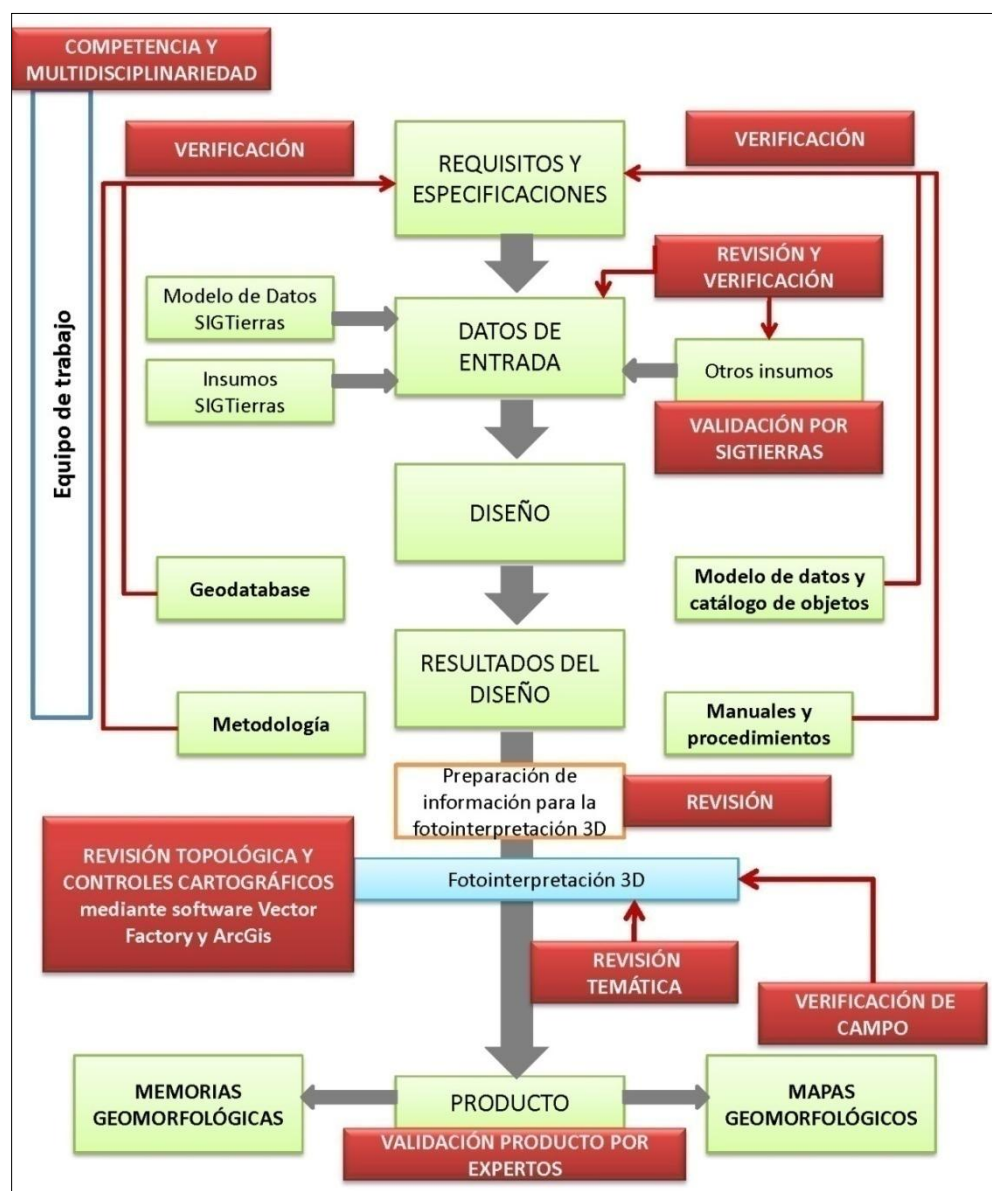
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

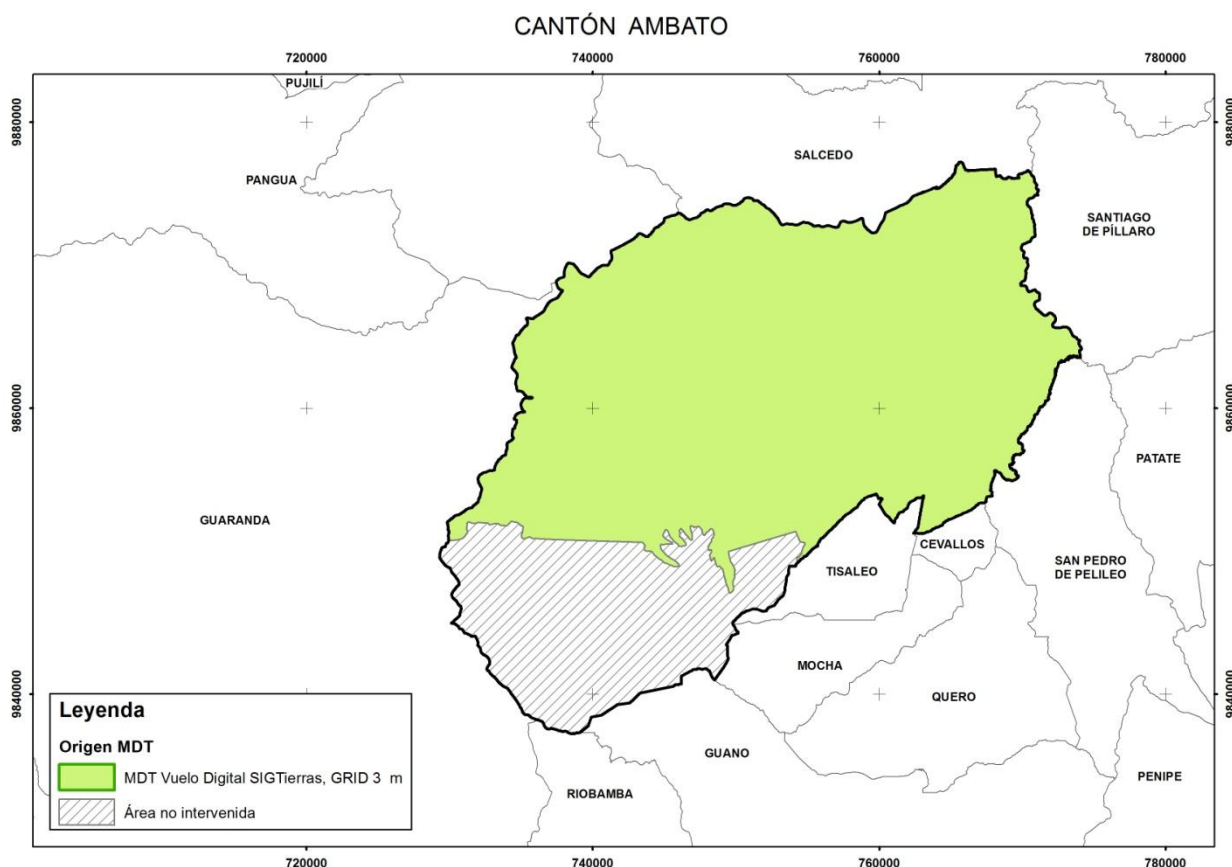
Estos hitos son los siguientes:

- 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 Ambato 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 Ambato.



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), 1978. Hoja Geológica: Ambato (Hoja 68), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1976. Hoja Geológica: Chimborazo (Hoja 69), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- 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-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1997 y 1998. Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador, esc. 1:200.000. (Publicado en 5 hojas). *CODIGEM*. Quito.

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

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

<b>Código</b>	<b>Cartas Topográficas</b>
ÑIV_A1	Angamarca
ÑIV_A2	Salcedo
ÑIV_A3	Simiatug
ÑIV_A4	Ambato
ÑIV_C1	Chimborazo
ÑIV_C2	Quero

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

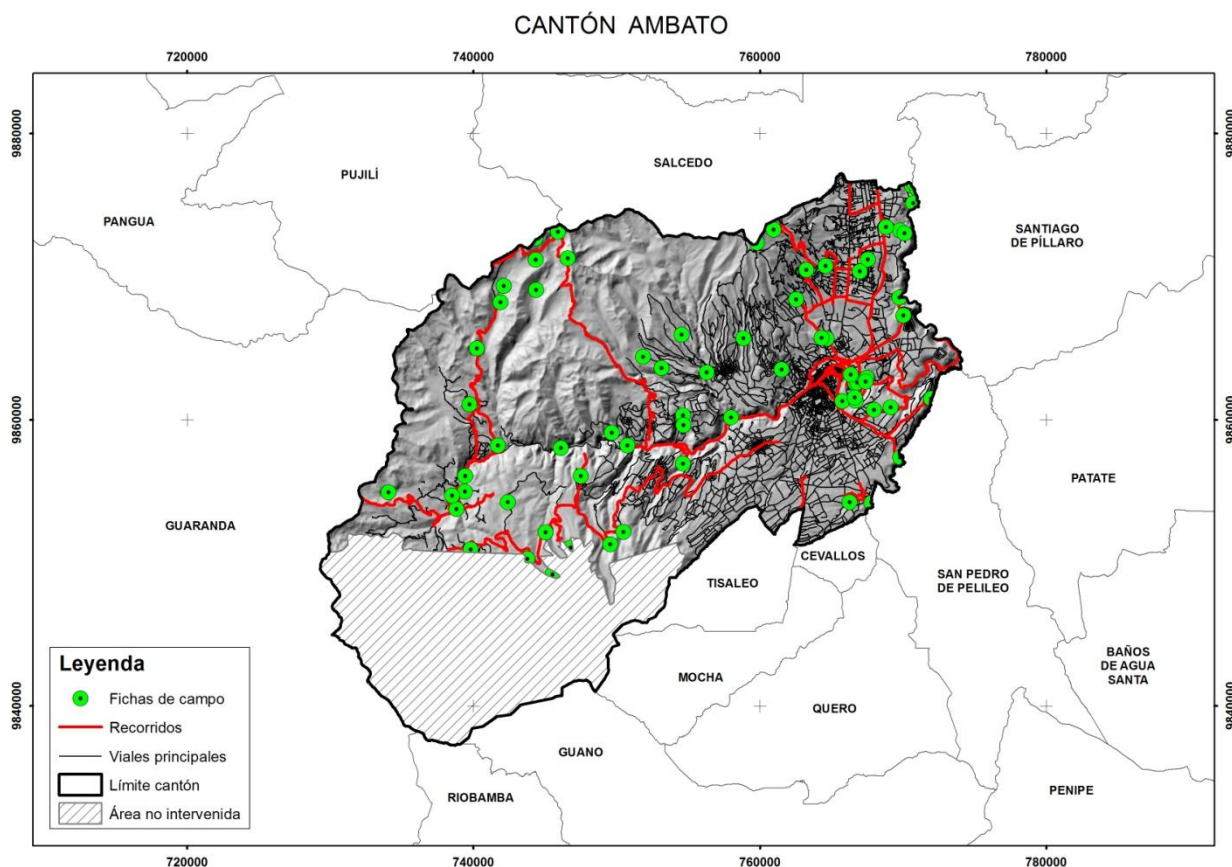
### III. RESULTADOS

#### 3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Ambato se realizó los días 11 de abril, 04, 05, 06, 07 de junio y 12 de julio de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 63 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 Ambato.



Fuente: CTN

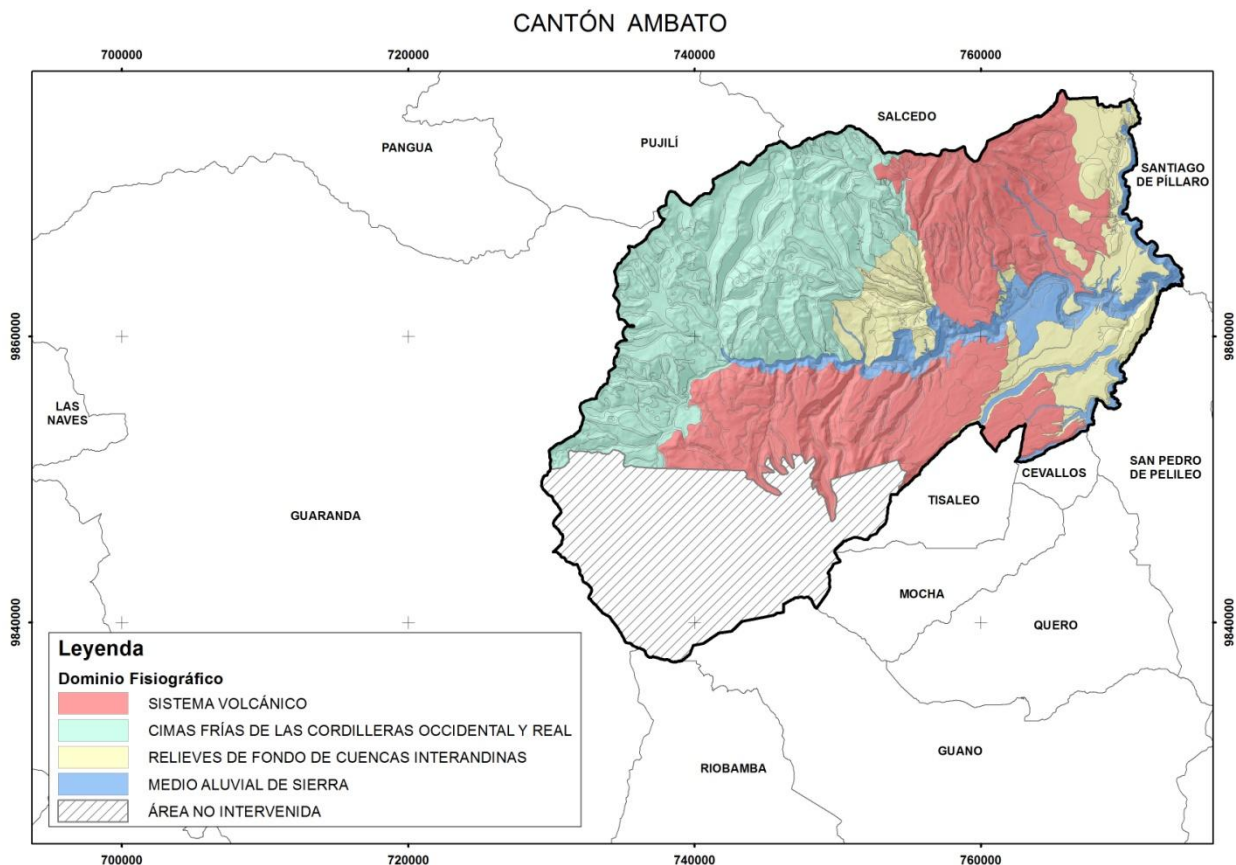
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

### 3.2. Región y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Ambato tiene 1.020 km<sup>2</sup> aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 794 km<sup>2</sup> ya que los restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Reserva de Producción de Fauna Chimborazo) 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, dentro de la cual se diferencian cuatro 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 Ambato.



Fuente: CTN

**Cuadro 3.1.** Región y dominios fisiográficos presentes en el cantón Ambato.

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Sistema volcánico	305 km <sup>2</sup>	38,5%
	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	284 km <sup>2</sup>	35,8%
	Relieves de fondo de cuencas interandinas	132 km <sup>2</sup>	16,6%
	Medio aluvial de Sierra	73 km <sup>2</sup>	9,2%

(\*) Superficies y porcentajes referidos a la zona de estudio dentro del cantón  
Fuente: CTN

### 3.2.1. Dominio Fisiográfico Sistema Volcánico

El volcanismo ecuatoriano se compone según las huellas geomorfológicas que nos ha dejado, de una actividad volcánica de basamento, cuyos rastros más antiguos se localizan sobre la ladera oeste de la Cordillera de los Andes, representados por un volcanismo básico. Son el resultado de la primera fase de construcción del Ecuador por una subducción y una acreción de edad cretácica. Se componen principalmente de basaltos, andesitas y volcanoclastitas.

El volcanismo prosigue luego durante el Terciario sobre el emplazamiento actual de la cordillera donde sus productos constituyen el basamento de los Andes septentrionales y centrales, restringiéndose durante el Neógeno y localizándose entonces sobre las cordilleras meridianas individualizadas en donde se acumulan las potentes series compuestas de lavas andesíticas y de piroclastitas cimentadas de las formaciones Pisayambo o Sicalpa que recubren las cordilleras de la parte central.

Finalmente, un volcanismo efusivo, provocó el derramamiento de aglomerados ácidos, riodacíticos, los cuales, situados a más de 3.500-4.000 metros, constituyen los vastos paisajes planos que dan a los páramos de la Sierra centro-meridional su aspecto monótono tan característico.

En el cantón Ambato este dominio fisiográfico se localiza en dos sectores bien diferenciados: en el norte en torno al edificio volcánico del Volcán Saguatoa y en el sur de la zona de estudio dentro del cantón, en torno a los edificios volcánicos de los volcanes Chimborazo y Carihuairazo.

En el sector norte del cantón, en los flancos meridionales del Volcán Saguatoa, el dominio sistema volcánico se desarrolla mayoritariamente sobre materiales del Plioceno y en menor medida sobre materiales del Cuaternario.

En el sector sur, en los flancos septentrionales de los volcanes Carihuairazo y Chimborazo, el dominio se desarrolla principalmente sobre litologías de edad cuaternaria y en menor medida sobre litologías del Pleistoceno.

Este dominio abarca aproximadamente el 39% de la superficie total, es decir unos 305 km<sup>2</sup>, con alturas que oscilan entre los 2.530 y los 4.300 msnm. En este caso está representado por un único contexto morfológico, denominado *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

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

Las Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real aparecen con una notable fragmentación geográfica, desde la frontera colombiana hasta el sur de Amaluza, en la frontera peruana. Las tierras más frías dibujan dos fajas paralelas con sentido meridiano que coronan las dos cordilleras Andinas, occidental y oriental. La altitud es el primer punto en común a esos paisajes: alcanza los 6.310 msnm en el volcán Chimborazo, situado al sur de la zona de estudio dentro del cantón Ambato. Mientras que sus límites inferiores son todavía muy elevados: oscilan, como promedio, entre 3.300 y 3.400 msnm en la zona norte del país y entre 3.100 y 3.200 msnm hacia Amaluza, en el sur. Además de los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio, también se incluyen en él la franja periglacial que, de forma discontinua, los rodean los páramos y los relieves de sus márgenes, caracterizados por el marcado abrupto que da paso al medio interandino y que llega a descender hasta los 2.800 msnm.

En el cantón Ambato, este dominio se ubica principalmente en el sector occidental, ocupando una superficie de aproximadamente 284 km<sup>2</sup> y presentando alturas comprendidas entre los 3.090 y los 4.500 msnm. Se desarrolla mayoritariamente sobre materiales volcánicos del Plioceno, apareciendo también en menor medida sobre depósitos cuaternarios. En el cantón Ambato queda representado por un solo contexto morfológico: *Paisajes glaciares*, que pone de manifiesto la ausencia de los contextos de páramo característicos del dominio *Cimas frías*, ya que el contexto *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* ocupa las áreas donde deberían aparecer los contextos de páramo.

### 3.2.3. Dominio Fisiográfico Relieves de fondo de cuencas interandinas

Los paisajes de fondos de cuencas interandinas son esencialmente zonas entre horizontales y suavemente inclinadas, con un modelado superficial monótono, de plano a ligeramente ondulado. Presentan una estructura general paralela a la edificación de los Andes, con rupturas de dirección meridiana, generadas por fenómenos distensivos que provocaron el hundimiento de la parte central de la cordillera, a modo de graben en el que se sitúa este dominio fisiográfico.

En el sector central el dominio se desarrolla principalmente sobre materiales volcánicos del Cuaternario y en menor medida sobre materiales volcánicos del Pleistoceno. En el sector oriental está constituido mayoritariamente sobre la Fm. Latacunga y en menor medida sobre las Fm. Cangahua y Volcánicos Igualata.

Este dominio abarca aproximadamente el 17 % de la superficie que conforma la zona de estudio definida para el cantón Ambato, es decir unos 132 km<sup>2</sup>. Se dispone por la zona oriental y central del cantón con alturas que oscilan entre los 2.500 y los 3.720 msnm. En el cantón Ambato está representado por un único contexto morfológico, denominado *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*. Dichos rellenos volcano-sedimentarios proceden de los volcanes cercanos: Chimborazo, Carihuairazo, Pilisurco y Saguatoa.

#### 3.2.4. Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra

El dominio incluye las diferentes formas fluviales de la red hidrográfica actual y sus depósitos asociados en la región Sierra. Atraviesa la zona de estudio de oeste a este, disectando los materiales volcánicos de edad cenozoica y cuaternaria. En su extremo oriental lo hace de sur a norte, quedando representado principalmente por los sistemas fluviales de los ríos Ambato (con dirección preferencial W-E), Cutuchi (con dirección predominante NW-SE) y Pachanlica (con dirección preferencial SSW-NNE). Queda representado por un solo contexto morfológico con la misma denominación que el dominio *Medio aluvial de Sierra*.

### 3.3. Contextos Morfológicos

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

**Cuadro 3.2.** Contextos morfológicos presentes en el cantón Ambato.

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Sistema volcánico	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Paisajes glaciares
	Relieves de fondo de cuencas interandinas	Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos
	Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra

Fuente: CTN

#### 3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas

En este contexto morfológico se incluyen las rampas de piedemonte de cono volcánico de los volcanes Carihuairazo, Chimborazo y Saguatoa. En el Volcán Saguatoa, situado al norte del cantón, también ha sido representada una parte del propio cono volcánico, en este caso denominado cono sin actividad volcánica actual y

moderado retoque glaciar. También se han identificado otras formas volcánicas como la caldera localizada en las zonas más elevadas del Volcán Saguatoa.

Además de las geoformas de origen volcánico, las cuales son las más representativas en este contexto, se han identificado unidades pertenecientes al grupo genético laderas, entre las que destacan las vertientes rectilíneas desarrolladas al norte de los edificios volcánicos del Carihuairazo-Chimborazo. Dentro de la génesis glaciar-periglacial las morrenas ocupan una superficie notable de aproximadamente 12 km<sup>2</sup>, la mitad de dicha génesis dentro del contexto morfológico. Dichas unidades de origen glaciar se localizan en este contexto de naturaleza volcánica debido a la acción pasada de los glaciares, desarrollados en zonas de elevada altitud como las que presenta el contexto (entre 2.530 y 4.300 msnm).

En el cantón Ambato, el contexto abarca aproximadamente el 39% de la superficie total, unos 305 km<sup>2</sup> de la zona de estudio dentro del mismo, ubicándose mayoritariamente en los sectores septentrional y meridional. En el sector septentrional se desarrolla sobre piroclastos con presencia local de andesitas pertenecientes a la Formación Volcánicos Igualata y en menor medida sobre las cenizas volcánicas de la Formación Cangahua. En el sector meridional se desarrolla mayoritariamente sobre las cenizas volcánicas de la Formación Cangahua y en menor medida sobre lavas andesíticas piroxénicas pertenecientes a la Formación Lavas del Carihuairazo y sobre las andesitas piroxénicas de la Formación Volcánicos Chimborazo. El contexto también está constituido por depósitos glaciares cuaternarios.

### 3.3.2. Paisajes glaciares

Este contexto se presenta en las tierras más frías de las Cordilleras Occidental y Real, cuyas morfologías más características se corresponden con formas y depósitos glaciares, actuales y heredados, a las que a veces se llegan a superponer otras formas provenientes del periglacialismo actual. Las geoformas más representativas que se han identificado corresponden a la génesis glaciar-periglacial, como vertiente de valle glaciar, fondo de valle glaciar, afloramientos rocosos en ambiente periglacial, circo glaciar o depósito glaciar modelado por acción fluvial. Dentro del grupo genético laderas, predominan las vertientes rectilíneas con fuerte disección. La naturaleza volcánica del sustrato provoca la aparición de unidades de origen volcánico como relieve volcánico colinado bajo o medio. Dentro de las formas de origen poligénico destacan los interfluvios de cimas estrechas, divisorias agudas generadas en muchos casos por la coalescencia de circos o vertientes glaciares, como sucede en el sector torno al Cerro Chiquiurcu o en las lomas Caparina Grande, Chuquirahua, Llamahuañuna, al norte de Pampas de Auxilio y Tabaco Churana.

En el cantón Ambato se desarrolla en el sector occidental, casi exclusivamente sobre la secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos pertenecientes a la Formación Pisayambo, con algunas excepciones en las que está constituido por depósitos glaciares o depósitos aluviales de terraza.

Presenta alturas comprendidas entre los 3.090 y los 4.500 msnm y su extensión es de 284 km<sup>2</sup> aproximadamente.

### 3.3.3. Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos

Los fondos de las cuencas que van desde Ibarra, al norte, hasta Riobamba, al sur (cuencas de Ibarra, Tumbaco-Guayllabamba, Latacunga, la propia cuenca de Riobamba) presentan zonas con superficies suavemente inclinadas, que constituyen las partes terminales de las rampas de piedemonte de los volcanes próximos, que en el cantón Ambato son el Carihuairazo-Chimborazo y el Saguatoa.

Se sitúa en el sector central y oriental del cantón Ambato, identificándose mayoritariamente geofomas de origen volcánico de tipo distal como las llanuras de depósitos volcánicos o los relieves volcánicos colinados. También destaca la génesis laderas, donde se han identificado diferentes tipos de vertientes con coluviones en sus partes medias o bajas. Dentro del grupo genético poligénicas se han identificado principalmente superficies inclinadas, horizontales, inclinadas disectadas y coluvio-aluviales. El sistema fluvial viene representado por barrancos, encañonamientos, valles en V y valles indiferenciados.

En el sector central, el contexto se encuentra recubierto mayoritariamente por las cenizas volcánicas de la Formación Cangahua y en menor medida está constituido por aglomerados tobáceos, con pumita y diverso material piroclástico pertenecientes a la Formación Latacunga. En el sector oriental el contexto también se encuentra mayoritariamente recubierto por las cenizas volcánicas andesíticas de la Formación Cangahua. También está formado en este sector por la Formación Latacunga y en menor medida por los piroclastos de la Formación Volcánicos Igualata, en este caso sobre la localidad de San José de Unamuncho.

### 3.3.4. Medio aluvial de Sierra

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

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

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

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas	FLUVIAL	Valle en V	<1
		Barranco	6
		Garganta	<1
		Encañonamiento	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	26
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	4
		Vertiente abrupta	2
		Vertiente abrupta con fuerte disección	2
		Vertiente heterogénea	3
		Coluvión antiguo	2
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
		Flujo de lodo	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Fondo de valle glaciar	4
		Vertiente de valle glaciar	<1
		Valle glaciar colgado	<1
		Morrena de fondo	<1
		Morrena lateral	<1
		Morrena frontal, arco morrénico	<1
		Morrenas	12
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	5
		Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario	2
	Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario	<1	
	VOLCÁNICO	Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar	7
		Cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar	52
		Caldera	<1
		Rampas de piedemonte de cono volcánico	164
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	8
Superficie inclinada		2	
Interfluvio de cimas estrechas		2	
Afloramientos rocosos		<1	

Fuente: CTN

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Paisajes glaciares	FLUVIAL	Valle en V	1
		Barranco	1
		Superficie de cono de esparcimiento	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	7
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	28
		Vertiente rectilínea con salientes rocosos	4
		Vertiente abrupta	<1
		Vertiente heterogénea	3
		Vertiente rocosa	<1
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión antiguo	3
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	1
		GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar
	Cubeta glaciar		1
	Fondo de valle glaciar		19
	Vertiente de valle glaciar		127
	Valle glaciar colgado		5
	Horn		2
	Laguna glaciar		1
	Morrena de fondo		<1
	Morrenas		<1
	Depósito glaciar modelado por acción fluvial		9
	Nicho de nivación		<1
	Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario		4
	Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario		21
	Rocas en crestas y cuchillas		<1
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado bajo	3
		Relieve volcánico colinado medio	15
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	1
		Superficie horizontal	<1
		Superficie alta disectada	<1
Interfluvio de cimas estrechas		14	
Afloramientos rocosos		<1	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos	FLUVIAL	Valle indiferenciado	2
		Valle en V	2
		Barranco	2
		Encañonamiento	2
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	18
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	4
		Vertiente heterogénea	9
		Coluvión antiguo	11
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Depósito glaciar modelado por acción fluvial	<1
	VOLCÁNICO	Rampas de piedemonte de cono volcánico	<1
		Llanura de depósitos volcánicos	32
		Vertiente de llanura de depósitos volcánicos	2
		Planicie arenosa de origen lahárico	7
		Relieve volcánico colinado bajo	<1
		Relieve volcánico colinado medio	10
		Relieve volcánico colinado alto	4
		Relieve volcánico colinado muy alto	5
		Superficie volcánica ondulada	4
	ESTRUCTURAL	Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre cangahua	<1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	2
Superficie horizontal		<1	
Superficie inclinada		11	
Superficie inclinada disectada		<1	
Abrupto de superficie inclinada		<1	
Interfluvio de cimas redondeadas		2	
OTRAS GÉNESIS	Superficie de relleno	<1	
	Superficie intervenida	<1	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	2
		Terraza baja y cauce actual	<1
		Valle indiferenciado	5
		Valle en V	<1
		Barranco	4
		Encañonamiento	10
		Terraza media	2
		Terraza alta	3
		Terraza colgada	8
		Vertiente o abrupto de terraza	2
		Terrazas escalonadas	1
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	4
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	6
		Vertiente abrupta	8
		Vertiente abrupta con fuerte disección	3
		Vertiente heterogénea	1
		Escarpe de deslizamiento	1
		Coluvión reciente	<1
		Coluvión antiguo	2
	VOLCÁNICO	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	2
		Cono de derrubios	<1
	POLIGÉNICAS	Relieve volcánico colinado alto	<1
Coluvio-aluvial reciente		6	
Coluvio-aluvial antiguo		3	
Superficie inclinada		1	
		Abrupto de superficie inclinada	<1

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 (derrumbios antiguos)	Q <sub>d12</sub>	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	<1
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q <sub>d13</sub>	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	3
Depósitos de ladera (coluvial)	Q <sub>d14</sub>	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	18
Depósitos coluvio aluviales	Q <sub>dca</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	19
Depósitos aluviales	Q <sub>da</sub>	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	9
Depósitos aluviales (abanico aluvial)	Q <sub>da1</sub>	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	<1
Depósitos aluviales (con material lahárítico)	Q <sub>da4</sub>	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	<1
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q <sub>da5</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	<1
Depósitos aluviales (terrazas)	Q <sub>da8</sub>	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	16

Fuente: CTN

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

<b>FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>EDAD</b>	<b>LITOLOGÍA</b>	<b>km<sup>2</sup> (aprox.)</b>
Depósitos glaciares	Q <sub>dg</sub>	Cuaternario	Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino	42
Depósitos fluvio glaciares	Q <sub>dfg</sub>	Cuaternario	Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas	13
Depósitos superficiales	Q <sub>dsi</sub>	Cuaternario	Depósitos superficiales indiferenciados	6
Depósitos volcánicos	Q <sub>dv</sub>	Cuaternario	Depósitos volcano-sedimentarios de granulometría y distribución variable (ceniza, lapilli y bloques de angulares a redondeados), con frecuentes fragmentos lávicos intercalados	7
Formación Cangahua	Q <sub>c</sub>	Cuaternario	Ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos	262
Formación Latacunga	P <sub>La</sub>	Pleistoceno	Aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena	47
Lavas del Carihuairazo	P <sub>VCa</sub>	Pleistoceno	Lavas andesíticas piroxénicas porfiríticas de grano fino	7
Volcánicos Chimborazo	P <sub>VChz</sub>	Pleistoceno	Andesitas piroxénicas, flujos de lavas andesíticas y piroclastos tobáceos con fragmentos andesíticos	7
Volcánicos Igualata	Pl <sub>Vlg</sub>	Plioceno	Piroclastos (tobas de grano fino a grueso pumítica), con presencia local de andesitas	91
Formación Pisayambo	PL <sub>Py</sub>	Plioceno	Secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)	245

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, 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" (Py= Pisayambo, La= Latacunga, C= Cangahua, etc.).

### 3.5. Descripción de geoformas

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

#### 3.5.1. Fluvial

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

Esta geoforma se identificó en el sector oriental del cantón, asociada al río Ambato y a la Quebrada Palagua, desarrollándose en el contexto *Medio aluvial de Sierra*. Se caracteriza por la presencia de depósitos aluviales de granulometría muy diversa, transportados y depositados por los canales fluviales.

Presentan pendientes planas (de 0 a 2%) en la unidad situada en torno al río Ambato y suaves (de 5 a 12%) en la unidad localizada en la Quebrada Palagua. Las formas de valle son planas, con una anchura mayoritaria de 300 metros y presentan terrazas asociadas en la Quebrada Palagua. Presentan formas de drenaje subdendríticas.

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

Se localiza en el sector nororiental del cantón Ambato, formando el cauce actual del río Cutuchi desde loma Cascajo hasta loma el Gritón. Se desarrolla sobre el contexto *Medio aluvial de Sierra* y presenta pendientes muy suaves (de 2 a 5%), valles con formas planas y formas de drenaje anastomosadas. Está constituido por arenas, limos, arcillas y conglomerados.

##### 3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3)

Esta geoforma se sitúa en el sector oriental del cantón, al sur de la ciudad de Ambato y al oeste de la localidad de San José de Unamuncho. Se localiza en los contextos morfológicos *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcánico-sedimentarios y piroclásticos* y *Medio aluvial de Sierra*.

Se desarrolla sobre depósitos aluviales, constituidos por arenas, limos, arcillas y conglomerados, presentando pendientes planas o suaves y formas de valle planas, como se puede apreciar en la Foto 1.



**Foto 1.** Valle indiferenciado. Sector San José de Unamuncho. 04/06/2014.

#### 3.5.1.4. Valle en V (E1)

Esta geoforma se sitúa en los sectores central y oriental del cantón, formando parte del cauce en la cuenca alta del río Ambato y de los ríos Pumagua y Picaigua. Las dos vertientes laterales que el río ha erosionado verticalmente, presentan pendientes de fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%). Las dimensiones longitudinales son por lo general de orden kilométrico y las anchuras mayoritarias, inferiores a 500 metros (orden hectométrico).

Se desarrolla sobre cuatro contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*; ii) *Paisajes glaciares*; iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*; y iv) *Medio aluvial de Sierra*.

En las *Construcciones de tipo estrato-volcán* estos encajamientos fluviales se han generado sobre los aglomerados tobáceos con pumita de la Formación Latacunga. En los *Paisajes glaciares* estos valles en V se encajan en las lavas andesíticas y piroclastos de la Formación Pisayambo, mientras que en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas* lo hacen sobre las formaciones Latacunga y Cangahua. Por último en el *Medio aluvial de Sierra* esta unidad geomorfológica erosiona los materiales piroclásticos que constituyen los Volcánicos Igualata.

#### 3.5.1.5. Barranco (E2)

Se encuentra repartida por todo el cantón, excepto en las zonas altas de páramo situadas en el sector occidental, en donde los sistemas fluviales están mayoritariamente ocupados por formas glaciares-periglaciares como fondos de valle glaciar o depósito glaciar modelado por acción fluvial. Las pendientes transversales

son fuertes en general (de 40 a 70%), con formas de valle en V y ausencia generalizada de suelos.

Se presenta en todos los contextos morfológicos del cantón, erosionando las formaciones geológicas Pisayambo y Volcánicos Igualata de edad pliocena; las formaciones Lavas del Carihuairazo y Latacunga de edad pleistocena; y la Formación Cangahua del Cuaternario.

#### 3.5.1.6. Garganta (E3)

Aparece en el sector septentrional del cantón, en la cuenca alta del río Alajua, al norte de la localidad de Quizapincha. Se encuadra en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*.

Estas gargantas, con fuertes pendientes (de 40 a 70%), erosionan verticalmente los materiales piroclásticos de la Fm. Volcánicos Igualata. Las vertientes de estas gargantas son rectilíneas y presentan una longitud moderadamente larga; las formas de valle son en V y los desniveles relativos están comprendidos entre 25 y 50 metros.

#### 3.5.1.7. Encañonamiento (E4)

Se localizan en el sector central y en el extremo nororiental del cantón, formando las incisiones de los ríos Ambato, Alajua y Cutuchi y erosionando los materiales de las formaciones Pisayambo, Volcánicos Igualata y Latacunga. Se integran en tres contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*; ii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*; y iii) *Medio aluvial de Sierra*.

Se trata de otra geoforma de incisión fluvial, similar a la garganta, pero con mayor profundidad de encajamiento. Entre las localidades de Chaqui Estancia y Chahuarhuaycu, el río Ambato se encaja en las lavas andesíticas basálticas de la Formación Pisayambo, formando un encañonamiento con desniveles relativos superiores a 300 metros y longitudes de vertiente muy largas. A partir de la localidad de Chahuarhuaycu cambia la litología y el río comienza a erosionar materiales más blandos de la Formación Cangahua, desapareciendo el encañonamiento.

En el sector nororiental del cantón, el río Cutuchi también ha generado un encañonamiento, encajándose en los aglomerados tobáceos y material piroclástico diverso de la Formación Latacunga, aunque haya excavado hasta erosionar la Formación Pisayambo. La menor competencia de los materiales volcánicos pleistocenos de la Formación Latacunga ha provocado que la incisión fluvial del encañonamiento sea menor que en el caso anteriormente expuesto, como así atestiguan los desniveles relativos, comprendidos entre 200-300 metros y las longitudes de vertiente moderadamente largas, menores que en el caso anteriormente expuesto.

Presentan pendientes escarpadas (de 100 a 150%), formas de valle en V o planas y vertientes con formas cóncavas, rectilíneas o mixtas.



**Foto 2.** Encañonamiento. Sector Santa Ana Salamanca. 07/06/2014.

#### 3.5.1.8. Terraza media (Tm)

Esta geoforma se ubica en el sector oriental del cantón, en torno a la ciudad de Ambato y en ambas márgenes del río del mismo nombre. También encontramos esta unidad en la margen derecha del río Ambato junto a la localidad de Las Viñas.

Presentan pendientes de muy suaves a suaves (de 2 a 12%). Corresponden al primer nivel de terrazas por encima de los depósitos fluviales actuales, situándose, como promedio, a una altura de entre 15-30 metros sobre el cauce del río Ambato.

Litológicamente están constituidas por conglomerados, limos arenosos y arcillas limosas.

#### 3.5.1.9. Terraza alta (Ta)

Por encima del anterior nivel de terrazas aparece esta nueva superficie, elevada entre 40 y 60 metros sobre los cauces de los ríos Ambato, Cutuchi y la Quebrada Palagua.

Presenta pendientes de muy suaves a suaves (de 2 a 12%) y se incluye, al igual que la terraza media, en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*. Su litología también está compuesta por conglomerados, limos arenosos y arcillas limosas.

#### 3.5.1.10. Terraza colgada (Tc)

Al igual que la anterior geoforma, estas terrazas conforman el nivel sobre el que se asienta la ciudad de Ambato. En este caso se sitúan a una altura de aproximadamente 100 metros sobre el río Ambato y a unos 70- 100 metros sobre el cauce del río Pachanlica. Están situadas en el sector oriental del cantón, en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

Estas terrazas se encuentran por encima de la terraza alta y litológicamente están formadas por conglomerados, limos arenosos y arcillas limosas.

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

Esta geoforma situada en el sector oriental del cantón, se ha podido mapear en las márgenes de los ríos Ambato y Pachanlica. Suponen el abrupto de las geoformas anteriores y se localizan en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

Se caracterizan por presentar pendientes de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos que mayoritariamente oscilan entre 25 y 100 metros, vertientes con longitudes moderadamente largas (de 50 a 250 metros) y formas rectilíneas o mixtas.

#### 3.5.1.12. Terrazas escalonadas (Te)

Se sitúa en el sector oriental del cantón, en la margen derecha del río Ambato y en la confluencia del propio río Ambato con el río Pachanlica, presentando pendientes medias (de 12 a 25%).

Las terrazas escalonadas quedan englobadas en una sola unidad cartográfica al no poder individualizarse en diferentes niveles. Al incluir también los escarpes en la unidad geomorfológica, las pendientes llegan a ser medias en una geoforma cuyas superficies presentan pendientes inferiores. Litológicamente están compuestas por los mismos depósitos aluviales que el resto de las terrazas anteriormente descritas.



**Fotos 3 y 4.** Terrazas escalonadas. Vista general (izquierda) y detalle del depósito superficial (derecha). Depósitos aluviales (terrazas). Sector ciudad de Ambato. 05/06/2014.

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

Esta geoforma se sitúa en la zona occidental del cantón, en la confluencia del río San Jerónimo con el río Ambato, localizándose en el contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Se caracteriza por presentar pendientes suaves (de 5 a 12%), desniveles relativos de 50 a 100 metros, vertientes de longitud muy larga (más de 500 metros) y formas de ladera convexas.

Se desarrolla sobre depósitos aluviales de abanico, que constan de limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.



**Fotos 5 y 6.** Superficie de cono de esparcimiento. Vista general (izquierda) y detalle del depósito superficial (derecha). Depósitos aluviales (abanico aluvial). Sector Chaqui Estancia. 05/06/2014.

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

Esta unidad geomorfológica se presenta por gran parte de la superficie del cantón, asociada a los ríos Ambato y Cosahuala y a las quebradas Cubillín y Tingo. Se localiza en tres contextos morfológicos diferentes: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*; y iii) *Medio aluvial de Sierra*.

Está formada por depósitos aluviales de cono de deyección, que constan de limo-arcillas y arenas, así como gravas y bloques en proporciones variables.

Presenta pendientes de suaves hasta fuertes (de 5 a 70%), dependiendo de si se trata de zonas de superficie o de escarpe, un desnivel relativo variable de 5 a 25 metros en el contexto *Medio aluvial de Sierra*, de 25 a 100 metros en *Paisajes glaciares* y de 25 a 50 metros en *Relieves de fondo*.

Las vertientes varían de cortas a moderadamente largas (de 15 a 250 metros) en el contexto *Medio aluvial de Sierra*, son moderadamente largas en *Paisajes glaciares* y van de moderadamente largas a largas en *Relieves de fondo*, presentando formas convexas o mixtas.

### 3.5.2. Laderas

#### 3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma se sitúa repartida a lo largo de toda la superficie del cantón, localizándose en los cuatro contextos morfológicos existentes en el mismo.

Presentan pendientes de medias hasta fuertes, comprendidas entre el 12% y el 70%. Los desniveles relativos, son variables en todos los contextos morfológicos y oscilan entre 5 y 300 metros, con longitudes de vertiente comprendidas entre 50 y más de 500 metros, salvo en algún caso en el contexto *Relieves de fondo* en el que también pueden ser cortas (de 15 a 50 metros). Se desarrollan sobre un amplio abanico de formaciones geológicas: Fm. Pisayambo, Volcánicos Igualata, Volcánicos Chimborazo, Fm. Latacunga y Fm. Cangahua.



**Foto 7.** Vertiente rectilínea. Sector La Concepción (ciudad de Ambato). 05/06/2014.

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

Se sitúa en la zona central y oriental del cantón, sobre los cuatro contextos morfológicos presentes en el cantón.

Estas laderas, que presentan una intensa disección, presentan pendientes mayoritariamente fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos variables, desde 25 hasta más de 300 metros y longitudes de vertiente de largas a muy largas (de 250 a más de 500 metros).

En el contexto morfológico *Construcciones de tipo estratovolcán* estas laderas se desarrollan sobre materiales de Volcánicos Igualata y sobre la Fm. Cangahua. En el contexto *Paisajes glaciares* se desarrollan sobre las lavas y piroclastos de la Fm. Pisayambo, mientras que en los contextos *Relieves de fondo de cuencas interandinas* lo hacen sobre las Fm. Volcánicos Igualata, Latacunga y Cangahua.

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

Esta unidad geomorfológica se localiza en la zona occidental del cantón, cerca de la confluencia de los ríos Ambato y San Jerónimo, localizándose sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Las lavas andesíticas basálticas de la Fm. Pisayambo, más resistentes a la erosión que los piroclastos que también constituyen dicha formación, provocan la aparición de salientes rocosos dispersos que generan irregularidades en la superficie de dichas vertientes rectilíneas.

Presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos superiores a 200 metros y longitudes de vertientes muy largas (más de 500 metros).

#### 3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)

Se sitúa en el sector central y en el extremo oriental del cantón Ambato, localizándose en tres contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*; ii) *Paisajes glaciares*; y iii) *Medio aluvial de Sierra*.

Son laderas escasamente disectadas, con pendientes superiores al 70% y desarrolladas sobre un amplio abanico de litologías. Así en el contexto *Construcciones de tipo estratovolcán* están constituidas por las Fm. Latacunga y Cangahua, mientras que en el contexto *Paisajes glaciares* estas vertientes se desarrollan sobre la Fm. Pisayambo. Finalmente en el contexto *Medio aluvial de Sierra* lo hacen sobre las Fm. Pisayambo, Volcánicos Igualata y Latacunga.

Presentan fuertes desniveles, de 50 a más de 300 metros y longitudes de vertiente de moderadamente largas hasta muy largas (de 50 a más de 500 metros), con formas rectilíneas, cóncavas o convexas. Las pendientes son muy fuertes (de 70 a 100%).

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

Esta geoforma, que se ubica en la zona central del cantón, se encuentra ocupando el escarpe existente en la margen derecha al río Ambato, en la cuenca alta del mismo. Se desarrolla sobre los contextos morfológicos: *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas* y *Medio aluvial de Sierra*.

En el contexto *Construcciones de tipo estratovolcán* la geoforma está constituida por las cenizas volcánicas de la Fm. Cangahua, mientras que el contexto *Medio aluvial de Sierra* se desarrolla sobre las Fm. Pisayambo y Volcánicos Igualata.

Presenta pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), desniveles relativos superiores a 100 metros y longitudes de vertiente superiores a 50 metros con formas rectilíneas o cóncavas.

#### 3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1)

Ubicada en el sector central, se localiza en los cuatro contextos morfológicos existentes en el cantón.

Son laderas con una forma de vertiente mixta o irregular, que presentan un amplio rango de pendientes (del 12 al 70%). Los desniveles relativos son importantes, superando a menudo los 200 metros y las longitudes de las vertientes son superiores a 250 metros.

Se presentan sobre las lavas andesíticas y los piroclastos de la Formación Pisayambo y sobre las cenizas de la Formación Cangahua.



**Foto 8.** Vertiente heterogénea. Sector Calguasi Chico (oeste de Quizapincha).  
04/06/2014.

#### 3.5.2.7. Vertiente rocosa (Lh3)

Esta geoforma se sitúa en el sector occidental del cantón Ambato, en la cuenca alta del río Calamaca, sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Sus características vienen definidas por la existencia de pendientes fuertes (de 40 a 70%), un desnivel relativo superior a 300 metros y una longitud de vertiente superior a 500 metros con forma irregular. Se desarrolla sobre los materiales volcánicos de la Formación Pisayambo.

### 3.5.2.8. Escarpe de deslizamiento (Lh6)

Se identificaron en los sectores central y occidental del cantón, desarrollándose sobre los contextos morfológicos *Paisajes glaciares*, en donde se desarrollan sobre la Formación Pisayambo; y *Medio aluvial de Sierra*, en el cual están constituidos por las formaciones Latacunga y Cangahua, de menor resistencia a la erosión. Este cambio litológico genera escarpes de deslizamiento de mayor magnitud sobre estas formaciones geológicas menos competentes.

Las pendientes son fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%), los desniveles relativos son variables (de 50 hasta más de 300 metros) y las vertientes presentan unas longitudes de moderadamente largas hasta muy largas (más de 50 metros) con formas rectilíneas, irregulares o convexas.



**Foto 9.** Escarpe de deslizamiento. Sector El Obraje (este de localidad de San Fernando). 04/06/2014.

### 3.5.2.9. Coluvión reciente (Col1)

Esta geoforma, de muy escasa representación en el cantón con una pequeña superficie de 5 ha, se localiza en el sector oriental del mismo, entre la loma de Cegarra y el río Ambato. Se ha incluido en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*, ya que se ubica junto a la margen derecha del río Ambato.

Se desarrolla sobre depósitos de ladera (coluvial) y presenta una pendiente fuerte, desnivel relativo comprendido entre 100 y 200 metros y longitud de vertiente larga (de 250 a 500 metros), con forma convexa.

### 3.5.2.10. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geoforma se encuentra repartida por toda la superficie del cantón, ocupando las partes medias y bajas de las laderas y desarrollándose sobre los cuatro contextos morfológicos definidos en el cantón.

Las morfologías típicas de estas geoformas responden a perfiles de ladera muy variados (cóncavo, mixto, irregular, etc.), presentando pendientes de suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%), con desniveles muy variables y longitudes de vertiente que superan los 50 metros y, a menudo, los 500 metros.

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



**Foto 10.** Coluvión antiguo. Sector La Península (ciudad de Ambato). 05/06/2014.

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

Se localizan en el sector central, occidental y septentrional del cantón Ambato, generalmente en las mismas áreas geográficas que los escarpes de deslizamiento y sobre tres contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*; ii) *Paisajes glaciares*; y iii) *Medio aluvial de Sierra*.

Están compuestos por material de remoción y depositación de las laderas y por fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño. Presentan pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%) y desniveles relativos con rangos muy diversos (de 15 a más de 300 metros), en gran parte derivados de la magnitud y el tipo de deslizamiento. Las formas de vertiente son irregulares, convexas o mixtas y las longitudes varían de 50 a más de 500 metros.

#### 3.5.2.12. Flujo de lodo (Ld2)

Localizados en la zona norte del cantón, entre el Cerro Yanamatzi y la loma Milín, se desarrollan sobre el contexto morfológico *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*. Se han generado al canalizarse los depósitos de ladera por las quebradas del flanco meridional del Volcán Saguatoa.

Compuestos por depósitos de ladera provenientes de la erosión de los piroclastos de la Formación Pisayambo, presentan pendientes medias, desniveles relativos variables (de 15 a 200 metros) en función de la magnitud del flujo y longitudes de vertiente de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros), con formas irregulares o mixtas.

#### 3.5.2.13. Cono de derrubios (Ld3)

Esta pequeña unidad (de apenas 1,7 ha), se localiza en el extremo oriental del cantón Ambato, entre la loma Grande y el río Cutuchi. Se localiza en el contexto *Medio aluvial de Sierra* y está formada por derrubios antiguos de ladera.

Presenta una pendiente fuerte, un desnivel relativo comprendido entre 25 y 50 metros y una longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con forma cóncava.

### 3.5.3. Glaciar y periglacial

#### 3.5.3.1. Circo glaciar (Gf1)

Esta geoforma se distribuye por la zona occidental del cantón Ambato, topográficamente la más elevada del mismo, sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares*. Se desarrolla sobre las lavas andesíticas basálticas y los piroclastos de la Formación Pisayambo y menor medida sobre los piroclastos de la Formación Volcánicos Igualata.

Presenta pendientes de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%) y desniveles relativos muy variables (de 25 a más de 300 metros) con predominio de los comprendidos entre 100 y 300 metros. Las vertientes presentan forma cóncava y tienen unas longitudes superiores a 50 metros aunque mayoritariamente son superiores a 250 metros.

#### 3.5.3.2. Cubeta glaciar (Gf2)

Al igual que la anterior geoforma, se distribuye en torno a los páramos del sector occidental del cantón, sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares*. Litológicamente están formadas por depósitos glaciares, pobremente clasificados y con ausencia de estratificación y ordenamiento interno.

Al considerarse zonas deprimidas por la sobreexcavación glaciar, no presentan elevadas pendientes, las cuales van de muy suaves hasta medias (de 5 a 25%). Los desniveles relativos no son muy acusados, mayoritariamente están comprendidos

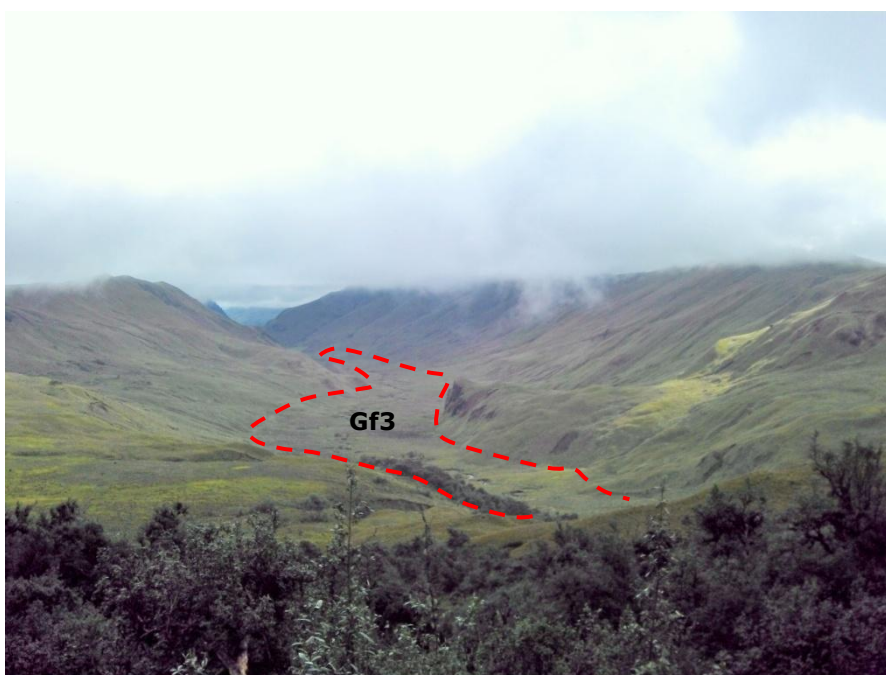
entre 5 y 25 metros, aunque a veces llegan hasta los 100 metros. Las vertientes tienen una longitud de moderadamente larga hasta larga (de 50 a 500 metros) con formas cóncavas.

### 3.5.3.3. Fondo de valle glacial (Gf3)

Situados como las anteriores geoformas en el sector occidental del cantón, apareciendo también en el sector meridional de la zona de estudio. Se desarrollan sobre los contextos morfológicos *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas* y *Paisajes glaciares*.

Estos fondos de valle, presentan generalmente anchuras de cientos de metros, comprendidas entre 200 y 500 metros. Su longitud es variable, en el sector meridional no superan los 4 km de longitud, mientras que los situados en el sector occidental pueden llegar a los 15 km.

Al igual que la anterior geoforma, litológicamente está compuesta por depósitos glaciares. Presentan pendientes de suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%) y formas de valle en U.



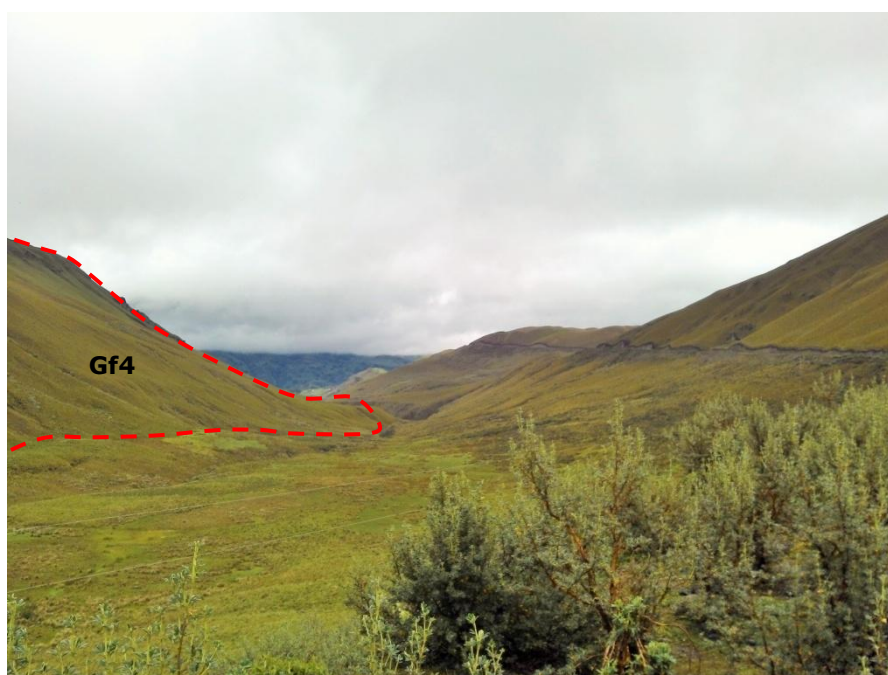
**Foto 11.** Fondo de valle glacial. Sector cuenca alta de Quebrada Chiquín.  
11/04/2014.

### 3.5.3.4. Vertiente de valle glacial (Gf4)

Se distribuyen por todo el sector occidental de la zona de estudio del cantón Ambato, localizándose mayoritariamente en el contexto *Paisajes glaciares* y una pequeña superficie de 14 ha, situada en el extremo norte, junto al Cerro Yanamatzi, en el contexto *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*.

Se desarrollan principalmente sobre la secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos de la Formación Pisayambo y en menor medida sobre los piroclastos de la Formación Volcánicos Igualata.

Presenta pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70%) y desniveles relativos importantes, comprendidos mayoritariamente entre 100 y más de 300 metros. Las vertientes son principalmente de longitud muy larga (más de 500 metros) y presentan formas cóncavas o rectilíneas.



**Foto 12.** Vertiente de valle glaciar. Sector loma Parcha Cocha. 05/06/2014.

#### 3.5.3.5. Valle glaciar colgado (Gf5)

Esta geoforma se distribuye por el sector occidental del cantón, mayoritariamente sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares* y una pequeña porción, en torno al 1% del total, situada en el sector meridional, aproximadamente a 5 km del Volcán Carihuairazo, que pertenece al contexto *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*.

En estos valles de origen glaciar, 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, como sucede por ejemplo en las unidades geomorfológicas situadas en las Quebradas Pailococha y Chagnasacha, que han quedado colgadas con respecto al río Calamaca.

Litológicamente compuestos por depósitos glaciares, presentan pendientes de suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%) y formas de valle principalmente en U y planas en menor medida.

#### 3.5.3.6. Horn (Gf6)

Situada en el extremo norte del cantón, representando las zonas más elevadas y escarpadas de los relieves Cerro Condor Amana y Cuchilla de Laygua Pungu. Se conforman en algunos casos como resultado de la coalescencia de dos o más circos glaciares, como es el caso del horn situado al sur del Cerro Condor Amana.

Se desarrolla sobre los materiales de la Formación Pisayambo y presenta pendientes fuertes, desniveles relativos comprendidos entre 100 y más de 300 metros y longitudes de vertiente de largas a muy largas (de 250 a más de 500 metros) con formas cóncavas o mixtas.

#### 3.5.3.7. Laguna glaciár (Gf8)

Se distribuyen en el sector occidental, asociadas en muchos casos a circos y cubetas glaciares. Se desarrollan en el contexto *Paisajes glaciares* y presentan pendientes planas. Algunos ejemplos de lagunas glaciares son la laguna Chilingue, la laguna Chilibu o la laguna Siquibulu.

#### 3.5.3.8. Morrena de fondo (Gd1)

Se localizan en el extremo norte del cantón y en el extremo sur de la zona de estudio del cantón, ocupando una pequeña superficie de aproximadamente 20 ha y desarrollándose en los contextos *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas* y *Paisajes glaciares*.

Compuestas por depósitos glaciares provenientes de la Formación Pisayambo en el extremo norte y de la Formación Lavas del Carihuairazo en el extremo meridional. La unidad ubicada en el extremo sur de la zona de estudio se ha desarrollado en la cabecera de la Quebrada Terremoto, mientras que la geoforma situada en el extremo septentrional se desarrolla en la cabecera del río Yanacocha.

Presentan una pendiente media (de 12 a 25%), un desnivel relativo comprendido entre 5 y 15 metros y una longitud de vertiente corta (de 15 a 50 metros).

#### 3.5.3.9. Morrena lateral (Gd2)

Esta geoforma ocupa una superficie muy pequeña dentro del cantón, aproximadamente 1 ha, ya que el resto de la geoforma pertenece al cantón Salcedo. Se ubica en el extremo norte del cantón Ambato, sobre el contexto morfológico *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*, y aunque esta geoforma es de origen glaciár, se ha desarrollado sobre litologías volcánicas. En este caso está constituida por depósitos glaciares generados sobre la Formación Volcánicos Igualata.

Presenta pendiente media (de 12 a 25%), desnivel relativo comprendido entre 5 y 15 metros y su forma de vertiente es cóncava, la cual tiene una longitud corta (de 15 a 50 metros).

#### 3.5.3.10. Morrena frontal, arco morrénico (Gd3)

Aparecen en el extremo sur de la zona de estudio dentro del cantón, al noroeste del cerro Padre Rumi y sobre el contexto morfológico *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*.

Como las demás morrenas, están compuestas por depósitos glaciares que en este caso marcan el límite del avance máximo del frente de hielo glaciario. Presenta pendientes de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 50 y 200 metros y longitudes de vertiente largas (de 250 a 500 metros) con formas cóncavas.

#### 3.5.3.11. Morrenas (Gd4)

Esta unidad se sitúa en el sector norte del cantón en torno al cerro Yanamatzi y en el sector meridional de la zona de estudio del mismo, al sur de la localidad de Pilahuín desarrollándose mayoritariamente sobre el contexto morfológico *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*. También queda representada una pequeña superficie de apenas 7 ha, en la que la geoforma se desarrolla sobre *Paisajes glaciares*.

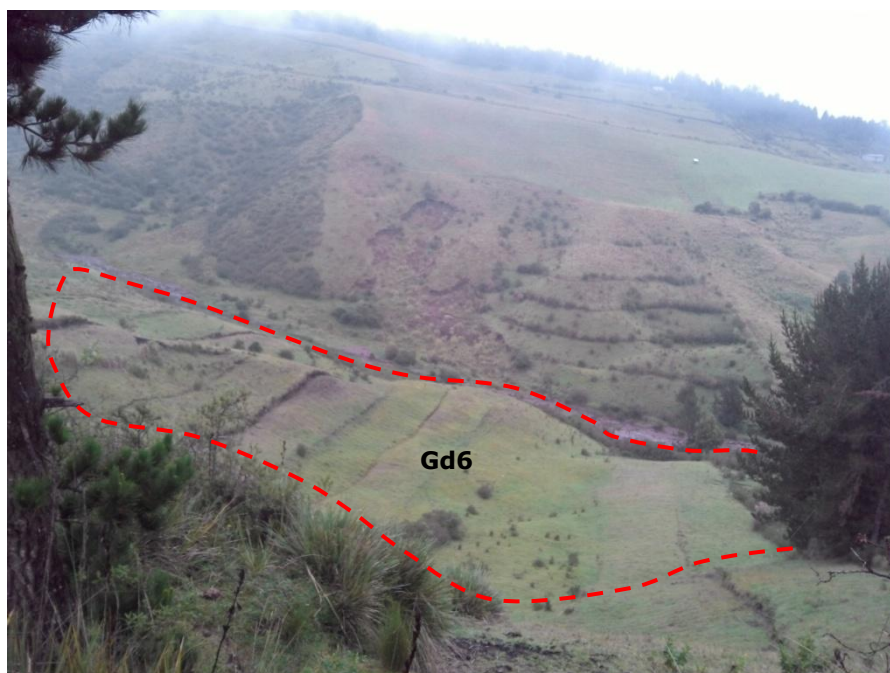
Presenta la misma litología que las geoformas anteriores (depósitos de till, pobremente clasificados con ausencia de estratificación interna) y sus características muestran unas pendientes muy variables, que van de planas hasta fuertes y unos desniveles relativos también muy variables que se explican por la diferencia de potencia de estos depósitos glaciares. Asimismo se explica la gran variabilidad de longitudes de vertiente, desde muy cortas hasta muy largas (de menos de 15 hasta más de 500 metros) y presentan múltiples formas de vertiente (mixta, convexa, cóncava, etc).

#### 3.5.3.12. Depósito glaciario modelado por acción fluvial (Gd6)

Se reparte por el sector central y occidental del cantón, situándose en tres contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*; ii) *Paisajes glaciares*; y iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcánico-sedimentarios y piroclásticos*.

Representan antiguos depósitos glaciares que han sido disectados y modelados por la acción fluvial, posterior al modelado glaciario, llegando a descender hasta una altitud de 3.030 msnm, mientras que todas las formas puramente morrénicas no descienden más allá de los 3.400 msnm.

Están compuestos por bloques heterométricos y gravas, empastados en matriz de grano fino y ocasionalmente por depósitos glaciares de till. Presentan pendientes de suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%) y formas de valle en V, en U o planas.



**Foto 13.** Depósito glacial modelado por la acción fluvial. Sector loma Llugchig.  
04/06/2014.

#### 3.5.3.13. Nicho de nivación (Gp1)

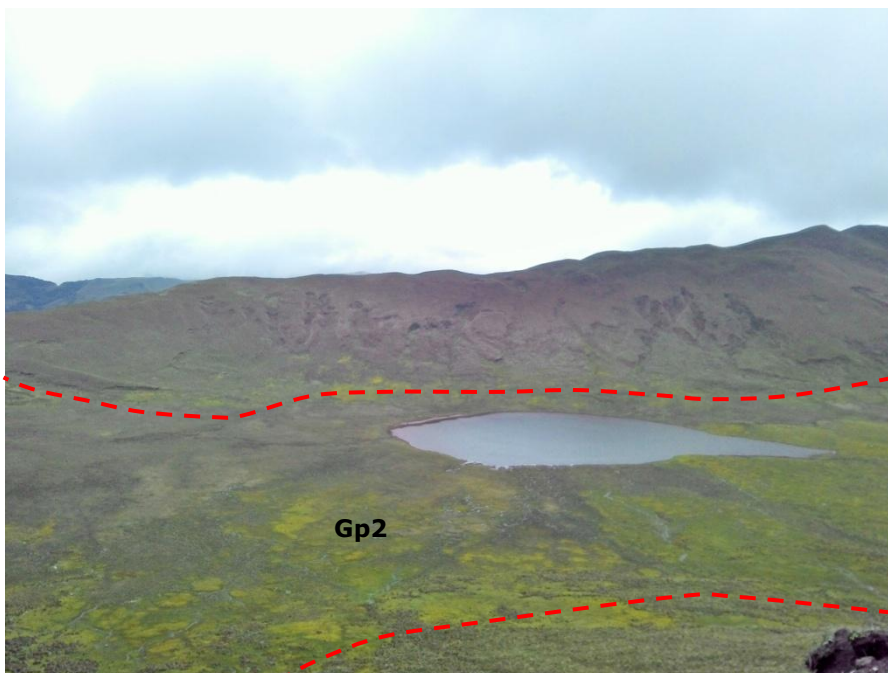
Esta geoforma de apenas 5 ha se localiza en el sector suroriental de la zona de estudio dentro del cantón, en la vertiente norte de la loma Gavilán Rumí. Se desarrolla sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Suponen la fase inicial de los circos glaciares, en donde se desarrollaría una zona de acumulación de nieve que posteriormente si las condiciones climáticas lo hubieran permitido se comenzaría a formar una masa de hielo. Se desarrolla sobre la secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos de la Formación Pisayambo. Presenta pendientes medias, desniveles relativos comprendidos entre 5 y 15 metros y longitudes de vertiente moderadamente largas con formas cóncavas.

#### 3.5.3.14. Hondonadas pantanosas de origen glacial-periglacial (Gp2)

Se distribuye por todo el sector occidental, sobre los contextos morfológicos *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas y Paisajes glaciares*.

Litológicamente compuestos por depósitos superficiales indiferenciados, presentan pendientes muy suaves o suaves (de 2 a 12%), representando zonas de drenaje endorreico, con suelos tipo almohadilla producto de los ciclos de hielo-deshielo. Destacan las hondonadas formadas en la cabecera de la Quebrada Yatzapuza Chico y las desarrolladas en el entorno de la laguna Tingo, tal como se aprecia en la Foto 14.



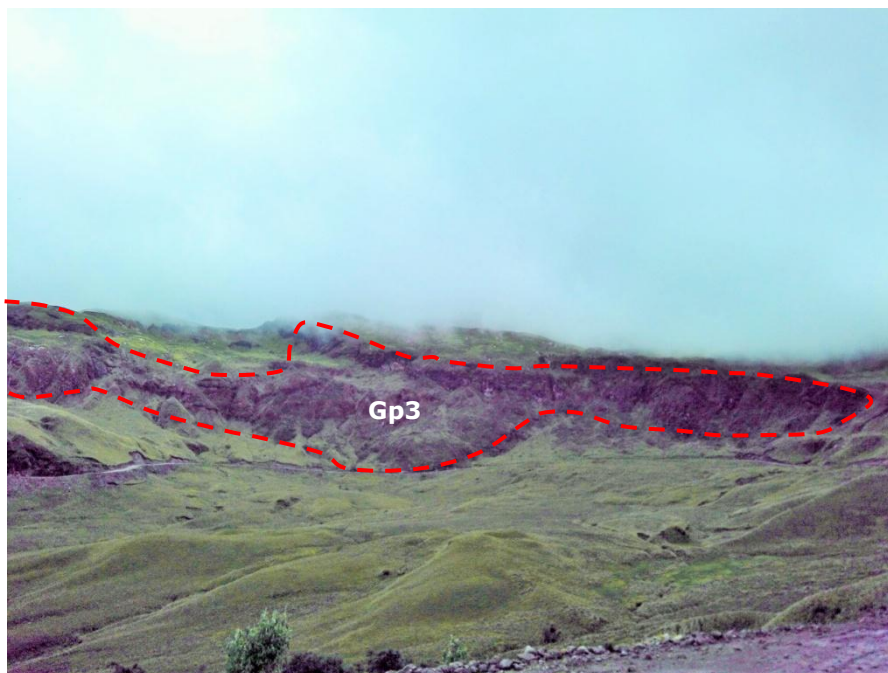
**Foto 14.** Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial. Sector Laguna Tingo. 11/04/2014.

#### 3.5.3.15. Afloramientos rocosos en ambiente periglacial (Gp3)

Situados al igual que la anterior geofoma en el sector occidental del cantón, sobre los mismos contextos morfológicos: *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas y Paisajes glaciares.*

Este tipo de afloramientos se encuentran sobre las lavas andesíticas y piroclastos de la Formación Pisayambo y en menor medida sobre los piroclastos de la Formación Volcánicos Igualata.

Presentan pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos muy variables (de 25 a más de 300 metros) y longitudes de vertiente superiores a 50 metros con formas mayoritariamente cóncavas.



**Foto 15.** Afloramientos rocosos en ambiente periglacial. Sector Cuchilla de Laygua Pungu. 11/04/2014.

#### 3.5.3.16. Rocas en crestas y cuchillas (Gp4)

Esta geoforma se localiza en el sector septentrional del cantón Ambato, en las zonas culminantes del Cerro Rumitangán. Está rodeada por vertientes de valle glaciar y fondos de valle glaciar hacia el sur y por afloramientos rocosos en ambiente periglacial hacia el norte, desarrollándose sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Su litología la componen lavas y piroclastos de la Formación Pisayambo, presentando pendientes que varían de medias a fuertes (de 25 a 40%), desniveles relativos comprendidos entre 15-25 metros y vertientes con longitudes moderadamente largas y formas cóncavas.

#### 3.5.4. Volcánico

##### 3.5.4.1. Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar (Vci1)

Esta geoforma se distribuye por el extremo sur de la zona de estudio definida para el cantón, formando parte del cono del volcán Carihuairazo. Pertenece al contexto morfológico *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*.

Presenta numerosas formas glaciares intercaladas o superpuestas a los flancos del volcán, tales como morrenas, fondo de valle glaciar y depósito glaciar modelado por acción fluvial. Litológicamente está constituido por Lavas del Carihuairazo y presenta pendientes principalmente fuertes, desniveles relativos comprendidos entre 50 y más de 300 metros y longitud de vertiente de larga a muy larga (de 250 hasta más de 500 metros) con formas cóncavas o rectilíneas.

#### 3.5.4.2. Cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciario (Vci2)

La unidad se localiza en el flanco sur del Cerro Saguatoa, situado al noroeste de la ciudad de Ambato, sobre el contexto morfológico *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*.

Se desarrolla sobre los piroclastos con presencia local de andesitas de la Formación Volcánicos Igualata y presenta pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 50 y más de 300 metros y longitudes de vertiente que oscilan desde los 50 metros aunque mayoritariamente son superiores a 500 metros y presentan formas cóncavas.



**Fotos 16 y 17.** Cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciario. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Fm. Volcánicos Igualata, piroclastos con presencia local de andesitas. Sector loma Curiquingue (Cerro Saguatoa). 04/06/2014.

#### 3.5.4.3. Caldera (Vc2)

Se localizan en la parte superior del Volcán Saguatoa y de la loma Polarrumi, en el extremo septentrional del cantón Ambato, sobre el contexto morfológico *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*. Presentan una forma semicircular y se encuentran parcialmente desmanteladas, con la abertura orientada al norte.

La litología está constituida por la Formación Volcánicos Igualata y las pendientes varían de medias a fuertes (de 25 a 40%), los desniveles relativos comprendidos entre 50 y 100 metros y las vertientes tienen una longitud moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con formas mixtas o cóncavas.

#### 3.5.4.4. Rampas de piedemonte de cono volcánico (Vc8)

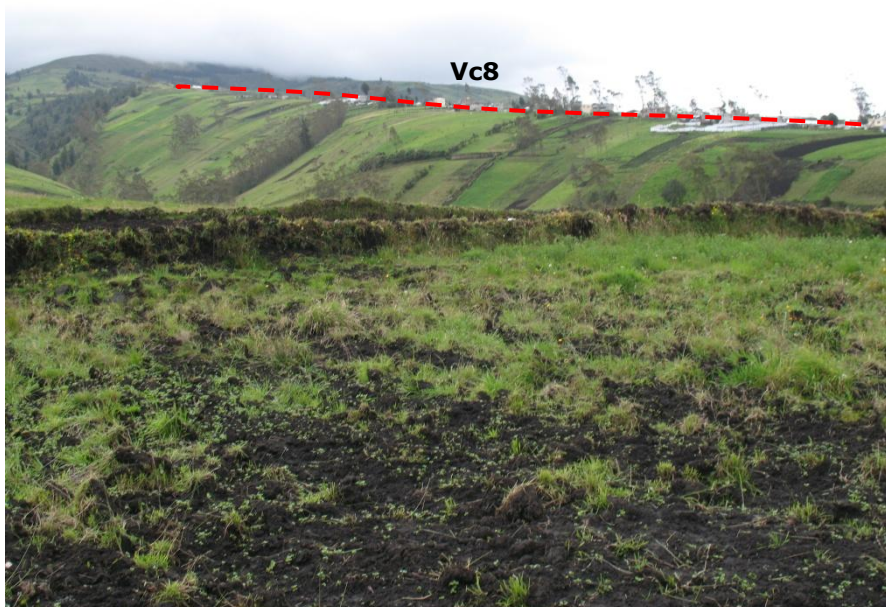
Ocupan una importante superficie dentro del cantón Ambato, con 169 km<sup>2</sup>, no estando representadas en el sector occidental del mismo. Se desarrollan sobre el contexto morfológico *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas* y una

pequeña parte de apenas 50 ha en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Estas rampas se encuentran recubiertas mayoritariamente por cenizas volcánicas andesíticas con lapilli y otros fragmentos piroclásticos pertenecientes a la Fm. Cangahua. En menor medida también se desarrollan sobre los piroclastos de la Fm. Volcánicos Igualata y sobre las andesitas piroxénicas y flujos de lava de la Fm. Volcánicos Chimborazo

Las rampas de piedemonte volcánico situadas en el sector meridional del cantón se han desarrollado al pie del cono del Carihuairazo y en menor medida del Chimborazo, mientras que las unidades presentes en la zona norte del cantón se han formado al pie del edificio volcánico del Saguatoa. En el caso del Volcán Saguatoa, la Formación Volcánicos Igualata se encuentra más cercana al cono y la Formación Cangahua ocupa las zonas más distales a dicho cono.

Presentan unas pendientes de suaves a medias (de 2 a 25%). Los desniveles relativos son muy variables, con predominio de los comprendidos entre 100 y 200 metros y los superiores a 300 metros, y las vertientes tienen longitudes mayoritariamente muy largas (más de 500 metros) con formas rectilíneas o cóncavas.



**Foto 18.** Rampas de piedemonte de cono volcánico (Volcán Saguatoa). Sector norte de Quizapincha. 04/06/2014.

#### 3.5.4.5. Llanura de depósitos volcánicos (Vc13)

Situadas al pie de la geoforma anterior, en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*, se han identificado en el sector oriental del cantón, al este de la ciudad de Ambato y disectadas por el río Ambato y por las Quebradas Picagua y Terremoto. También se localizan al noreste de

la ciudad de Ambato, sobre las localidades de Izamba y San Miguel Arcangel, al pie de la loma Chasinata.

Desarrolladas sobre las cenizas volcánicas de la Fm. Cangahua, presentan pendientes de muy suaves a suaves y formas de valle planas.

#### 3.5.4.6. Vertiente de llanura de depósitos volcánicos (Vc14)

Situadas en el sector oriental, al este de la ciudad de Ambato, representan el escalón morfológico que puede aparecer en la unidad anterior (Vc13). Se localizan en el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y se han desarrollado sobre la Fm. Cangahua.

Las pendientes varían de medias hasta fuertes (de 12 a 70%), los desniveles relativos están comprendidos entre 25 y 200 metros y las longitudes de vertiente son moderadamente largas a largas (de 50 hasta 500 metros) con formas rectilíneas o mixtas.

#### 3.5.4.7. Planicie arenosa de origen lahárico (Vc15)

Esta geoforma se localiza en el extremo nororiental del cantón, al pie de la loma Yatshaguana, justo al oeste de la localidad de Cunchibamba. Se desarrolla sobre el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Compuesta por depósitos volcano-sedimentarios de granulometría variable provenientes del Volcán Saguatoa, presenta pendientes planas comprendidas entre 0 y 2% y formas de valle igualmente planas.

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

Se sitúa en los sectores occidental y nororiental del cantón, sobre los contextos morfológicos *Paisajes glaciares* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Está compuesta por lavas andesíticas basálticas y piroclastos de la Fm. Pisayambo que se corresponden espacialmente con el contexto morfológico *Paisajes glaciares* y en menor medida por aglomerados tobáceos, con pumita y material piroclástico diverso de la Fm. Latacunga, situados sobre el contexto *Relieves de fondo*. También se desarrolla minoritariamente sobre las cenizas volcánicas de la Fm. Cangahua.

Presenta pendientes de suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%), desniveles relativos comprendidos entre 15 y 25 metros y longitudes de vertiente cortas hasta largas (de 15 a 500 metros), con formas cóncavas o convexas.



**Foto 19.** Relieve volcánico colinado bajo. Sector Pampas de Auxilio. 05/06/2014.

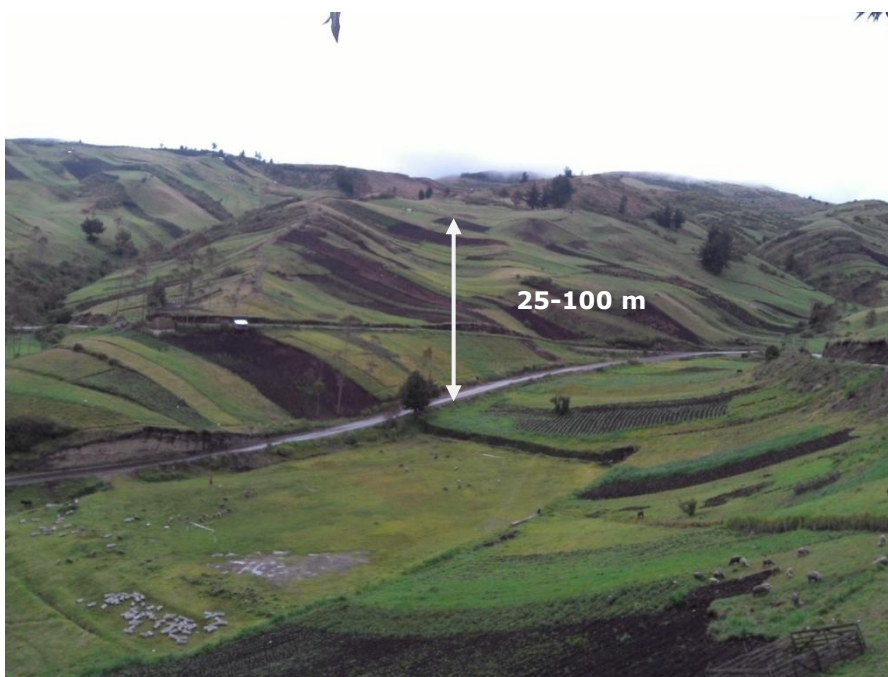
#### 3.5.4.9. Relieve volcánico colinado medio (Rv9)

Se localiza en los sectores occidental, central y oriental del cantón Ambato, sobre los contextos morfológicos *Paisajes glaciares* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

En el contexto *Paisajes glaciares* se desarrollan sobre las formaciones Pisayambo y Cangahua, mientras que en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas*, lo hacen sobre las formaciones Latacunga y Cangahua.

Sus pendientes varían desde suaves hasta fuertes (de 5 a 70%) y sus desniveles relativos están comprendidos entre 25 y 100 metros. Las longitudes de vertiente varían de moderadamente largas hasta muy largas (de 50 a más de 500 metros) y tienen formas variadas (mixta, irregular, convexa, etc.).

Las formas de cima en el contexto *Paisajes glaciares* son agudas mientras que en *Relieves de fondo de cuencas interandinas* son redondeadas o planas. Las formas de valle son en V o en U.



**Foto 20.** Relieve volcánico colinado medio. Sector noroeste de localidad de Quizapincha. 04/06/2014.

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

Esta unidad geomorfológica se localiza en el sector central del cantón, al oeste y al sur de la localidad de Quizapincha, sobre los contextos morfológicos *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y *Medio aluvial de Sierra*.

En el contexto *Medio aluvial de Sierra* se desarrolla sobre las formaciones Latacunga y Cangahua, mientras que en *Relieves de fondo de cuencas interandinas* se desarrolla sobre Volcánicos Igualata.

Se caracteriza por presentar pendientes de medias a fuertes hasta muy fuertes (de 25 a 100%), cimas redondeadas y vertientes con formas mixtas, irregulares o convexas y con longitudes que varían entre 250 y 500 metros. Los desniveles relativos están comprendidos entre 100 y 200 metros.



**Foto 21.** Relieve volcánico colinado alto. Sector loma Mobato. 04/06/2014.

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

Se localiza en el sector nororiental del cantón, en torno al Cerro Unamuncho, junto a la localidad de San José de Unamuncho. Se desarrolla sobre el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Formado por los piroclastos de la Fm. Volcánicos Igualata, presenta pendientes suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%), desniveles relativos comprendidos entre 200 y 300 metros y longitudes de vertiente muy largas (más de 500 metros) con formas mixtas. Las formas de cima son agudas.

#### 3.5.4.12. Superficie volcánica ondulada (RvSo)

Esta geoforma se ubica en el extremo nororiental del cantón, sobre las poblaciones de San José de Unamuncho y Cunchibamba. Se localiza sobre el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Se desarrolla sobre los aglomerados tobáceos con pumita de la Formación Latacunga y sobre las cenizas volcánicas de la Formación Cangahua, presentando pendientes muy suaves.

### 3.5.5. Estructural

#### 3.5.5.1. Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre cangahua (Ev3)

Se localiza en el sector nororiental, al sur de la localidad de San José de Unamuncho, ocupando una pequeña superficie de 16 ha. Se desarrolla en el contexto *Relieves de*

*fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y está constituida por la Formación Cangahua, presentando pendientes suaves (de 5 a 12%).

### 3.5.6. Tectónico-erosivo

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

Estos relieves se sitúan en el sector nororiental del cantón, al oeste de la localidad de San José de Unamuncho, ocupando una pequeña superficie de aproximadamente 19 ha. Se desarrolla sobre el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

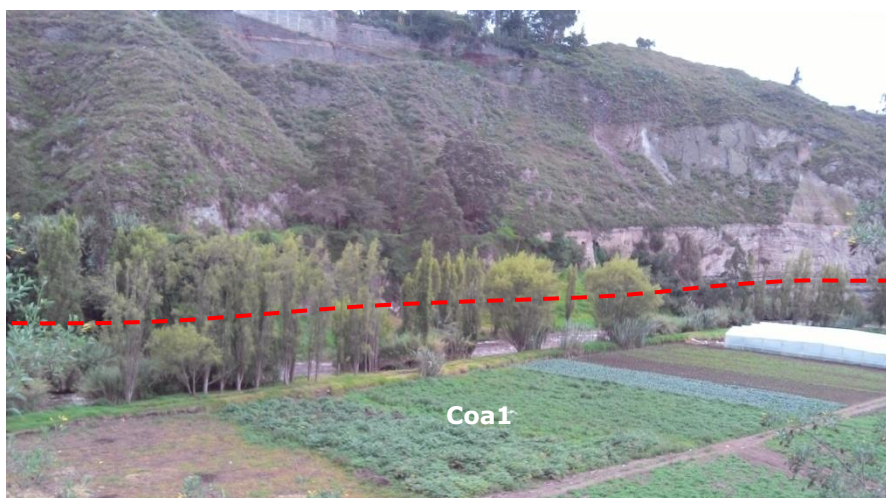
Desarrollada sobre arenas, limos, arcillas y conglomerados con material laharítico, presenta un desnivel relativo comprendido entre 25 y 50 metros, pendientes medias (de 12 a 25%), cimas redondeadas y longitudes de vertiente moderadamente largas (de 50 a 250 metros) con formas cóncavas.

### 3.5.7. Poligénicas

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

Esta geoforma se sitúa en el sector central y oriental del cantón, ocupando el fondo del valle de los ríos Ambato, Pachanlica y Cutuchi. Se localiza en tres contextos morfológicos definidos en el cantón Ambato: i) *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*; ii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*; y iii) *Medio aluvial de Sierra*.

Son depósitos de transición entre las laderas y los valles, correspondiendo su litología a limo-arcillas, arenas, gravas y bloques. Presenta pendientes de suaves hasta fuertes (de 5 a 70%) aunque mayoritariamente comprendidas entre 12 y 25%. Las formas de valle son principalmente planas, como se aprecia en la Foto 22.



**Foto 22.** Coluvio-aluvial reciente. Sector La Península, ciudad de Ambato.  
05/06/2014.

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

Esta geoforma se sitúa en el sector central y oriental del cantón, además de en una pequeña zona del sector occidental. Se localiza en todos los contextos morfológicos definidos para el cantón.

De características muy similares a las de la anterior geoforma, se les considera antiguos a los que presentan un cierto grado de disección y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada. Constituida por depósitos coluvio-aluviales, que en la ficha seleccionada contienen un 30% de arcilla, 30% de grava, 20% de bloques redondeados y 20% de bloques angulares. Presentan pendientes de suaves hasta fuertes (de 5 a 70%) y formas de valle planas, en U o en V.



**Fotos 23 y 24.** Coluvio-aluvial antiguo. Vista general (izquierda) y detalle del depósito superficial. Depósitos coluvio aluviales. Sector río Colorado a su paso por los Páramos de Puenebato. 05/06/2014.

### 3.5.7.3. Superficie horizontal (Sh2)

Esta geoforma se ubica en el sector central, al oeste de la localidad de Tilivi Grande y en el sector nororiental, al oeste de la localidad de San Miguel Arcángel y al sur de la localidad de San José de Unamuncho. Forma parte de los contextos morfológicos *Paisajes glaciares* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Se trata de una superficie plana o ligeramente ondulada, de difícil adscripción genética, que presenta pendientes muy suaves (de 2 a 5%).

En el contexto *Paisajes glaciares* se desarrolla sobre la Fm. Pisayambo, mientras que en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas* lo hace sobre las formaciones Latacunga y Cangahua.

#### 3.5.7.4. Superficie inclinada (Si2)

La unidad se ha identificado en el sector oriental, septentrional y central del cantón Ambato. Se enmarca en tres contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*; ii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*; y iii) *Medio aluvial de Sierra*.

Representan superficies de perfil longitudinal rectilíneo y cierta inclinación, de origen incierto o de difícil adscripción genética. Se utiliza mayoritariamente para indicar una superficie de menor pendiente dentro de una ladera, a modo de hombrera inclinada.

Se desarrolla sobre los piroclastos de la Fm. Volcánicos Igualata y sobre las Fm. Latacunga y Cangahua. Presenta pendientes de suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%), desniveles relativos muy variables, comprendidos entre 5 y 200 metros y longitudes de vertiente superiores a 50 metros con múltiples formas (convexa, irregular, mixta, etc.).



**Foto 25.** Superficie inclinada. Sector San Vicente de Culapachan. 04/06/2014.

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

Similar a la anterior geoforma, pero con un grado de incisión de moderado a fuerte en las formas de drenaje que aparecen en ella. Se localiza en el sector nororiental del cantón, al norte de la localidad de San Miguel Arcángel. Su extensión es reducida, de apenas 28 ha y se desarrolla sobre el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Litológicamente está constituida por los aglomerados tobáceos con pumita y material piroclástico diverso de la Fm. Latacunga. Presenta pendientes medias (de 12 a 25%) y desniveles relativos a las incisiones, comprendidos entre 15 y 25 metros. Las longitudes de vertiente son moderadamente largas (de 50 a 250 metros) con formas convexas.

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

Representan el abrupto de las superficies inclinadas anteriormente descritas, localizándose en el sector oriental y nororiental del cantón, sobre el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* principalmente.

Constituidas sobre las formaciones. Latacunga y Cangahua, se caracterizan por presentar pendientes de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 15 y 100 metros y vertientes rectilíneas o convexas de longitud moderadamente larga (de 50 a 250 metros).

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

Esta unidad geomorfológica se presenta en el sector central del cantón, al oeste de la localidad de Quizapincha, sobre el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Se desarrollan sobre las cenizas volcánicas de la Fm. Cangahua, una litología poco competente que favorece la aparición de estas divisorias redondeadas. Presenta pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70%).

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

Esta geoforma se reparte por diferentes zonas de la mitad occidental y septentrional del cantón Ambato, encuadrándose en los contextos morfológicos *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas y Paisajes glaciares*.

Se desarrollan sobre las Fm. Pisayambo y Volcánicos Igualata, litologías de considerable resistencia a la erosión, que facilitan la aparición de estos interfluvios estrechos. Presentan pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70%).

### 3.5.7.9. Afloramientos rocosos (Sdv3)

Se localizan en el sector central del cantón, cerca de la confluencia de los ríos Ambato y San Jerónimo, al norte de la localidad de Chaqui Estancia. También se han identificado en el extremo norte, en la loma Polarrumi. Se desarrollan sobre los contextos morfológicos *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas y Paisajes glaciares*.

Constituidos por lavas andesíticas y piroclastos de la Fm. Pisayambo y por piroclastos de la Fm. Volcánicos Igualata. Presentan pendientes medias (de 12 a 25%) o fuertes (de 40 a 70%) y desniveles relativos comprendidos entre 100 y 200 metros.

Las vertientes son moderadamente largas en el contexto *Construcciones de tipo estratovolcán* y muy largas (más de 500 metros) en el contexto *Paisajes glaciares*, siendo las formas cóncavas en ambos contextos.

#### IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Ambato tiene 1.020 km<sup>2</sup> aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 794 km<sup>2</sup> ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Reserva de Producción de Fauna Chimborazo). Está situado en la región Sierra y presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 2.230 metros hasta un máximo de 4.500 metros.

En el cantón Ambato se pueden diferenciar cuatro dominios fisiográficos.

1. **Sistema volcánico.** Representa un 38,5% del área estudiada en el cantón, unos 305 km<sup>2</sup>, siendo el dominio con mayor extensión en el cantón. Este dominio fisiográfico se desarrolla principalmente sobre las litologías volcánicas de la Formación Pisayambo. En el territorio estudiado del cantón, presenta un solo contexto morfológico, denominado *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*.

Las geoformas más abundantes en dicho contexto son las relacionadas con el modelado volcánico, especialmente las rampas de piedemonte de cono volcánico y los conos sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar. Las geoformas fluviales están representadas por barrancos y las glaciares y periglaciares por diferentes tipos de morrenas. Dentro del grupo genético laderas, las vertientes rectilíneas son las más representativas y se han identificado asimismo diferentes geoformas poligénicas entre las que destacan los coluvio-aluviales antiguos.

2. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Representa el segundo dominio en extensión dentro del territorio estudiado, con aproximadamente 284 km<sup>2</sup>. Contiene un solo contexto morfológico denominado *Paisajes glaciares*.

Se han podido identificar algunas geoformas, la mayoría pertenecientes al grupo genético glaciar y periglaciar, siendo las que presentan una mayor extensión las vertientes de valle glaciar, afloramientos rocosos en ambiente periglaciar y los fondos de valle glaciar. Dentro del grupo genético laderas se identificaron vertientes de diferentes tipos con depósitos asociados a las mismas. En lo que se refiere a la génesis fluvial, aparecen formas de incisión como barrancos y valles en V y también superficies de cono de esparcimiento y de deyección. Las formas poligénicas están representadas mayoritariamente por interfluvios de cimas estrechas en las partes altas y por coluvio-aluviales en el fondo de los valles.

3. **Relieves de fondo de cuencas interandinas.** Con 131,5 km<sup>2</sup>, ocupa cerca de un 17% del territorio objeto de estudio. Se corresponde con el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*. La génesis con mayor representación es la volcánica, ya que se han depositado en este dominio los materiales volcánicos del Volcán Chimborazo, destacando las llanuras de depósitos volcánicos situadas al este de la ciudad de Ambato. Dentro del grupo genético laderas se

cartografiaron vertientes mayoritariamente rectilíneas. En este dominio aparece la única geoforma de carácter estructural existente en toda la zona de estudio del cantón: superficies de planas a ligeramente onduladas sobre cangahua.

4. **Medio aluvial de Sierra.** Con una extensión de aproximadamente 73 km<sup>2</sup>, este dominio es el de menor extensión dentro de la zona de estudio en el cantón Ambato. La mayoría de sus geoformas son de génesis fluvial y, en el cantón, aparecen asociadas a los sistemas fluviales de los ríos Ambato, Cutuchi y Pachanlica. Se identificaron numerosos tipos de terrazas, así como encañonamientos, barrancos, valles fluviales-llanuras de inundación, valles en V y terrazas bajas y cauces actuales. También se identificaron geoformas de génesis laderas como diferentes tipos de vertientes con depósitos asociados a las mismas. Por último dentro del grupo genético poligénicas se han representado coluvio-aluviales y superficies inclinadas.

Una de las particularidades del cantón Ambato es la combinación en muchos sectores de dos tipos de grupos genéticos: glacial-periglacial y volcánico. Debido a la combinación de la naturaleza volcánica de la mayoría de las litologías presentes en el cantón y a la gran altitud existente en todo el sector occidental del mismo, en muchas ocasiones se pueden encontrar superpuestas las geoformas volcánicas con las glaciares-periglaciares.

Las cimas frías de la cordillera occidental, que ocupa toda la mitad occidental del cantón, estuvieron recubiertas por el hielo glacial durante grandes periodos de tiempo en el Holoceno, quedando por tanto protegidas de las emisiones de cenizas de los volcanes que rodean el cantón Ambato: Chimborazo-Carihuairazo y Saguatoa-Pilisurco. Entre hace aproximadamente 14.000 y 10.000 años, la mayor parte de las masas de hielo que ocupaban estas cimas frías fue desapareciendo y por tanto a partir de ese periodo la cobertura de cenizas es generalizada sobre los relieves del occidente del cantón.

Desde el punto de vista de la dinámica fluvial, el cantón está atravesado de oeste a este por el río Ambato, que se ha encajado en las rampas de piedemonte de cono volcánico que bordean los conos del Carihuairazo-Chimborazo y más hacia el oriente del Saguatoa. El límite oriental del cantón está definido por el río Pachanlica que aguas abajo se convierte en el río Cutuchi. Cabe destacar el cambio de drenaje asociado al cambio de contexto morfológico observado en el río Ambato. Una vez que el río desciende en altitud, abandonando los contextos *Paisajes glaciares* y *Construcciones de tipo estratovolcán* y adentrándose en el contexto *Medio aluvial de Sierra*, pasa de presentar formas subdendríticas o pinnadas a formas meándricas.

Por último señalar que la ciudad de Ambato se asienta sobre llanuras de depósitos volcánicos, litológicamente constituidos por cenizas volcánicas de la Fm. Cangahua, que han sido incididas por la acción fluvial del río Ambato y que a su vez ha dejado terrazas altas y colgadas.

## V. BIBLIOGRAFÍA

### 5.1. Referencias generales

Clapperton, C.M., 1993. Quaternary Geology and Geomorphology of South America. *Elsevier*. Amsterdam, 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 5.2. Bibliografía citada

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

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

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-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1978. Hoja Geológica: Ambato (Hoja 68), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1976. Hoja Geológica: Chimborazo (Hoja 69), 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.

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



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

CGg-ÑIV_A1-51-0179	CGg-ÑIV_C1-51-0310	CGg-ÑIV_A4-55-0140
CGg-ÑIV_A1-51-0181	CGg-ÑIV_C1-51-0311	CGg-ÑIV_A4-55-0142
CGg-ÑIV_A1-51-0182	CGg-ÑIV_C1-51-0315	CGg-ÑIV_A4-55-0143
CGg-ÑIV_A3-51-0198	CGg-ÑIV_C2-56-0021	CGg-ÑIV_A4-55-0144
CGg-ÑIV_A3-51-0238	CGg-ÑIV_A2-52-0144	CGg-ÑIV_A4-55-0145
CGg-ÑIV_A3-51-0242	CGg-ÑIV_A4-52-0145	CGg-ÑIV_A4-55-0146
CGg-ÑIV_A3-51-0243	CGg-ÑIV_A2-52-0146	CGg-ÑIV_A4-55-0147
CGg-ÑIV_A3-51-0250	CGg-ÑIV_A2-52-0148	CGg-ÑIV_A4-55-0149
CGg-ÑIV_A3-51-0251	CGg-ÑIV_A2-52-0149	CGg-ÑIV_A4-55-0150
CGg-ÑIV_A3-51-0252	CGg-ÑIV_A2-52-0170	CGg-ÑIV_A4-55-0151
CGg-ÑIV_A3-51-0263	CGg-ÑIV_A4-55-0112	CGg-ÑIV_A4-55-0156
CGg-ÑIV_A3-51-0264	CGg-ÑIV_A4-55-0118	CGg-ÑIV_A4-55-0184
CGg-ÑIV_A3-51-0265	CGg-ÑIV_A4-55-0120	CGg-ÑIV_A4-55-0192
CGg-ÑIV_A3-51-0266	CGg-ÑIV_A4-55-0122	CGg-ÑIV_A4-55-0193
CGg-ÑIV_A3-51-0304	CGg-ÑIV_A4-55-0124	CGg-ÑIV_A4-55-0195
CGg-ÑIV_A3-51-0312	CGg-ÑIV_A4-55-0125	CGg-ÑIV_A4-55-0197
CGg-ÑIV_A3-51-0313	CGg-ÑIV_A4-55-0128	CGg-ÑIV_A4-55-0198
CGg-ÑIV_A3-51-0314	CGg-ÑIV_A4-55-0129	CGg-ÑIV_A4-55-0206
CGg-ÑIV_C1-51-0307	CGg-ÑIV_A4-55-0130	CGg-ÑIV_A4-55-0210
CGg-ÑIV_C1-51-0308	CGg-ÑIV_A4-55-0136	CGg-ÑIV_A4-55-0235
CGg-ÑIV_C1-51-0309	CGg-ÑIV_A4-55-0137	CGg-ÑIV_A2-52-0315



### 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 cimaras. Está caracterizado por la presencia de crestas o aristas agudas en su interior.

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

## -K-

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

## -L-

**LAGUNA COLMATADA:** depósito de antigua laguna.

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

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

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

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

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

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

## -M-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## -N-

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

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

**NIVEL LIGERAMENTE ONDULADO:** planicie ondulada, característica de la llanura aluvial reciente e inundable de la región Costa.

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

**NIVEL PLANO:** planicie característica de la llanura aluvial reciente e inundable de la región Costa.

**NIVELES ESTRUCTURALES SOBRE LAVAS ENDURECIDAS:** superficies proporcionadas por materiales volcánicos resistentes a la erosión, normalmente de carácter lávico, aunque también las pueden proporcionar otros materiales volcánicos cementados o fuertemente consolidados.

## -P-

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

**PANTANO, DEPRESIÓN PANTANOSA:** área con drenaje deficiente, en la que el agua tiende a acumularse, en depresiones interfluviales. El término se reserva preferentemente para la región Amazonía.

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

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

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

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

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

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

## -R-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**TERRAZA MEDIA:** superficie plana de origen fluvial, que se sitúa inmediatamente por encima del nivel máximo de las aguas de un río (*valle fluvial, llanura de*

*inundación*), como resultado de la incisión del mismo. Aunque puede ser considerada en sentido estricto como una terraza baja, en este proyecto se ha utilizado esta denominación para guardar coherencia con la denominación utilizada en trabajos previos, del que este proyecto es continuación.

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

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

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

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

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

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

## -V-

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

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

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

**VALLE FLUVIAL, LLANURA DE INUNDACIÓN:** franja de terreno asociada directamente a la dinámica fluvial y constituida por depósitos aluviales. Suele

discurrir en su interior un canal fluvial y el terreno que abarca está sometido, parcial o totalmente, a inundaciones con diferentes periodos de retorno.

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

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

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

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

**VERTIENTE ABRUPTA DE DERRAMES VOLCÁNICOS TABULARES:** tipo particular de *vertiente de meseta volcánica*, de perfil rectilíneo y pendiente pronunciada, que conecta tanto las zonas altas de Sierra con modelado glaciar -y los paisajes de Páramos- con las Vertientes externas de la Cordillera así como con las Vertientes y relieves superiores de las Cuencas Interandinas, con desniveles de hasta 400 metros.

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

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

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

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

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

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

**VERTIENTE DE MESA O MESETA:** ladera sobre la que culmina una *superficie de mesa o meseta* o una *superficie de mesa o meseta disectada*. Ambas geoformas,

vertiente y superficie, están separadas por una *cornisa de mesa*, que puede ser o no mapeable.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**-Y-**

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



## ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

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

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

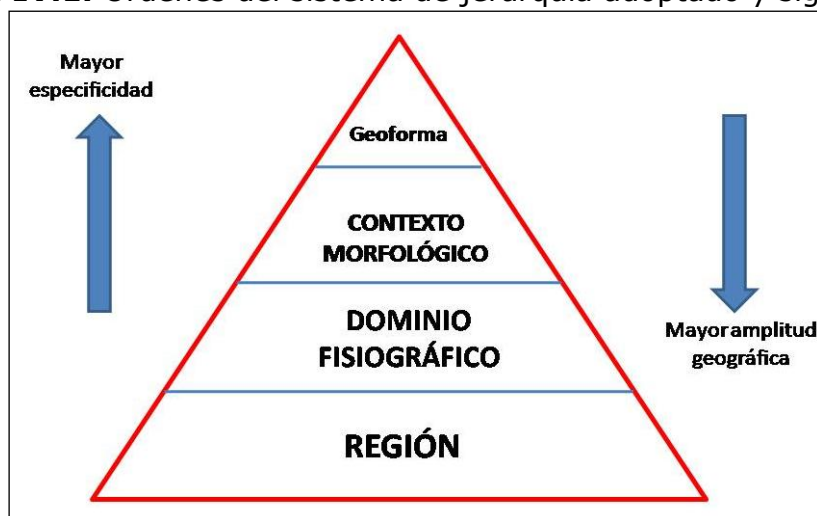
### **1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico**

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

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

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

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



Fuente: CTN

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

**Región:** Una Región, o sistema geoestructural, puede definirse como una gran unidad geomorfológica resultante de la evolución geológica y tectónica del área en que se encuadra, en la que se manifiestan características del medio físico comunes a todo el amplio territorio incluido en ella. Una Región, típicamente con una extensión del orden de  $10^4$  a  $10^5$  km<sup>2</sup>, presenta, a esa escala de análisis, particularidades del relieve condicionadas por las grandes estructuras geológicas (accidentes tectónicos y plegamientos mayores) y su evolución a lo largo del tiempo.

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

**Dominio Fisiográfico:** Unidad territorial, que agrupa uno o más Contextos Morfológicos, característica de un determinado ambiente morfoclimático (p. ej., ambiente glaciar-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>	
DOMINIO FISIOGRAFICO:VERTIENTES EXTERNAS DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL	
<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>	Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas
	Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas
	Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas
	Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales
	Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: AMAZONIA PERIANDINA</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes
	Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas
	Colinas periandinas occidentales
	Colinas periandinas orientales
<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>	Gran cono tabular de la llanura costera
	Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados
	Llanura aluvial antigua
	Superficies onduladas y transición a la llanura aluvial reciente

<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: PIEDEMONTE ANDINO OCCIDENTAL</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental
	Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: PIEDEMONTE COSTERO</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Glacis de los piedemontes costeros
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: BAJA LLANURA ALUVIAL INUNDABLE DE LA COSTA</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Llanura aluvial reciente
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL COSTERO</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Medio aluvial costero
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: CORDILLERAS COSTERAS SOBRE ROCAS VOLCÁNICAS ANTIGUAS</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Cerros testigos de la llanura aluvial reciente
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO LITORAL</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Llanura y depresión costera de Arenillas
	Formas y depósitos fluvio-marinos

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

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

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

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

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

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

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

Una Geoforma debe cumplir con los siguientes requisitos:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tectónico-erosivo	Formas sin rasgos característicos (geofomas banales), no ligadas a ningún sustrato litológico concreto, de cierta extensión y continuidad. Las geofomas incluidas en este grupo han sido modeladas por una erosión relativamente uniforme en su conjunto, generalmente sobre materiales que habían sido con anterioridad elevados tectónicamente
Poligénicas	Formas y depósitos que tienen su origen en dos o más grupos genéticos o que son de difícil adscripción a uno de ellos
Otras	Se incluyen en este grupo geofomas de definición poco precisa, difícilmente representables por sus propias características y modo de aparición o áreas de fuerte intervención antrópica que impiden reconocer la geofoma original o representarla

Fuente: CTN

### 3. Atributos geológicos: formación geológica y litología

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

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

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

En este trabajo se considera el término "formación geológica" en sentido amplio, o informal: se incluyen en esta categoría general las *formaciones geológicas*, *grupos* y "unidades" que así fueron consideradas en la cartografía geológica utilizada como referencia o insumo principal (cartografía geológica 1:100.000 o 1:250.000 proporcionada por el INIGEMM al inicio de este proyecto, en febrero de 2014).

También se incluyen bajo esta categoría diferentes tipos de *formaciones* o *depósitos superficiales*: una formación o depósito superficial es un cuerpo sedimentario, de espesor limitado, normalmente del orden de la decena de metros, que recubre el sustrato geológico, sin guardar relación geométrica con él; habitualmente están poco

o nada consolidados y/o compactados y pertenecen al Cuaternario (<1,8 millones de años). Ejemplos de formaciones superficiales son: depósitos aluviales; depósitos coluviales; depósitos glacio-lacustres. Otras formaciones superficiales pueden denominarse, incluso, con el nombre de una localidad o topónimo donde aparecen y su litología o tipo litológico dominante (por ejemplo, ceniza del Tungurahua o volcano-sedimentos del Quilotoa).

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

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

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

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

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

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

**(\*) Nota:** Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros

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

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

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

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

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

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

- Desnivel relativo
- Longitud de vertiente
- Pendiente

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

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

## 6. Atributos relacionados con el drenaje

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

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

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

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

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

<b>TIPOS DE DRENAJE</b>
Dendrítico
Subdendrítico
Anastomosado
Meándrico
Paralelo
Enrejado
Rectangular
Angular
Radial
Asimétrico
Subparalelo
Pinnado
Otras
No Aplicable

Fuente: CLIRSEN, 2012

**Cuadro IV.9.** Categorías de densidad de drenaje

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

Fuente: CTN

## Bibliografía citada en el anexo

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

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

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

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

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

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

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

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

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