

## **MEMORIA TÉCNICA**

## **GEOMORFOLOGÍA**

## **CANTÓN SARAGURO**

### **PROYECTO:**

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

**Abril de 2015**

## PERSONAL PARTICIPANTE

### Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

José Duque  
Sandra González  
Xavier Andrade  
Óscar Garzón

### Consorcio TRACASA-NIPSA:

#### Responsables:

Joaquín del Val  
Idurre Barinagarrementería

#### Memoria:

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

#### Fotointérpretes:

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

**FISCALIZACIÓN** realizada por la Asociación ACOTECNIC - INGEOMATICA

## ÍNDICE

---

|             |                                                                                           |           |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <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 .....                                                            | 8         |
| 2.2.3.      | Fase de campo .....                                                                       | 9         |
| 2.2.3.1.    | Criterios para la validación en campo .....                                               | 9         |
| 2.2.3.2.    | Validación y adquisición de datos de campo .....                                          | 9         |
| 2.2.4.      | Integración de datos y adecuación cartográfica final .....                                | 9         |
| 2.2.5.      | Mapa y leyenda .....                                                                      | 10        |
| 2.2.5.1.    | Explicación de la leyenda .....                                                           | 10        |
| 2.2.5.2.    | Esquemas: Relieve y Paisaje (Contextos Morfológicos), Esquema Geológico y Pendientes .... | 12        |
| 2.3.        | Control de calidad.....                                                                   | 13        |
| 2.4.        | Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón .....                    | 14        |
| <b>III.</b> | <b>RESULTADOS.....</b>                                                                    | <b>16</b> |
| 3.1.        | Levantamiento de información.....                                                         | 16        |
| 3.2.        | Regiones y Dominios Fisiográficos.....                                                    | 16        |
| 3.2.1.      | Dominio Fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real .....               | 18        |
| 3.2.2.      | Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Occidental .....                | 18        |
| 3.2.3.      | Dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas.....                   | 18        |
| 3.2.4.      | Relieves de fondo de Cuencas Interandinas.....                                            | 19        |
| 3.2.5.      | Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra .....                                        | 19        |
| 3.3.        | Contextos Morfológicos.....                                                               | 20        |
| 3.3.1.      | Paisajes glaciares .....                                                                  | 20        |

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.2. Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas .....                                        | 21 |
| 3.3.3. Relieves de los márgenes de cimas frías .....                                                                                | 21 |
| 3.3.4. Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental).....        | 21 |
| 3.3.5. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)..... | 22 |
| 3.3.6. Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur.....                    | 22 |
| 3.3.7. Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica.....                                                    | 23 |
| 3.3.8. Medio aluvial de Sierra .....                                                                                                | 23 |
| 3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón .....                                                                | 24 |
| 3.5. Descripción de geoformas .....                                                                                                 | 32 |
| 3.5.1. Fluvial .....                                                                                                                | 32 |
| 3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1) .....                                                                            | 32 |
| 3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2) .....                                 | 32 |
| 3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3).....                                                                                             | 33 |
| 3.5.1.4. Valle en V (E1) .....                                                                                                      | 33 |
| 3.5.1.5. Barranco (E2) .....                                                                                                        | 34 |
| 3.5.1.6. Garganta (E3) .....                                                                                                        | 34 |
| 3.5.1.7. Encañonamiento (E4).....                                                                                                   | 34 |
| 3.5.1.8. Terraza media (Tm) .....                                                                                                   | 35 |
| 3.5.1.9. Terraza alta (Ta) .....                                                                                                    | 36 |
| 3.5.1.10. Terraza colgada (Tc) .....                                                                                                | 36 |
| 3.5.1.11. Vertiente o abrupto de terraza (Tv) .....                                                                                 | 36 |
| 3.5.1.12. Terrazas indiferenciadas (Ti) .....                                                                                       | 36 |
| 3.5.1.13. Superficie de cono de deyección (Cd1) .....                                                                               | 36 |
| 3.5.1.14. Abrupto de cono de deyección (Cd2) .....                                                                                  | 37 |
| 3.5.2. Fluvio-lacustre .....                                                                                                        | 37 |
| 3.5.2.1. Relieve lacustre ondulado (FI2).....                                                                                       | 37 |
| 3.5.2.2. Depresión lagunar (Fo1) .....                                                                                              | 37 |
| 3.5.3. Laderas .....                                                                                                                | 38 |
| 3.5.3.1. Vertiente rectilínea (Lr1).....                                                                                            | 38 |
| 3.5.3.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....                                                                       | 38 |
| 3.5.3.3. Vertiente rectilínea con salientes rocosos (Lr3).....                                                                      | 39 |
| 3.5.3.4. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4) .....                                                                              | 39 |
| 3.5.3.5. Vertiente abrupta (La1) .....                                                                                              | 40 |
| 3.5.3.6. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2) .....                                                                         | 40 |
| 3.5.3.7. Vertiente heterogénea (Lh1) .....                                                                                          | 41 |
| 3.5.3.8. Vertiente rocosa (Lh3).....                                                                                                | 42 |
| 3.5.3.9. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4) .....                                                                     | 42 |
| 3.5.3.10. Escarpe de deslizamiento (Lh6) .....                                                                                      | 43 |

|           |                                                                                             |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.5.3.11. | Coluvión reciente (Col1) .....                                                              | 43 |
| 3.5.3.12. | Coluvión antiguo (Col2) .....                                                               | 44 |
| 3.5.3.13. | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1) .....                                      | 45 |
| 3.5.3.14. | Glacis de esparcimiento (Pd1).....                                                          | 45 |
| 3.5.3.15. | Glacis de esparcimiento disectado (Pd2) .....                                               | 46 |
| 3.5.3.16. | Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4).....                                               | 46 |
| 3.5.4.    | Glaciar y periglaciar .....                                                                 | 46 |
| 3.5.4.1.  | Circo glaciar (Gf1) .....                                                                   | 46 |
| 3.5.4.2.  | Cubeta glaciar (Gf2).....                                                                   | 46 |
| 3.5.4.3.  | Fondo de valle glaciar (Gf3) .....                                                          | 47 |
| 3.5.4.4.  | Vertiente de valle glaciar (Gf4).....                                                       | 47 |
| 3.5.4.5.  | Laguna glaciar (Gf8) .....                                                                  | 48 |
| 3.5.4.6.  | Morrena de fondo (Gd1) .....                                                                | 48 |
| 3.5.4.7.  | Morrena lateral (Gd2).....                                                                  | 48 |
| 3.5.4.8.  | Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6) .....                                    | 48 |
| 3.5.4.9.  | Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciar (Gp2).....                              | 49 |
| 3.5.4.10. | Afloramientos rocosos en ambiente periglaciar (Gp3) .....                                   | 49 |
| 3.5.5.    | Volcánico .....                                                                             | 50 |
| 3.5.5.1.  | Superficie de meseta volcánica disectada (Rv2).....                                         | 50 |
| 3.5.5.2.  | Vertiente de meseta volcánica (Rv4) .....                                                   | 50 |
| 3.5.5.3.  | Vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares (Rv5) .....                              | 51 |
| 3.5.5.4.  | Relieve volcánico colinado muy bajo (Rv7).....                                              | 51 |
| 3.5.5.5.  | Relieve volcánico colinado bajo (Rv8).....                                                  | 52 |
| 3.5.5.6.  | Relieve volcánico colinado medio (Rv9) .....                                                | 52 |
| 3.5.5.7.  | Relieve volcánico colinado alto (Rv10).....                                                 | 53 |
| 3.5.5.8.  | Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11).....                                             | 53 |
| 3.5.5.9.  | Relieve volcánico montañoso (Rv12) .....                                                    | 54 |
| 3.5.6.    | Estructural .....                                                                           | 54 |
| 3.5.6.1.  | Superficie de chevron (Ei5) .....                                                           | 54 |
| 3.5.6.2.  | Vertiente de chevron (Ei7) .....                                                            | 54 |
| 3.5.6.3.  | Niveles estructurales sobre lavas endurecidas (Ev1).....                                    | 55 |
| 3.5.6.4.  | Relieves escalonados sobre capas de lava endurecida y otros materiales volcánicos (Ev2) ... | 55 |
| 3.5.7.    | Tectónico-erosivo .....                                                                     | 56 |
| 3.5.7.1.  | Relieve colinado medio (Rt4).....                                                           | 56 |
| 3.5.7.2.  | Relieve colinado alto (Rt5) .....                                                           | 57 |
| 3.5.7.3.  | Relieve colinado muy alto (Rt6) .....                                                       | 57 |
| 3.5.7.4.  | Relieve montañoso (Rt7) .....                                                               | 57 |
| 3.5.8.    | Poligénicas.....                                                                            | 58 |
| 3.5.8.1.  | Coluvio-aluvial antiguo (Coa2) .....                                                        | 58 |
| 3.5.8.2.  | Superficie horizontal (Sh2) .....                                                           | 58 |

|            |                                              |           |
|------------|----------------------------------------------|-----------|
| 3.5.8.3.   | Superficie inclinada (Si2) .....             | 58        |
| 3.5.8.4.   | Superficie inclinada disectada (Si3) .....   | 59        |
| 3.5.8.5.   | Abrupto de superficie inclinada (Si4) .....  | 60        |
| 3.5.8.6.   | Superficie alta (Sa1) .....                  | 61        |
| 3.5.8.7.   | Superficie alta disectada (Sa2) .....        | 61        |
| 3.5.8.8.   | Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1) ..... | 61        |
| 3.5.8.9.   | Interfluvio de cimas estrechas (Ar2) .....   | 61        |
| 3.5.8.10.  | Afloramientos rocosos (Sdv3) .....           | 62        |
| 3.5.9.     | Otras génesis .....                          | 62        |
| 3.5.9.1.   | Superficie intervenida (O5) .....            | 62        |
| <b>IV.</b> | <b>RESUMEN Y CONCLUSIONES .....</b>          | <b>63</b> |
| <b>V.</b>  | <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>                    | <b>66</b> |
| 5.1.       | Referencias generales .....                  | 66        |
| 5.2.       | Bibliografía citada .....                    | 67        |

#### **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.....           | 10 |
| <b>Cuadro 2.2.</b> Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Saraguro.....         | 15 |
| <b>Cuadro 3.1.</b> Región y dominios fisiográficos presentes en el cantón Saraguro .....         | 17 |
| <b>Cuadro 3.2.</b> Contextos morfológicos presentes en el cantón Saraguro.....                   | 20 |
| <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 ..... | 29 |

## 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 .....                              | 13 |
| <b>Figura 2.3.</b> Insumos de base de generación de los MDT en el cantón Saraguro .....                                   | 14 |
| <b>Figura 3.1.</b> Localización de recorridos y fichas de campo del cantón Saraguro.....                                  | 16 |
| <b>Figura 3.2.</b> Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Saraguro ..... | 17 |

## LISTA DE FOTOS

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Foto 1.</b> Terraza baja y cauce actual. Sector Huscachaca .....                                                                           | 32 |
| <b>Foto 2.</b> Valle indiferenciado. Sector Turucachi .....                                                                                   | 33 |
| <b>Foto 3.</b> Valle en V. Sector El Durazno .....                                                                                            | 33 |
| <b>Fotos 4 y 5.</b> Barranco. Sector Santa Rosa y Jera .....                                                                                  | 34 |
| <b>Fotos 6 y 7.</b> Encañonamiento. Sector Celén y San Pablo de Tenta .....                                                                   | 35 |
| <b>Foto 8.</b> Terraza media. Sector río Uchucay.....                                                                                         | 35 |
| <b>Fotos 9 y 10.</b> Vertiente rectilínea. Sector San Antonio de Manu y San Vicente .....                                                     | 38 |
| <b>Fotos 11 y 12.</b> Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector La Florida .....                                                      | 39 |
| <b>Fotos 13 y 14.</b> Vertiente abrupta. Sector Mater y Piñán .....                                                                           | 40 |
| <b>Fotos 15 y 16.</b> Vertiente abrupta con fuerte disección. Sector San José y Jaratenta .....                                               | 41 |
| <b>Foto 17.</b> Vertiente heterogénea. Sector Ramos Urcu .....                                                                                | 41 |
| <b>Fotos 18 y 19.</b> Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector cerro La Arquilla y Llacu.....                                       | 43 |
| <b>Foto 20.</b> Coluvión reciente. Sector Ugsha .....                                                                                         | 43 |
| <b>Foto 21.</b> Coluvión antiguo. Sector Purdilli .....                                                                                       | 43 |
| <b>Foto 22.</b> Depósitos de deslizamiento, masa deslizada. Sector Lugmahuacu .....                                                           | 45 |
| <b>Fotos 23 y 24.</b> Glacis de esparcimiento. Sector Chiquero .....                                                                          | 45 |
| <b>Foto 25.</b> Cubeta glaciar. Sector La Florida .....                                                                                       | 47 |
| <b>Foto 26.</b> Fondo de valle glaciar. Sector La Florida .....                                                                               | 47 |
| <b>Foto 27.</b> Vertiente de valle glaciar. Sector La Florida.....                                                                            | 47 |
| <b>Fotos 28 y 29.</b> Morrena lateral en Cerro Negro. Sector La Florida.....                                                                  | 48 |
| <b>Foto 30.</b> Depósito glaciar modelado por acción fluvial. Sector Valle Hermoso .....                                                      | 49 |
| <b>Foto 31.</b> Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario. Sector La Florida .....                                                      | 50 |
| <b>Foto 32.</b> Superficie de meseta volcánica disectada. Sector El Coposo .....                                                              | 50 |
| <b>Foto 33.</b> Vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares. Sector Cañicapa .....                                                     | 51 |
| <b>Foto 34.</b> Relieve volcánico colinado medio. Sector Chuba .....                                                                          | 52 |
| <b>Foto 35.</b> Relieve volcánico colinado muy alto. Sector Turucachi .....                                                                   | 53 |
| <b>Fotos 36 y 37.</b> Relieve volcánico montañoso. Sector Ushahuaycu y Canaro .....                                                           | 54 |
| <b>Foto 38.</b> Niveles estructurales sobre lavas endurecidas. Sector San José .....                                                          | 55 |
| <b>Fotos 39 y 40.</b> Relieves escalonados sobre capas de lava endurecidas y otros materiales volcánicos. Sector Chiquero y Buena Vista ..... | 56 |
| <b>Foto 41.</b> Relieve colinado alto Sector Tuncarta .....                                                                                   | 57 |
| <b>Foto 42.</b> Coluvio-aluvial antiguo. Sector Charqueperca .....                                                                            | 58 |
| <b>Fotos 43 y 44.</b> Superficie inclinada. Sector Gueledel y Cañicapa .....                                                                  | 59 |
| <b>Foto 45.</b> Superficie inclinada disectada. Sector San Antonio de Cumbé.....                                                              | 60 |

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Foto 46.</b> Abrupto de superficie inclinada al sur de loma Putuzhio. Sector Cachipamba ..... | 60 |
| <b>Foto 47.</b> Interfluvio de cimas estrechas. Sector San Vicente. ....                         | 62 |
| <b>Foto 48.</b> Superficie intervenida. Sector San Vicente - Loma Pedernal .....                 | 62 |



## **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:

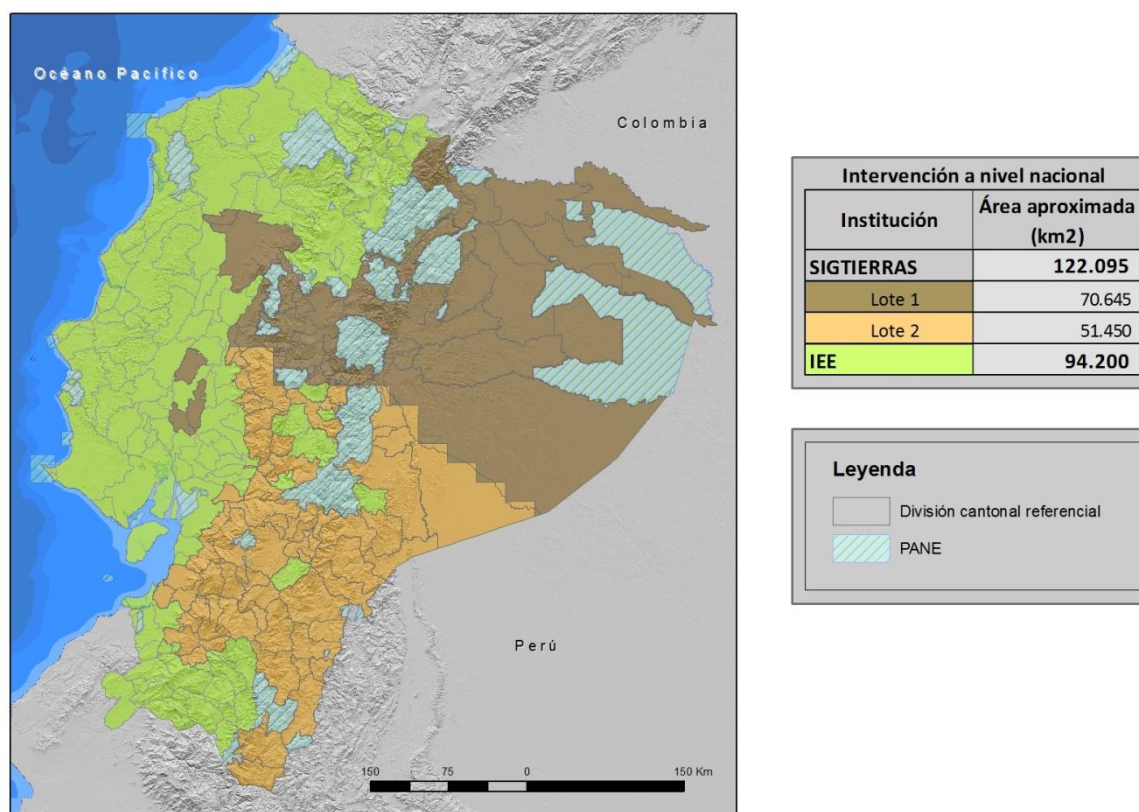
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

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

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivos generales del proyecto

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

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

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

### 1.2.2. Objetivos del estudio geomorfológico

Los objetivos específicos de la Cartografía Geomorfológica son:

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

### 1.3. Antecedentes de este estudio

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

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

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

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

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Características del producto esperado

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

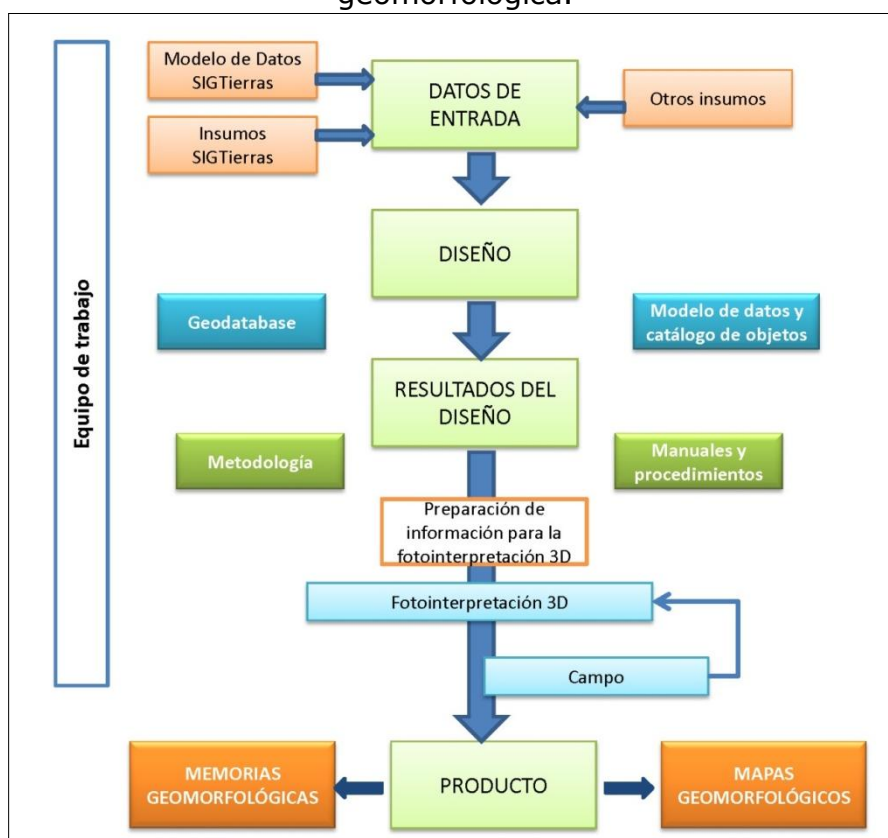
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

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

### 2.2. Etapas metodológicas

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

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



Fuente: CTN



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

### 2.2.1. Recopilación de información

Esta fase comprende:

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

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

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

En el área restante, se genera el MDT de dos formas: a) en zonas de cierta amplitud y continuidad (que, en total, representan unos 10.300 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 Geológico, Minero, Metalúrgico), a escalas 1:100.000 (Sierra y Costa) y 1:250.000 (Oriente). Dicha cartografía geológica fue proporcionada al inicio de este proyecto, en febrero de 2014, por el mencionado organismo, competente en el levantamiento y difusión de dicha información, y que constituye el principal referente de tal información.  
La mayoría de estos mapas están publicados por instituciones antecesoras al INIGEMM, organismo que asume desde 2009 las competencias referidas a la generación de información geológica del país y que con anterioridad fue denominado DGGM (Dirección General de Geología y Minas) y CODIGEM (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica). Otros organismos, como INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), también participaron en la publicación de algunas de estas cartas.

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

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

### 2.2.2. Fotointerpretación

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

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

El proceso de fotointerpretación cubre las siguientes etapas:

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

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

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

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

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

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

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

- Región
- Dominio Fisiográfico
- Contexto Morfológico

La fotointerpretación finaliza con:

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

#### 2.2.2.1. *Software* empleado

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

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



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

### 2.2.3. Fase de campo

#### 2.2.3.1. Criterios para la validación en campo

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

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

#### 2.2.3.2. Validación y adquisición de datos de campo

En campo, la actividad contempla:

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

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

#### 2.2.4. Integración de datos y adecuación cartográfica final

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

## 2.2.5. Mapa y leyenda

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

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

### 2.2.5.1. Explicación de la leyenda

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

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

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

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

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

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

| <b>GRUPO GENÉTICO<br/>(tipo general de<br/>modelado)</b> | <b>SUBGRUPO</b>                          | <b>EJEMPLOS DE GEOFORMAS</b>                                                  | <b>CLAVE</b> |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 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          |
|                                                          | Periglaciario                            | Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario                               | Gp3          |
| VOLCÁNICO                                                | Antiguos edificios                       | Pitones o agujas volcánicas                                                   | Va2          |
|                                                          | Conos inactivos                          | Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar                 | Vci1         |
|                                                          | Conos activos                            | Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y sin retoque glaciar | Vca3         |
|                                                          | Formas asociadas a conos                 | Rampas de piedemonte de cono volcánico                                        | Vc8          |
|                                                          | Domos                                    | Domo volcánico                                                                | Dom          |
|                                                          | Relieves diversos                        | Relieve volcánico colinado alto                                               | Rv10         |
| MARINO                                                   | Depósitos actuales                       | Playa marina                                                                  | Mac1         |
| KÁRSTICO                                                 | -                                        | Dolina, campo de dolinas                                                      | Kt6          |
| METEORIZACIÓN                                            | -                                        | Colinas en media naranja                                                      | Met1         |
| EÓLICO                                                   | -                                        | Campo de dunas                                                                | Eod2         |
| ESTRUCTURAL                                              | Capas horizontales                       | Superficie de mesa o meseta                                                   | Eh1          |
|                                                          | Capas inclinadas                         | Frente de cuesta                                                              | Ei3          |
|                                                          | Capas subverticales                      | Barra o cresta estructural                                                    | Esv          |
|                                                          | Capas plegadas                           | Superficies y planos estructurales originados en capas plegadas               | Epl          |
|                                                          | Superficies residuales                   | Restos de superficie estructural                                              | Esr          |
|                                                          | En materiales volcánicos                 | Niveles estructurales sobre lavas endurecidas                                 | Ev1          |
| TECTÓNICO-EROSIVO                                        | -                                        | Relieve colinado medio                                                        | Rt4          |

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

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

Fuente: CTN

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

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

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

En el *Esquema Geológico* aparecen las distintas formaciones geológicas del mapa, con la asignación de un símbolo que las identifica, coloreadas según edades. Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: 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.

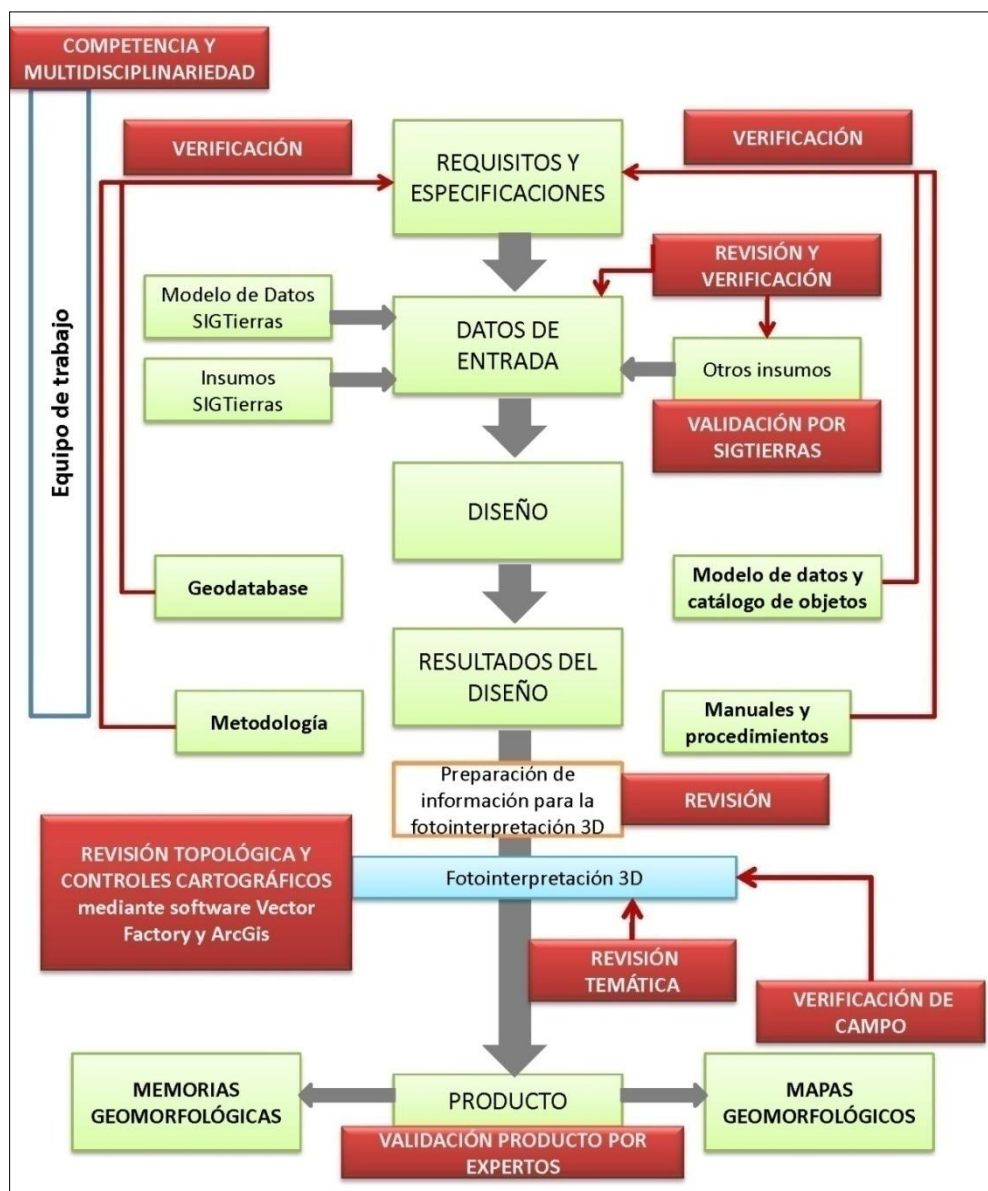
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

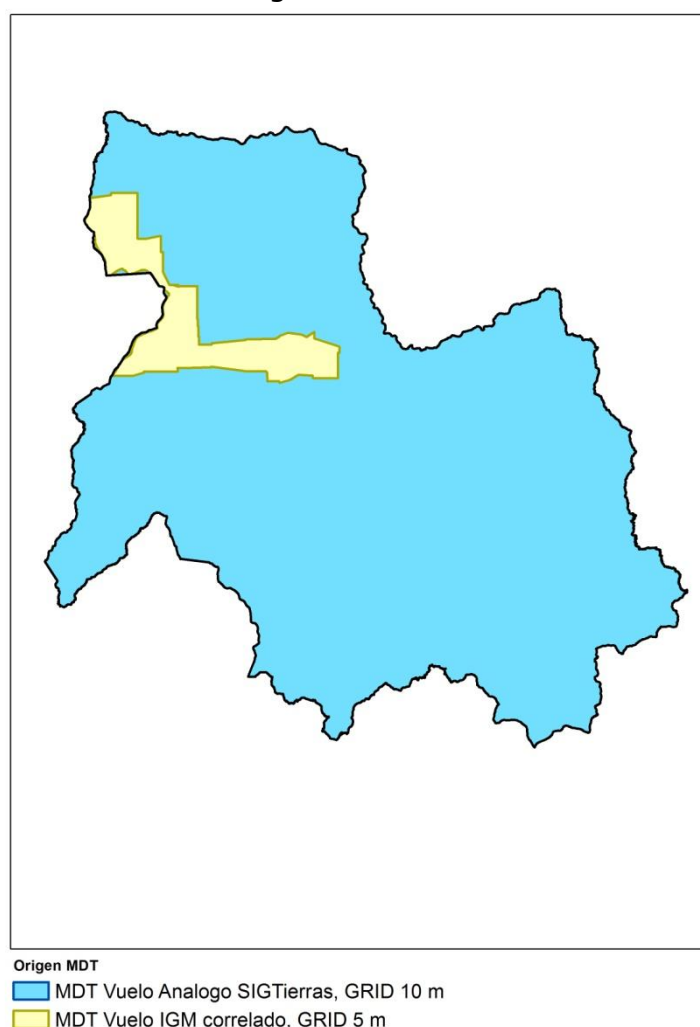
Estos hitos son los siguientes:

- 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 Saraguro 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 Saraguro.



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), 1974. Hoja Geológica: Girón (Hoja 54), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1973. Hoja Geológica: Saraguro (Hoja 55), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Loja (Hoja 56), esc. 1:100.000. *DGGM*. 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.
- 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.

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 Saraguro.

| Código | Cartas Topográficas |
|--------|---------------------|
| NVI_B3 | Santa Isabel        |
| NVI_D1 | Manú                |
| NVI_D2 | Nabón               |
| NVI_D3 | Selva Alegre        |
| NVI_D4 | Saraguro            |
| NVI_F1 | Santiago            |
| NVI_F2 | Las Juntas          |

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)



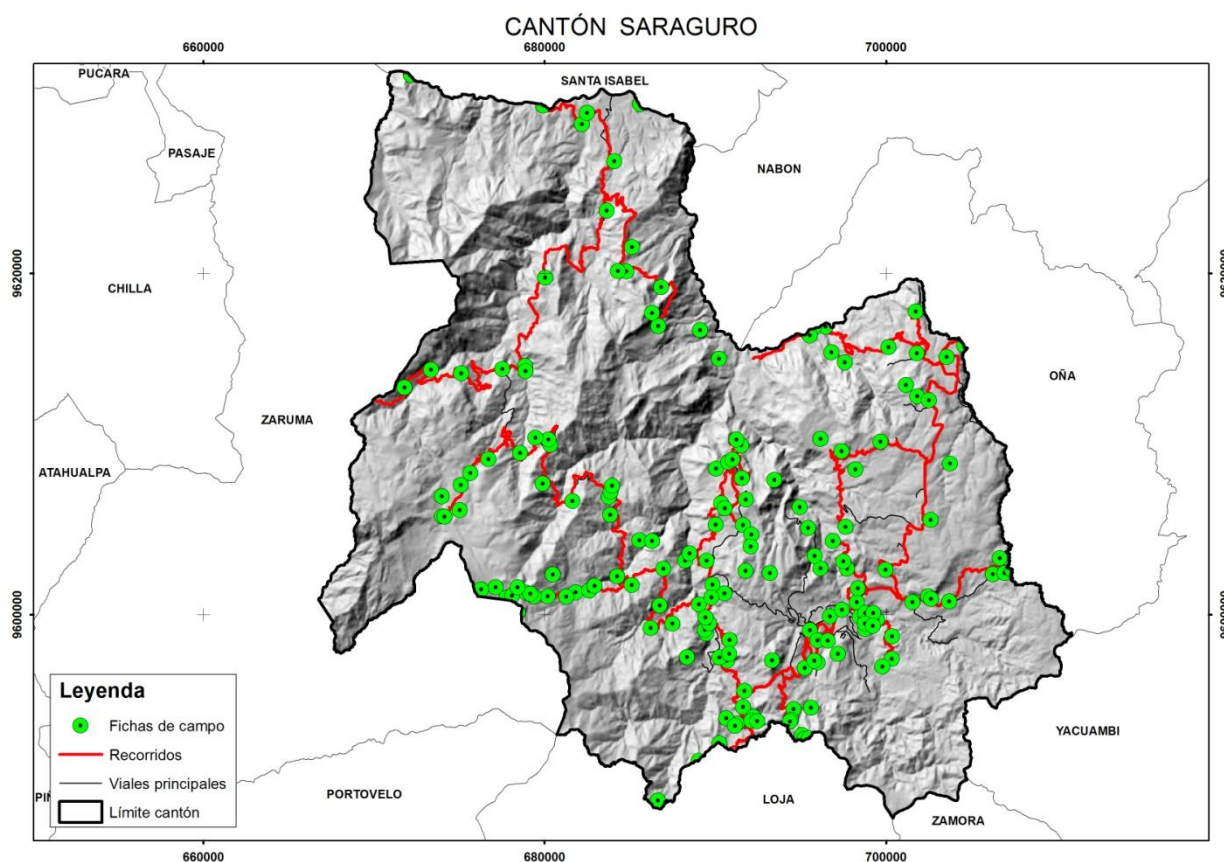
### III. RESULTADOS

#### 3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Saraguro se realizó entre los días 5 y 11 de diciembre de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 164 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 Saraguro.



Fuente: CTN

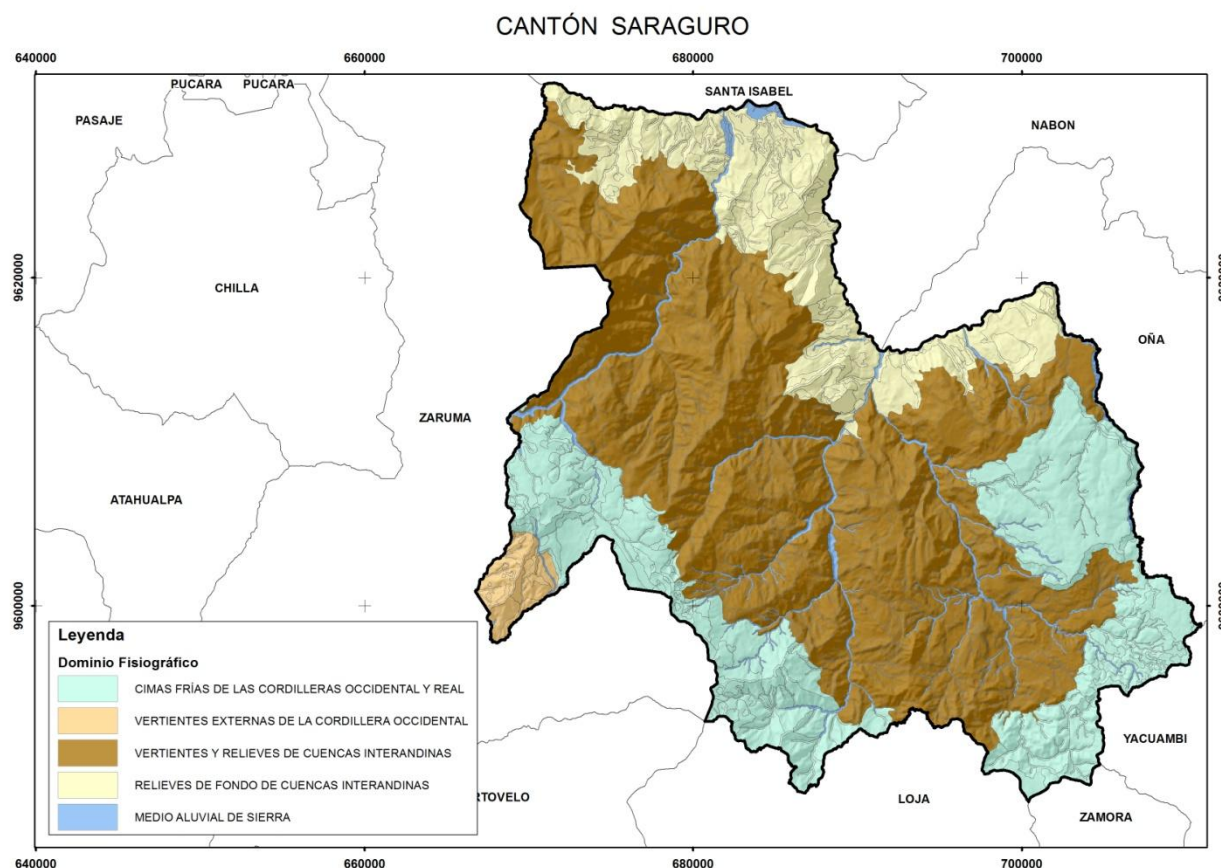
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

#### 3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

El conjunto del cantón, con una extensión total de aproximadamente 1.086 km<sup>2</sup>, se encuentra incluido en la región Sierra.

En esta región se diferencian cinco 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 Saraguro.



Fuente: CTN

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

| REGIÓN | DOMINIO FISIAGRÁFICO                             | Superficie          | Porcentaje |
|--------|--------------------------------------------------|---------------------|------------|
| SIERRA | Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real | 266 km <sup>2</sup> | 24,5%      |
|        | Vertientes externas de la Cordillera Occidental  | 21 km <sup>2</sup>  | 1,9%       |
|        | Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas    | 594 km <sup>2</sup> | 54,7%      |
|        | Relieves de fondo de Cuencas Interandinas        | 164 km <sup>2</sup> | 15,1%      |
|        | Medio aluvial de Sierra                          | 41 km <sup>2</sup>  | 3,8%       |

Fuente: CTN

### 3.2.1. 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. Además los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio también se incluyen en la franja periglaciaria que, de forma discontinua, rodea -los páramos-. Los relieves caracterizados por un marcado abrupto que da paso al medio interandino, como se puede observar en la zona sureste del cantón, llegan a descender hasta los 2.700 msnm en el sector de Baber.

En el cantón Saraguro presenta dos franjas continuas en el cantón, situadas en ambas cordilleras. En el extremo oriental del cantón, el dominio representa las Cimas Frías de la Cordillera Real, desde la Cordillera de la Paz al sureste hasta la Cordillera de Allpachaca al noreste. El borde suroccidental del cantón se sitúa sobre la Cordillera Occidental. Ambas representan las zonas más altas del cantón, entre los 2.500 y los 3.800 msnm. En el cual se desarrolla paisajes de páramos influenciados por modelamiento glaciar.

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

Entre las zonas más elevadas de la Cordillera Occidental, que se corresponden con el dominio fisiográfico de las Cimas frías, se encuentra este dominio que, ocupando una anchura de entre 20 y 50 kilómetros, llega a alcanzar desniveles relativos de hasta 2.000 y 3.000 metros, lo que proporciona una idea de lo escarpado del mismo.

Da lugar a morfologías muy variadas y con características diferentes en función del tipo de sustrato sobre el que se presenta y de la existencia o ausencia de cobertura piroclástica. Estas vertientes generalmente están desarrolladas sobre antiguas formaciones volcánicas, con o sin cobertura piroclástica, que presentan una gran heterogeneidad y procesos morfodinámicos muy activos, ligados a una intensa erosión lineal. Se observa mayoritariamente en el cantón un modelado sobre rocas volcánico-sedimentarias y metamórficas, como la Formación Saraguro y la Serie Zamora.

En este cantón, es el dominio que menor extensión ocupa, aproximadamente 21 km<sup>2</sup>. Se localiza en la zona más suroccidental del cantón, en el extremo de un apéndice que sobresale del área del cantón, formando principalmente ambas vertientes de la loma de la Cruz.

### 3.2.3. Dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas

Incluido dentro del estrecho corredor interandino, este dominio, fragmentado y discontinuo, incluye a las zonas más elevadas de dicho pasillo o depresión. Los relieves superiores del mismo llegan a contactar con el dominio de Cimas frías, en clara ruptura de pendiente con él. Los relieves inferiores, por su parte, enlazan con el otro dominio del corredor interandino, los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas. La dirección meridiana, N-S, que presenta en la zona septentrional de la Sierra, pasa a direcciones NO-SE y NNE-SSO en la zona central. Hacia la parte meridional de la Sierra, la Cordillera Real queda como la única franja continua de relieve y el corredor interandino, muy desdibujado.

Mientras que en las zonas más altas (que llegan a descender hasta los 2.800 msnm) el dominio presenta pendientes elevadas y pronunciada disección, las vertientes inferiores aparecen con pendientes globalmente más suaves y una disección menos acusada; estas vertientes inferiores llegan a descender hasta límites muy variables, en función de la altitud del fondo de las cuencas con las que enlazan.

Este dominio representa más de la mitad de la superficie estudiada del cantón Saraguro. Ocupa toda la zona central del cantón, desde el noroeste hacia el sureste del mismo y presenta una gran variación altitudinal, desde los 900 msnm hasta los 3.700 msnm, en el contacto con el dominio de las Cimas frías.

#### 3.2.4. Relieves de fondo de Cuencas Interandinas

Este dominio es una continuación al descrito anteriormente (Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas) con el que conforma el conjunto del corredor interandino. En la mitad meridional del País los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas se caracterizan por ocupar zonas de transición, sin cobertura de cenizas, entre las vertientes de Cuencas Interandinas y el Medio aluvial de Sierra. Se emplaza con una orientación SO-NE, heredado de los grandes accidentes tectónicos de la cordillera, aunque en el cantón Saraguro, por la forma del límite cantonal, se observa el dominio en dirección NO-SE. Su origen estructural da a los cursos hídricos una alineación en este mismo sentido, formando de manera muy simplificada un drenaje subparalelo en la depresión de Zaruma.

En el cantón Saraguro, este dominio se encuentra a lo largo de la zona más septentrional, bordeado por el dominio de las Cimas frías. Está constituido por vertientes con pendientes fuertes que conectan las vertientes inferiores con las geoformas del Medio aluvial de Sierra que se encuentran en la cuenca que forman los ríos León y Jubones, variando las alturas en este cantón desde los 2.500 msnm hasta los 900 msnm.

#### 3.2.5. 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.

Se consideran pertenecientes a este dominio, con carácter general, los valles fluviales-llanuras de inundación y sistemas de terrazas asociados. Las formas fluviales de incisión (barrancos, valles en V, gargantas) y ciertas formas poligénicas ligadas directamente al drenaje (coluvio-aluviales) se incluyen dentro del contexto morfológico en que se emplacen, salvo que manifiesten continuidad con el resto del sistema fluvial y atravesasen más de un contexto morfológico.

En este cantón, es un dominio representado principalmente por los sistemas fluviales de los ríos León, Jubones, Manu, Uchucay y Naranjo, con dirección preferencial S-N y una importante red de afluentes de estos ríos. Los ríos se encajan principalmente en valles en V y barrancos.

### 3.3. Contextos Morfológicos

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

| REGIÓN | DOMINIO FISIOGRAFICO                             | CONTEXTO MORFOLÓGICO                                                                                                    |
|--------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SIERRA | Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real | Paisajes glaciares                                                                                                      |
|        |                                                  | Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas                                           |
|        |                                                  | Relieves de los márgenes de las cimas frías                                                                             |
|        | Vertientes externas de la Cordillera Occidental  | Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)        |
|        | Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas    | Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional) |
|        |                                                  | Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur                    |
|        | Relieves de fondo de Cuencas Interandinas        | Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica                                                    |
|        | Medio aluvial de Sierra                          | Medio aluvial de Sierra                                                                                                 |

Fuente: CTN

#### 3.3.1. Paisajes glaciares

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.

Este contexto se sitúa a lo largo del borde suroccidental del cantón Saraguro y en una pequeña área del extremo oriental, sobre las zonas más elevadas del cantón, entre los 2.900 msnm y 3.800 msnm. Ocupa aproximadamente 82 km<sup>2</sup>.



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

Los paisajes de este contexto se caracterizan por cimas suavemente onduladas y rebajadas, normalmente con cumbres e interfluvios anchos y redondeados, de los que emergen localmente salientes rocosos; sus vertientes muestran pendientes moderadas y enlazan suavemente con hondonadas de carácter pantanoso. Guarda ciertos aspectos que se asemejan con los paisajes glaciares (valles ensanchados, acumulaciones morrénicas, circos y nichos de paredes suavizadas) y otros rasgos de carácter volcánico, junto con las marcas de una posterior acción fluvial: erosión lineal por encajamiento de la red fluvial y captura de algunas de las depresiones pantanosas. En los bordes de algunos conjuntos glaciares, este contexto se muestra esencialmente como un conjunto de afloramientos rocosos, con laderas cubiertas de conos y taludes de derrubios.

En el cantón, el contexto abarca muy poca extensión, aproximadamente el 1,7% de la superficie total del mismo, siendo el contexto con menor extensión del cantón. Se encuentra a lo largo de parte del extremo suroriental y en una superficie muy pequeña del noroeste del cantón, formando una única geoforma. Se presenta en alturas que oscilan entre los 2.900 a 3.400 msnm.

### 3.3.3. Relieves de los márgenes de cimas frías

Este contexto representa la articulación de las tierras frías andinas con las vertientes externas (dominios Vertientes externas de la Cordillera Occidental y Vertientes externas de la Cordillera Real) y con las vertientes interandinas (dominio Vertientes y relieves de las Cuencas Interandinas). A través de este contexto se enlazan los modelados glaciares y periglaciares.

Este enlace representa un límite muy marcado, con las vertientes andinas exteriores, originando un abrupto de perfil rectilíneo, cuyo desnivel relativo llega a alcanzar los 400 metros. Esto ocurre en el extremo más occidental, hacia el exterior de este cantón. Por el contrario, los límites son mucho menos claros y precisos con las vertientes interandinas, que se traduce a menudo en una transición gradual. Este cambio se produce desde el sureste y el suroeste, donde se encuentra este contexto, hacia el centro del cantón Saraguro.

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

Este contexto se localiza en las zonas central y meridional de la vertiente occidental andina, desde el paralelo 2° Sur hasta las inmediaciones de Zaruma, fuera de la influencia de los volcanes recientes. Su extensión es limitada, ya que se desarrolla por encima de los conos de esparcimiento de la vertiente occidental (dominio Piedemonte andino occidental, incluido en la región Costa) hasta el contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* o hasta los propios páramos. Su posición altitudinal presenta, por tanto, un amplio rango: desde poco más de 100 metros hasta cotas superiores a los 2.800 msnm.

En las partes bajas y medias de estas vertientes son frecuentes los modelados ligados a depósitos de ladera (deslizamientos, coluvionamientos, formas de solifluxión), que alternan con vertientes rocosas o cubiertas por taludes de

fragmentos rocosos; por el contrario, en las zonas más altas predomina un modelado ligado a la disección.

En el cantón Saraguro, este contexto ocupa un área muy pequeña, poco más de 20 km<sup>2</sup>, siendo el segundo contexto con menor extensión. Se ubica en el extremo occidental, en la zona del cantón que sobresale hacia el suroeste, con alturas que oscilan entre los 1.700 a 3.200 msnm.

### 3.3.5. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)

Da lugar al conjunto más elevado que se puede diferenciar en las cuencas interandinas, especialmente, la Sierra Central. Aparece en las partes altas de los valles de los ríos Jubones, León y Paute, en el conjunto de relieves elevados de las cuencas de Cuenca-Azogues, Sigsig-Gualaceo, Azogues-Biblián y Cañar, así como en el valle de Girón-Santa Isabel. Las máximas altitudes del contexto alcanzan los 3.200-3.300 msnm, con límites inferiores muy variables según las diferentes zonas, que llega a descender a 1.600 msnm (en la terminación meridional de la depresión de los ríos León y Jubones).

Los modelados dominantes originan vertientes rectilíneas, con grado de disección variable y fuertes pendientes. Especialmente en las inmediaciones de Azogues y Cuenca, el contexto se emplaza sobre la Formación Tarqui, formación sometida a una intensa disección por una red hidrográfica apenas jerarquizada, y cuyos afloramientos destacan con frecuencia por las antiguas alteraciones que presenta.

Este contexto es el de mayor extensión del cantón Saraguro, con un 30% del total de la superficie de estudio. Se localiza desde el norte al sur del cantón, formando una franja discontinua con dirección NO-SE en la mitad suroccidental del cantón y también ocupa una parte de la zona centro y centro-este.

### 3.3.6. Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur

Este contexto representa la continuación, bajo condiciones climáticas más secas, de las vertientes superiores (contexto *Vertientes y relieves superiores de cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica, Sierras Central y Meridional*), con características morfológicas similares, siendo sus principales diferencias las derivadas de los procesos morfodinámicos actuales, de carácter muy activo en algunos sectores (intenso abarrancamiento superficial, pequeños conos de deyección en la desembocadura de las incisiones, generación de conos rocosos al pie de escarpes pronunciados, etc.). En la terminación meridional del valle del río León aparecen grandes deslizamientos antiguos, con depósitos de bloques de orden métrico, por rotura de paredes enteras de las cornisas limítrofes.

Las alteritas presentan en general muy escaso desarrollo, aunque en las vertientes inferiores del valle del Paute son moderadamente profundas, de carácter arcilloso; también sobre los cuerpos intrusivos de tipo granítico o granodiorítico son importantes, donde la arenización rebasa la decena de metros de profundidad.

Este contexto se localiza en relación al contexto anterior, formando una franja discontinua de igual dirección (NO-SE). Se encuentra desde el norte, pasando por el centro el cantón, hasta parte del sureste.



### 3.3.7. Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica

Los fondos de las cuencas interandinas del centro y sur del Ecuador, a los que hace referencia este contexto, incluyen, principalmente, la terminación de los valles de los ríos Jubones y León, los relieves monoclinales de la cuenca de Cuenca, los fondos de cubetas con rellanos escalonados de Cañar y Cuenca, así como los relieves en capas superpuestas de la cuenca de Cuenca y de la depresión Nabón-Las Nieves. Finalmente, pertenecen también a este contexto los restos y testigos de glaciares que aparecen en la parte inferior del valle de Girón y en la cuenca de Catamayo.

En el primero de estos emplazamientos, la terminación de los valles de los ríos Jubones y León, se extiende una zona de vertientes de fuerte inclinación con abundantes síntomas y evidencias de inestabilidad de laderas y otra de grandes vertientes rectilíneas a menor altura. Los relieves monoclinales de la cuenca de Cuenca, con eje submeridiano, afectan a sedimentos terciarios y generan un marcado modelado estructural. Los relieves más suaves de las cuencas de Cañar y Cuenca, con rellanos escalonados, dan lugar a extensas superficies, onduladas o suavemente disectadas. Los relieves en capas superpuestas de baja inclinación dan lugar a relieves en graderío y otras formas estructurales de suave buzamiento en la cuenca de Cuenca y en la Nabón-Las Nieves. En el valle de Girón y la cuenca de Catamayo, aparecen glaciares de esparcimientos, o testigos de los mismos, a ambos lados de las principales arterias fluviales, hasta 100 e incluso 250 metros por encima de la red hidrográfica actual.

En el cantón Saraguro, este contexto se encuentra a lo largo de la zona más septentrional del cantón, siguiendo el relieve de la cuenca del río León hasta su unión con el río Rircay al norte, donde continúa la cuenca del río Jubones hasta el extremo noroccidental.

### 3.3.8. Medio aluvial de Sierra

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

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

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

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO        | GEOFORMA                                                                          | km <sup>2</sup> (aprox.) |
|----------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Paisajes glaciares   | FLUVIAL               | Valle fluvial, llanura de inundación                                              | <1                       |
|                      |                       | Barranco                                                                          | 3                        |
|                      | LADERAS               | Vertiente rectilínea                                                              | 9                        |
|                      |                       | Vertiente rectilínea con fuerte disección                                         | 3                        |
|                      |                       | Vertiente abrupta                                                                 | 1                        |
|                      |                       | Vertiente heterogénea                                                             | 18                       |
|                      |                       | Vertiente rocosa                                                                  | <1                       |
|                      |                       | Vertiente heterogénea con fuerte disección                                        | 2                        |
|                      |                       | Coluvión reciente                                                                 | <1                       |
|                      |                       | Coluvión antiguo                                                                  | <1                       |
|                      |                       | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada                                        | <1                       |
|                      | GLACIAR Y PERIGLACIAR | Circo glaciar                                                                     | 5                        |
|                      |                       | Cubeta glaciar                                                                    | 1                        |
|                      |                       | Fondo de valle glaciar                                                            | 1                        |
|                      |                       | Vertiente de valle glaciar                                                        | 4                        |
|                      |                       | Laguna glaciar                                                                    | <1                       |
|                      |                       | Morrena de fondo                                                                  | 3                        |
|                      |                       | Morrena lateral                                                                   | <1                       |
|                      |                       | Depósito glaciar modelado por acción fluvial                                      | 3                        |
|                      |                       | Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario                             | <1                       |
|                      |                       | Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario                                   | 1                        |
|                      | VOLCÁNICO             | Relieve volcánico colinado muy bajo                                               | <1                       |
|                      |                       | Relieve volcánico colinado bajo                                                   | <1                       |
|                      |                       | Relieve volcánico colinado medio                                                  | <1                       |
|                      |                       | Relieve volcánico colinado alto                                                   | 2                        |
|                      |                       | Relieve volcánico montañoso                                                       | 18                       |
|                      | ESTRUCTURAL           | Relieves escalonados sobre capas de lava endurecida y otros materiales volcánicos | <1                       |
|                      | POLIGÉNICAS           | Superficie horizontal                                                             | <1                       |
|                      |                       | Superficie inclinada                                                              | 1                        |
|                      |                       | Superficie inclinada disectada                                                    | 2                        |
|                      |                       | Superficie alta                                                                   | 2                        |
|                      |                       | Superficie alta disectada                                                         | <1                       |
|                      |                       | Interfluvio de cimas redondeadas                                                  | 1                        |
|                      |                       | Interfluvio de cimas estrechas                                                    | <1                       |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO                                                          | GRUPO GENÉTICO        | GEOFORMA                                     | km <sup>2</sup> (aprox.) |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------|--------------------------|
| Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas | FLUVIAL               | Barranco                                     | <1                       |
|                                                                               | LADERAS               | Vertiente heterogénea                        | <1                       |
|                                                                               |                       | Coluvión antiguo                             | <1                       |
|                                                                               | GLACIAR Y PERIGLACIAR | Depósito glaciar modelado por acción fluvial | <1                       |
|                                                                               | VOLCÁNICO             | Relieve volcánico colinado muy bajo          | 3                        |
|                                                                               |                       | Relieve volcánico colinado bajo              | <1                       |
|                                                                               |                       | Relieve volcánico colinado medio             | 8                        |
|                                                                               |                       | Relieve volcánico colinado alto              | 2                        |
|                                                                               |                       | Relieve volcánico montañoso                  | 4                        |
|                                                                               | POLIGÉNICAS           | Superficie alta                              | 1                        |
| Relieves de los márgenes de las cimas frías                                   | FLUVIAL               | Valle en V                                   | <1                       |
|                                                                               |                       | Barranco                                     | 7                        |
|                                                                               |                       | Garganta                                     | <1                       |
|                                                                               | LADERAS               | Vertiente rectilínea                         | 10                       |
|                                                                               |                       | Vertiente rectilínea con fuerte disección    | 14                       |
|                                                                               |                       | Vertiente abrupta                            | 3                        |
|                                                                               |                       | Vertiente abrupta con fuerte disección       | <1                       |
|                                                                               |                       | Vertiente heterogénea                        | 22                       |
|                                                                               |                       | Vertiente rocosa                             | 2                        |
|                                                                               |                       | Vertiente heterogénea con fuerte disección   | 9                        |
|                                                                               |                       | Escarpe de deslizamiento                     | 1                        |
|                                                                               |                       | Coluvión reciente                            | <1                       |
|                                                                               |                       | Coluvión antiguo                             | 1                        |
|                                                                               |                       | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada   | 6                        |
|                                                                               | VOLCÁNICO             | Superficie de meseta volcánica disectada     | 60                       |
|                                                                               |                       | Vertiente de meseta volcánica                | 2                        |
|                                                                               |                       | Relieve volcánico colinado medio             | 4                        |
|                                                                               |                       | Relieve volcánico colinado alto              | 3                        |
|                                                                               |                       | Relieve volcánico colinado muy alto          | 2                        |
|                                                                               |                       | Relieve volcánico montañoso                  | 11                       |
|                                                                               | TECTÓNICO-EROSIVO     | Relieve colinado medio                       | <1                       |
|                                                                               |                       | Relieve colinado alto                        | 2                        |
|                                                                               |                       | Relieve montañoso                            | <1                       |
|                                                                               | POLIGÉNICAS           | Coluvio-aluvial antiguo                      | <1                       |
|                                                                               |                       | Superficie inclinada                         | 1                        |
|                                                                               |                       | Superficie inclinada disectada               | 4                        |
|                                                                               |                       | Interfluvio de cimas redondeadas             | <1                       |
|                                                                               |                       | Interfluvio de cimas estrechas               | <1                       |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO                                                                                                    | GRUPO GENÉTICO        | GEOFORMA                                                                          | km <sup>2</sup> (aprox.) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)        | FLUVIAL               | Barranco                                                                          | 1                        |
|                                                                                                                         | LADERAS               | Vertiente rectilínea con fuerte disección                                         | 3                        |
|                                                                                                                         |                       | Vertiente abrupta con fuerte disección                                            | 1                        |
|                                                                                                                         |                       | Vertiente heterogénea                                                             | 2                        |
|                                                                                                                         |                       | Vertiente heterogénea con fuerte disección                                        | 9                        |
|                                                                                                                         |                       | Escarpe de deslizamiento                                                          | <1                       |
|                                                                                                                         |                       | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada                                        | 3                        |
|                                                                                                                         | POLIGÉNICAS           | Superficie inclinada                                                              | <1                       |
|                                                                                                                         |                       | Superficie inclinada disectada                                                    | 1                        |
|                                                                                                                         |                       | Interfluvio de cimas estrechas                                                    | <1                       |
| Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional) | FLUVIAL               | Valle indiferenciado                                                              | <1                       |
|                                                                                                                         |                       | Barranco                                                                          | 10                       |
|                                                                                                                         |                       | Superficie de cono de deyección                                                   | <1                       |
|                                                                                                                         | LADERAS               | Vertiente rectilínea                                                              | 27                       |
|                                                                                                                         |                       | Vertiente rectilínea con fuerte disección                                         | 28                       |
|                                                                                                                         |                       | Vertiente rectilínea con abruptos                                                 | 7                        |
|                                                                                                                         |                       | Vertiente abrupta                                                                 | 26                       |
|                                                                                                                         |                       | Vertiente abrupta con fuerte disección                                            | 5                        |
|                                                                                                                         |                       | Vertiente heterogénea                                                             | 51                       |
|                                                                                                                         |                       | Vertiente rocosa                                                                  | <1                       |
|                                                                                                                         |                       | Vertiente heterogénea con fuerte disección                                        | 51                       |
|                                                                                                                         |                       | Escarpe de deslizamiento                                                          | <1                       |
|                                                                                                                         |                       | Coluvión reciente                                                                 | 1                        |
|                                                                                                                         |                       | Coluvión antiguo                                                                  | 12                       |
|                                                                                                                         |                       | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada                                        | 3                        |
|                                                                                                                         | GLACIAR Y PERIGLACIAR | Depósito glaciar modelado por acción fluvial                                      | 2                        |
|                                                                                                                         |                       | Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario                                   | <1                       |
|                                                                                                                         | VOLCÁNICO             | Relieve volcánico colinado muy bajo                                               | <1                       |
|                                                                                                                         |                       | Relieve volcánico colinado bajo                                                   | <1                       |
|                                                                                                                         |                       | Relieve volcánico colinado medio                                                  | 9                        |
|                                                                                                                         |                       | Relieve volcánico colinado alto                                                   | 14                       |
|                                                                                                                         |                       | Relieve volcánico colinado muy alto                                               | 6                        |
|                                                                                                                         |                       | Relieve volcánico montañoso                                                       | 20                       |
|                                                                                                                         | ESTRUCTURAL           | Niveles estructurales sobre lavas endurecidas                                     | 4                        |
|                                                                                                                         |                       | Relieves escalonados sobre capas de lava endurecida y otros materiales volcánicos | 24                       |
|                                                                                                                         | POLIGÉNICAS           | Coluvio-aluvial antiguo                                                           | 2                        |
|                                                                                                                         |                       | Superficie inclinada                                                              | 8                        |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO                                                                                 | GRUPO GENÉTICO        | GEOFORMA                                                                          | km <sup>2</sup> (aprox.) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|                                                                                                      | POLIGÉNICAS           | Superficie inclinada disectada                                                    | 14                       |
|                                                                                                      |                       | Abrupto de superficie inclinada                                                   | 1                        |
|                                                                                                      |                       | Interfluvio de cimas redondeadas                                                  | 5                        |
|                                                                                                      |                       | Interfluvio de cimas estrechas                                                    | 3                        |
|                                                                                                      | OTRAS GÉNESIS         | Superficie intervenida                                                            | <1                       |
| Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur | FLUVIAL               | Valle en V                                                                        | 2                        |
|                                                                                                      |                       | Barranco                                                                          | 7                        |
|                                                                                                      | FLUVIO-LACUSTRE       | Relieve lacustre ondulado                                                         | 2                        |
|                                                                                                      | LADERAS               | Vertiente rectilínea                                                              | 13                       |
|                                                                                                      |                       | Vertiente rectilínea con fuerte disección                                         | 40                       |
|                                                                                                      |                       | Vertiente abrupta                                                                 | 26                       |
|                                                                                                      |                       | Vertiente abrupta con fuerte disección                                            | 18                       |
|                                                                                                      |                       | Vertiente heterogénea                                                             | 40                       |
|                                                                                                      |                       | Vertiente rocosa                                                                  | 3                        |
|                                                                                                      |                       | Vertiente heterogénea con fuerte disección                                        | 15                       |
|                                                                                                      |                       | Escarpe de deslizamiento                                                          | <1                       |
|                                                                                                      |                       | Coluvión reciente                                                                 | <1                       |
|                                                                                                      |                       | Coluvión antiguo                                                                  | 10                       |
|                                                                                                      |                       | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada                                        | 13                       |
|                                                                                                      | GLACIAR Y PERIGLACIAR | Depósito glaciar modelado por acción fluvial                                      | 1                        |
|                                                                                                      | VOLCÁNICO             | Vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares                                | 1                        |
|                                                                                                      |                       | Relieve volcánico colinado muy bajo                                               | <1                       |
|                                                                                                      |                       | Relieve volcánico colinado bajo                                                   | <1                       |
|                                                                                                      |                       | Relieve volcánico colinado medio                                                  | 3                        |
|                                                                                                      |                       | Relieve volcánico colinado alto                                                   | 3                        |
|                                                                                                      |                       | Relieve volcánico colinado muy alto                                               | 2                        |
|                                                                                                      |                       | Relieve volcánico montañoso                                                       | 7                        |
|                                                                                                      | ESTRUCTURAL           | Niveles estructurales sobre lavas endurecidas                                     | 9                        |
|                                                                                                      |                       | Relieves escalonados sobre capas de lava endurecida y otros materiales volcánicos | 20                       |
|                                                                                                      | TECTÓNICO-EROSIVO     | Relieve colinado medio                                                            | <1                       |
|                                                                                                      |                       | Relieve colinado alto                                                             | 3                        |
|                                                                                                      |                       | Relieve colinado muy alto                                                         | 3                        |
|                                                                                                      | POLIGÉNICAS           | Coluvio-aluvial antiguo                                                           | <1                       |
|                                                                                                      |                       | Superficie inclinada                                                              | 10                       |
|                                                                                                      |                       | Superficie inclinada disectada                                                    | 6                        |
|                                                                                                      |                       | Abrupto de superficie inclinada                                                   | 1                        |
|                                                                                                      |                       | Interfluvio de cimas redondeadas                                                  | 1                        |
|                                                                                                      |                       | Interfluvio de cimas estrechas                                                    | 1                        |
|                                                                                                      | OTRAS GÉNESIS         | 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.) |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica | FLUVIAL           | Valle en V                                                                        | <1                       |
|                                                                      |                   | Barranco                                                                          | 5                        |
|                                                                      |                   | Garganta                                                                          | <1                       |
|                                                                      |                   | Encañonamiento                                                                    | <1                       |
|                                                                      |                   | Superficie de cono de deyección                                                   | <1                       |
|                                                                      | FLUVIO-LACUSTRE   | Depresión lagunar                                                                 | <1                       |
|                                                                      | LADERAS           | Vertiente rectilínea                                                              | 3                        |
|                                                                      |                   | Vertiente rectilínea con fuerte disección                                         | 13                       |
|                                                                      |                   | Vertiente rectilínea con salientes rocosos                                        | 3                        |
|                                                                      |                   | Vertiente rectilínea con abruptos                                                 | 5                        |
|                                                                      |                   | Vertiente abrupta                                                                 | 11                       |
|                                                                      |                   | Vertiente abrupta con fuerte disección                                            | 10                       |
|                                                                      |                   | Vertiente heterogénea                                                             | 34                       |
|                                                                      |                   | Vertiente heterogénea con fuerte disección                                        | 12                       |
|                                                                      |                   | Escarpe de deslizamiento                                                          | 4                        |
|                                                                      |                   | Coluvión antiguo                                                                  | 4                        |
|                                                                      |                   | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada                                        | 15                       |
|                                                                      |                   | Glacis de esparcimiento                                                           | 4                        |
|                                                                      |                   | Glacis de esparcimiento disectado                                                 | 2                        |
|                                                                      |                   | Testigo de glacis de esparcimiento                                                | 3                        |
|                                                                      | VOLCÁNICO         | Relieve volcánico colinado alto                                                   | <1                       |
|                                                                      |                   | Relieve volcánico montañoso                                                       | 2                        |
|                                                                      | ESTRUCTURAL       | Superficie de chevron                                                             | 1                        |
|                                                                      |                   | Vertiente de chevron                                                              | 3                        |
|                                                                      |                   | Niveles estructurales sobre lavas endurecidas                                     | 2                        |
|                                                                      |                   | Relieves escalonados sobre capas de lava endurecida y otros materiales volcánicos | 19                       |
|                                                                      | TECTÓNICO-EROSIVO | Relieve colinado muy alto                                                         | 1                        |
|                                                                      | POLIGÉNICAS       | Superficie inclinada                                                              | 1                        |
|                                                                      |                   | Superficie inclinada disectada                                                    | 2                        |
|                                                                      |                   | Abrupto de superficie inclinada                                                   | 1                        |
|                                                                      |                   | Interfluvio de cimas redondeadas                                                  | 2                        |
|                                                                      |                   | Interfluvio de cimas estrechas                                                    | <1                       |
|                                                                      |                   | 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.) |
|-------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Medio aluvial de Sierra | FLUVIAL        | Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación) | 3                        |
|                         |                | Valle en V                                                                       | 17                       |
|                         |                | Barranco                                                                         | 12                       |
|                         |                | Encañonamiento                                                                   | 3                        |
|                         |                | Terraza media                                                                    | <1                       |
|                         |                | Terraza alta                                                                     | 2                        |
|                         |                | Terraza colgada                                                                  | <1                       |
|                         |                | Vertiente o abrupto de terraza                                                   | <1                       |
|                         |                | Terrazas indiferenciadas                                                         | <1                       |
|                         |                | Superficie de cono de deyección                                                  | <1                       |
|                         |                | Abrupto de cono de deyección                                                     | <1                       |
|                         | POLIGÉNICAS    | Coluvio-aluvial antiguo                                                          | 3                        |
|                         |                | Superficie inclinada                                                             | <1                       |
|                         |                | Abrupto de superficie inclinada                                                  | <1                       |

Fuente: CTN

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

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

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

| FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL | SÍMBOLO          | EDAD        | LITOLOGÍA                                                                                                                                          | km <sup>2</sup> (aprox.) |
|--------------------------------------------|------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Depósitos de ladera                        | Q <sub>dl</sub>  | Cuaternario | Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas) | 9                        |
| Depósitos de ladera (derrumbe)             | Q <sub>dl3</sub> | Cuaternario | Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño                                                        | 39                       |



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

| <b>FORMACIÓN<br/>GEOLÓGICA O<br/>DEPÓSITO<br/>SUPERFICIAL</b> | <b>SÍMBOLO</b>    | <b>EDAD</b> | <b>LITOLOGÍA</b>                                                                                                                                                                                                                    | <b>km<sup>2</sup><br/>(aprox.)</b> |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Depósitos de ladera (coluvial)                                | Q <sub>dl4</sub>  | Cuaternario | Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno                                                                                        | 29                                 |
| Depósitos coluvio aluviales                                   | Q <sub>dca</sub>  | Cuaternario | Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques                                                                                                                                                                                             | 6                                  |
| Depósitos aluviales                                           | Q <sub>da</sub>   | Cuaternario | Arenas, limos, arcillas y conglomerados                                                                                                                                                                                             | 4                                  |
| 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                                                                                                                                                                                          | 3                                  |
| 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                                                         | 5                                  |
| Depósitos fluvio glaciares                                    | Q <sub>dfg</sub>  | Cuaternario | Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas                                                                                                                                                         | 6                                  |
| Depósitos fluvio lacustres                                    | Q <sub>dfl</sub>  | Cuaternario | Depósitos detríticos (lutitas y limos con intercalaciones esporádicas, o frecuentes, de niveles de arenas y conglomerados) y eventualmente químicos (carbonatos, evaporitas), con gran variabilidad horizontal y vertical de facies | 2                                  |
| Depósitos superficiales                                       | Q <sub>dsi</sub>  | Cuaternario | Depósitos superficiales indiferenciados                                                                                                                                                                                             | < 1                                |
| Formación Tarqui                                              | Mio <sub>Tq</sub> | Mioceno     | Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava                                                                                                                                 | 229                                |
| Grupo Ayancay                                                 | Mio <sub>Ay</sub> | Mioceno     | Areniscas, lutitas verdes y rojas y limolitas, con escasas tobas, capas de carbón y conglomerados                                                                                                                                   | 30                                 |

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

| FORMACIÓN<br>GEOLÓGICA O<br>DEPÓSITO<br>SUPERFICIAL      | SÍMBOLO              | EDAD                   | LITOLOGÍA                                                                                                | km <sup>2</sup><br>(aprox.) |
|----------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Formación Saraguro                                       | OliMio <sub>Sa</sub> | Oligoceno<br>-Mioceno  | Piroclastos (tobas y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfíricas) alternantes | 662                         |
| Rocas metamórficas                                       | ME                   | Paleozoico             | Rocas metamórficas indiferenciadas                                                                       | < 1                         |
| Serie Zamora                                             | Pz <sub>Z</sub>      | Paleozoico             | Granitoides y rocas metamórficas (filitas, cuarcitas, esquistos y gneises)                               | 15                          |
| Granito con moscovita y biotita                          | IN G <sub>1</sub>    | Sin asignación de edad | Granito con moscovita y biotita                                                                          | 11                          |
| Granito, granodiorita, tonalita, diorita <sup>(**)</sup> | IN G-Gd-To-D         | Sin asignación de edad | Granito, granodiorita, tonalita, diorita                                                                 | 27                          |
| Granodiorita, diorita, cuarzdiorita                      | IN Gd-D-Cd           | Sin asignación de edad | Granodiorita, diorita, cuarzdiorita                                                                      | 4                           |
| Granodiorita                                             | IN Gd                | Sin asignación de edad | Granodiorita                                                                                             | 3                           |

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

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

En los códigos, la primera o primeras letras hacen referencia a la edad: Q= Cuaternario, Mio=Mioceno, Oli-Mio= Oligoceno-Mioceno, Pz=Paleozoico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial en el caso de los materiales de edad Cuaternario (dl=depósitos de ladera; dca=depósitos coluvio aluviales, da= depósitos aluviales, dg= depósitos glaciares, etc.) o al nombre de la "formación geológica" (Sa= Saraguro; Tq= Tarqui; Ay=Ayancay; Z=Zamora, etc.). Los símbolos que inician su denominación con ME hacen referencia a rocas metamórficas que, en los insumos, carecían de asignación de edad, aunque por su posición y otras características han sido consideradas de forma genérica como pertenecientes al Paleozoico. Los símbolos que inician su denominación con IN se refieren a cuerpos intrusivos sin asignación de edad.

**(\*\*) Nota:** Los complejos intrusivos: San Lucas (Edad: Paleoceno) de composición: granito, granodiorita, tonalita, diorita; Abitagua-Guacamayos (Edad: Jurásico) de composición: granito, granodiorita; y Plutón Marcabelí (Edad: Paleozoico) de composición: alaskita, granito, cuarzdiorita, tonalita, en la salida gráfica aparecerán como formaciones: "Sin asignación de edad".

### 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 sitúa en el sector occidental del cantón Saraguro, siendo el mismo cauce de la cuenca alta del río Negro y de parte de río Huambusari en su confluencia con el río Negro. Se trata de un valle fluvial formado por depósitos superficiales de tipo aluvial, formados por arenas, limos, arcillas y conglomerados, que presenta una pendiente muy suave (de 2 a 5%) y una forma de valle plana. Se encuentra en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

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

Esta terraza baja está formando el cauce actual del río. En este caso se encuentra en los cauces de los ríos León y Jubones, a lo largo de la zona septentrional del cantón, en la frontera con los cantones Oña, Nabón y Santa Isabel. También se encuentra esta geoforma en el cauce de los ríos Naranjo y Uchucay, que se confluyen desde el sur con los antes mencionados, respectivamente. Todas las geoformas se localizan dentro del contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

La terraza baja se compone de depósitos aluviales, con un alto contenido de cantos y bloques. Presenta pendientes muy suaves (de 2 a 5%) y una forma de valle plana.



**Foto 1.** Terraza baja y cauce actual en río Jubones. Sector Huscachaca. 06/12/2014.

### 3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3)

Se trata de un valle amplio, que no se clasifica como ningún otro valle. Se encuentra en la zona suroriental del cantón, formado en la unión de dos valles modelados por unos afluentes de la quebrada Chiquiro, situados al noreste de Turucachi. Este valle con forma de U, está formado por depósitos aluviales y tiene una pendiente suave (de 5 a 12%).

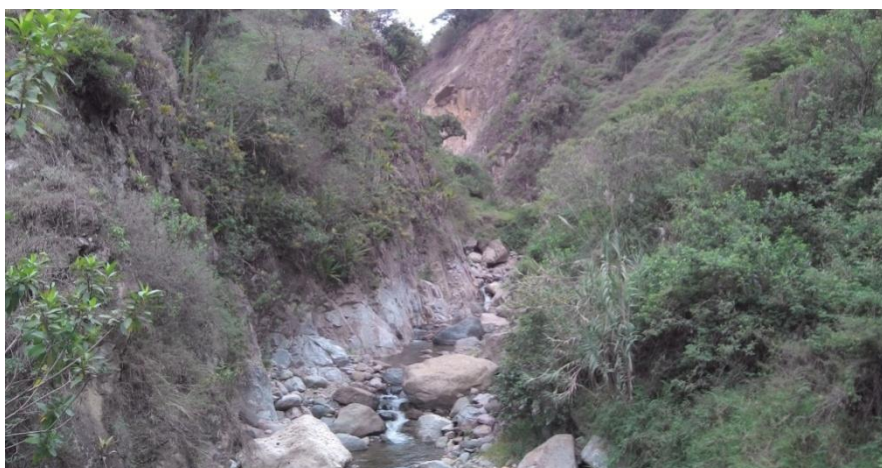


**Foto 2.** Valle indiferenciado. Sector Turucachi. 08/12/2014.

### 3.5.1.4. Valle en V (E1)

Estos valles, que se caracterizan por un perfil transversal en forma de V, se encuentran en cuatro contextos morfológicos distintos, repartidos por el cantón. En general presentan pendientes fuertes.

Se encuentran en los contextos: i) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*; ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*; iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*; y iv) *Medio aluvial de Sierra*. En todos los contextos se desarrollan valles en V sobre la Formación Saraguro; en el contexto *Vertientes y relieves inferiores* se pueden dar además sobre el cuerpo intrusivo de Granito con moscovita y biotita. En el contexto *Medio aluvial de Sierra* se desarrollan estos valles sobre la Formación Saraguro y además sobre el Grupo Ayancay y la Formación Tarqui y sobre el conjunto intrusivo de Granito, granodiorita, tonalita y diorita.



**Foto 3.** Valle en V en el río San Nicolás. Sector El Durazno. 05/12/2014.



#### 3.5.1.5. Barranco (E2)

Los barrancos se encuentran repartidos por todo el cantón, dentro de los ocho contextos morfológicos descritos para el mismo, formando una densa red de drenaje. Se forman sobre cualquiera de las litologías presentes en el cantón, según su localización geográfica.

Esta geoforma típica de los cursos altos de los ríos, presenta generalmente pendientes fuertes (de 40 a 70%) y en algunos casos hasta 100%. La forma del valle suele ser en forma de V, aunque en los contextos *Paisajes glaciares* y *Vertientes y relieves inferiores* se dan también formas de valle en U.



**Fotos 4 y 5.** Barranco. Sector Santa Rosa (izquierda). 09/12/2014. Sector Jera (derecha). 10/12/2014.

#### 3.5.1.6. Garganta (E3)

Se localizan dos gargantas en este cantón, en diferentes contextos morfológicos. Las gargantas también son típicas de los cursos altos de los ríos y presentan pendientes muy fuertes (de 70 a 100%) y valles en forma de V.

En el sector suroriental del cantón Saraguro se encuentra esta geoforma en el contexto morfológico *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, erosionando la Formación Tarqui, en la quebrada Mioyahuaycu. Esta garganta presenta un desnivel de 25 a 50 metros y tiene una vertiente rectilínea moderadamente larga. En el sector norte del cantón, se localiza otra garganta, desarrollada sobre el Grupo Ayancay, en una quebrada al oeste de la loma Chonllola.

#### 3.5.1.7. Encañonamiento (E4)

Esta geoforma se encuentra en los sectores central y norte del cantón, desarrollada en dos contextos morfológicos, ambos sobre la Formación Saraguro. Son encañonamientos con pendientes muy fuertes, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con forma rectilínea y valles en forma de V.

En el sector norte se encuentran varios encañonamientos en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*, al noreste en las quebradas Lomacuchu y Torate y al norte en un afluente del río Jubones. En este contexto se pueden dar pendientes escarpadas (de 100 a 150%) y el desnivel relativo es de 50 a 100 metros.

También se localiza esta geoforma dentro del contexto *Medio aluvial de Sierra*. A lo largo del río Manu en el sector norte y en la zona central del cantón, en los ríos Celén y Tenta, con desniveles que van desde 50 a 200 metros.



**Fotos 6 y 7.** Encañonamiento. Sector Celén (izquierda). Sector San Pablo de Tenta (derecha). 07/12/2014.

#### 3.5.1.8. Terraza media (Tm)

Estas terrazas son superficies de planas a muy suaves (de 0 a 5%) formadas por depósitos aluviales de terraza, compuestos por conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa. Se localizan en las márgenes de los ríos, siendo los restos de antiguas superficies de inundación.

Esta geoforma se sitúa en el extremo norte del cantón Saraguro, en la margen del río León a la altura de su confluencia con el río Rircay, en la margen del río Jubones y en la margen izquierda del río Uchucay. Se localiza en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.



**Foto 8.** Terraza media. Sector río Uchucay. 06/12/2014.

#### 3.5.1.9. Terraza alta (Ta)

Estas terrazas están ligadas a la geoforma anterior, en una cota 20 metros más alta. Se sitúan en la misma zona, en las márgenes de los ríos León y Jubones y al oeste de la terraza media del río Uchucay, dentro del *Medio aluvial de Sierra*. Son superficies, en este caso, con pendientes de suaves a muy suaves (de 2 a 12%) y están formadas por depósitos aluviales de terraza.

#### 3.5.1.10. Terraza colgada (Tc)

Esta terraza se localiza únicamente en el sector norte, en la confluencia de los ríos León y Rircay, dentro del contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

Se trata de una superficie compuesta por depósitos aluviales de terraza, con una pendiente suave (de 5 a 12%), formada en una antigua superficie de inundación que se sitúa a unos 20 metros por encima del río León.

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

Estas vertientes o abruptos de terraza son los escalones que delimitan algunas de las terrazas medias anteriores (Tm), en la margen del río Jubones y en la del río Uchuchay. También es el abrupto de la terraza colgada (Tc). Todas se localizan en el sector norte del cantón, dentro del contexto *Medio aluvial de Sierra*.

Están formadas por pendientes medias (de 12 a 25%) y fuertes (de 40 a 70%), con la misma litología que las terrazas, conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa. Tienen desniveles de 5 a 25 metros y vertientes de corta longitud (de 15 a 50 m) con formas cóncavas o rectilíneas.

#### 3.5.1.12. Terrazas indiferenciadas (Ti)

Este tipo de terraza está formada por los mismos depósitos de terraza, pero no se ha podido clasificar como ninguna de las anteriores en el sistema fluvial. Se localiza al este del cantón, en la margen izquierda del río León a la altura de El Tambo, dentro del contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*. Es una superficie caracterizada por una pendiente suave (5 a 12%).

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

Estas superficies se encuentran en tres contextos morfológicos localizados en diferentes sectores. La litología está formada por depósitos aluviales de cono de deyección, que constan de limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables en todos los contextos.

En el sector noreste del cantón se encuentran conos de deyección en varias zonas de la margen izquierda del río León, en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas*. En este caso se caracterizan por presentar una pendiente suave a media, un desnivel relativo de 5 a 15 metros y de 25 a 50 metros y vertientes moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con formas convexas o rectilíneas.

En el sector central, estas superficies se forman en las márgenes del río Naranjo, dentro del contexto *Medio aluvial de Sierra*. Estos conos de deyección tienen pendientes medias, uno presenta un desnivel de 25 a 50 metros con una vertiente



larga (de 250 a 500 m) y otro tiene un desnivel mayor de 300 metros, siendo la vertiente muy larga (más de 500 m). Ambos conos tienen forma de vertiente mixta.

En el sector suroeste del cantón, se encuentra un cono de deyección al final de la quebrada Las Palmas, en su confluencia con el río el Llacu. Este cono tiene una pendiente media, un desnivel de 50 a 100 metros y una vertiente mixta larga.

#### 3.5.1.14. Abrupto de cono de deyección (Cd2)

Se trata de la vertiente o abrupto del cono de deyección anterior (Cd1) situado en el sector central del cantón, en la margen derecha del río Naranjo, dentro del contexto *Medio aluvial de Sierra*.

Está formado por depósitos aluviales de cono de deyección y se caracteriza por una pendiente fuerte (de 40 a 70%), un desnivel relativo comprendido entre 25 y 50 metros y una vertiente rectilínea de longitud entre 50 a 250 metros.

### 3.5.2. Fluvio-lacustre

#### 3.5.2.1. Relieve lacustre ondulado (FI2)

Esta geoforma se encuentra en el sector norte del cantón, dentro del contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*. Es un relieve que se forma a lo largo de un conjunto de depresiones lagunares, entre la quebrada Cajamarca y el Filo de Geselán. Está formado por depósitos fluvio lacustres con una pendiente suave (de 2 a 5%).

#### 3.5.2.2. Depresión lagunar (Fo1)

Se localizan varias depresiones en el sector noreste del cantón, al este de La Trinidad, donde agua se acumula de forma temporal. Esta geoforma no presenta ninguna litología, debido a la lámina de agua con que suele cubrirse. Tiene una pendiente plana (de 0 a 2%) y se encuentra dentro del contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

### 3.5.3. Laderas

#### 3.5.3.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma se sitúa repartida por toda la superficie del cantón Saraguro, desarrollada sobre cinco contextos morfológicos distintos. Estas vertientes presentan pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%), con un desnivel relativo muy variable, generalmente de 50 a más de 300 metros, la longitud de vertiente va desde 50 a más de 500 metros y tienen forma rectilínea según describe la geoforma.

Se encuentran en los contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Relieves de los márgenes de cimas frías*; iii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*; iv) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*; y v) *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

Estas laderas se desarrollan generalmente en la Formación Saraguro en todos los contextos y en la Formación Tarqui, excepto en los contextos *Paisajes glaciares* y *Relieves de fondo*. En los *Paisajes glaciares* se encuentra también sobre Riolitas y Granodioritas (CODIGEM-BGS, 1994); en los *Relieves de fondo* sobre el conjunto intrusivo de Granito, granodiorita, tonalita y diorita; y en las *Vertientes y relieves superiores* sobre los granitoides de la Serie Zamora.

En el contexto *Vertientes y relieves inferiores* se han identificado en campo tobas graníticas y, aunque el insumo indicaba granitos y se han identificado afloramientos puntuales de granito, se ha asignado la Formación Saraguro por verificación en campo.



**Fotos 9 y 10.** Vertiente rectilínea. Sector San Antonio de Manu (izquierda). 05/12/2014. Sector San Vicente (derecha). 07/12/2014.

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

Esta geoforma se sitúa repartida prácticamente por todo el cantón Saraguro, dentro de los mismos contextos morfológicos que la geoforma anterior (Lr1) y además en el contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Estas laderas presentan una fuerte disección que se desarrolla sobre varias de las litologías descritas para el cantón, según su localización geográfica. Mayoritariamente se encuentran en las formaciones Saraguro y Tarqui y en algunos contextos se

desarrollan sobre el Grupo Ayancay, la Serie Zamora o los conjuntos intrusivos de Granito, granodiorita, tonalita, diorita, Granito con moscovita y biotita y Granodiorita.

Las vertientes presentan una pendiente más o menos constante, de fuerte inclinación (de 40 a 70%) y una forma de vertiente rectilínea. El desnivel relativo es, generalmente, mayor de 100 metros y en muy pocos casos se dan desniveles de 25 a 100 metros. Pueden darse vertientes desde 50 a más de 500 metros de longitud, aunque en *Relieves diversificados* únicamente se encuentran vertientes muy largas (de más de 500 m).



**Fotos 11 y 12.** Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector La Florida. Vista general (izquierda) y detalle de Formación Saraguro (derecha). 07/12/2014.

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

Esta geoforma se localiza en el sector norte del cantón, dentro del contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*. Se corresponden con la vertiente este del cerro Lumbrera y la vertiente oeste del cerro La Arquilla.

Las vertientes comprenden las superficies inclinadas entre el punto más alto y el más bajo del relieve. En este caso son laderas rectilíneas en las que aparecen salientes rocosos dispersos.

Son laderas con pendientes fuertes (de 40 a 70%), desnivel relativo mayor a 300 metros y longitud de vertiente muy larga (más de 500 metros) con forma rectilínea.

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

Estas vertientes se encuentran principalmente en la mitad septentrional del cantón y en la zona centro-sur, en los contextos morfológicos *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica* y en las *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

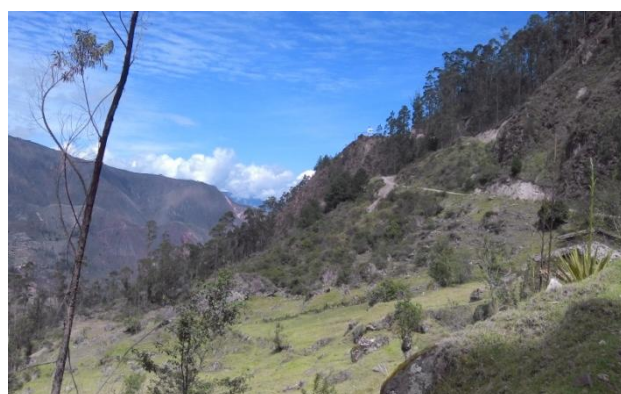
Estas laderas están salpicadas por zonas de mayor pendiente o abruptos, que se forman debido a la litología de la Formación Saraguro, compuesta por piroclastos y lavas alternantes. Tienen en general pendientes fuertes, desniveles mayores de 300 metros y una longitud de vertiente muy larga (superior a 500 m). En el noroeste del cantón se localiza una vertiente con un desnivel de 200 a 300 metros.

### 3.5.3.5. Vertiente abrupta (La1)

Estas vertientes se encuentran repartidas por todo el cantón Saraguro salvo en su extremo sur. Se localiza en cinco contextos morfológicos. En general son laderas con pendiente muy fuerte (de 70 a 100%), con desnivel relativo de más de 100 metros y con forma de vertiente rectilínea.

Los contextos en que se presenta son: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Relieves de los márgenes de cimas frías*; iii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*; iv) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*; y v) *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*. En todos los contextos se desarrollan vertientes abruptas sobre la Formación Saraguro, en los tres últimos contextos también sobre la Formación Tarqui y en los *Relieves de fondo* se presentan además sobre el Grupo Ayancay.

En general son vertientes con una longitud de moderada a muy larga (de 50 a más de 500 m) pero en el caso de los *Paisajes glaciares* únicamente llegan a 250 metros y en los *Relieves de los márgenes de cimas frías* solo se dan vertientes largas (de 250 a 500 m). Particularmente en los contextos *Paisajes glaciares* y *Vertientes y relieves inferiores y superiores* se encuentran desniveles menores, de 50 a 100 metros. En estos dos últimos contextos se observa en campo una pendiente abrupta, aunque el insumo refleja una pendiente menor.



**Fotos 13 y 14.** Vertiente abrupta. Sector Mater (izquierda) 06/12/2014. Sector Piñán (derecha) 10/12/2014.

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

Este tipo de vertiente se encuentra mayoritariamente en el centro del cantón y también en el sector norte, en el extremo occidental y en el extremo suroriental. Se localiza dentro de los mismos contextos morfológicos que la vertiente abrupta (La1) y además en el contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

En todos los contextos la vertiente abrupta con fuerte disección se desarrolla sobre los materiales de la Formación Saraguro, excepto en el contexto *Relieves de los márgenes de cimas frías*, donde solo se desarrollan estas vertientes sobre la Formación Tarqui. Esta última formación se encuentra también en los contextos *Vertientes y relieves inferiores y Vertientes y relieves superiores*.



Estas laderas se caracterizan por tener pendientes muy fuertes; en la mayoría de los contextos se observa dicho tipo, aunque el insumo de pendientes refleja una pendiente menor. Tienen desniveles relativos mayores de 100 metros y vertientes con forma rectilínea y longitud de larga a muy larga (de 250 a 500 m).



**Fotos 15 y 16.** Vertiente abrupta con fuerte disección. Sector San José (izquierda) 09/12/2014. Sector Jaratenta (derecha) 09/12/2014.

#### 3.5.3.7. Vertiente heterogénea (Lh1)

Estas vertientes se encuentran repartidas por el cantón, dentro de todos los contextos descritos para el mismo, excepto en el *Medio aluvial de Sierra*. Esta geoforma es la que más extensión ocupa y se desarrolla sobre casi todas las litologías presentes en el cantón, según su localización geográfica.

Son laderas de perfil mixto o irregular, con longitudes de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m). Presentan un amplio rango de pendientes (del 12 al 70%), desniveles relativos generalmente mayores de 100 metros aunque en todos los casos mayores de 50 metros. En los Paisajes glaciares se dan solo desniveles de 50 a 100 metros.

Las vertientes de los *Relieves de fondo* no se corresponden con la geoforma que indica el insumo geológico (masa deslizada). La litología se ha asignado como la Formación Saraguro debido a que se trata de un relieve que concuerda mejor con esta formación que con la colindante, el Grupo Ayancay.



**Foto 17.** Vertiente heterogénea. Sector Ramos Urcu. 08/12/2014.

### 3.5.3.8. Vertiente rocosa (Lh3)

Esta vertiente es de las menos representativas del cantón. Se encuentra en tres contextos morfológicos, situada en los sectores norte, este y oeste, desarrolladas sobre la Formación Saraguro. En general, las vertientes de esta geoforma tienen longitudes de largas a muy largas (de 250 a más de 500 m).

En el extremo occidental se encuentran vertientes rocosas dentro del contexto *Relieves de los márgenes de cimas frías* con pendientes fuertes, un desnivel de 200 a 300 metros y vertientes con forma mixta. En el extremo noroccidental se localiza una pequeña vertiente rocosa con igual desnivel relativo, pero pendientes muy fuertes y forma de vertiente irregular, dentro del contexto *Vertientes y relieves superiores*.

En la zona norte y el sector noreste, esta geoforma se localiza dentro del contexto *Vertientes y relieves inferiores*, con una pendiente muy fuerte, desnivel de más de 300 metros y forma de vertiente irregular.

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

Esta geoforma se reparte por todo el cantón, excepto en los extremos norte y sur. Se encuentra dentro de seis contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Relieves de los márgenes de cimas frías*; iii) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; iv) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*; v) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*; y vi) *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

Estas laderas se desarrollan sobre la Formación Saraguro en todos los contextos excepto en los *Relieves de los márgenes de cimas frías*, donde se forman sobre la Formación Tarqui y el conjunto intrusivo compuesto por Granito, granodiorita, tonalita y diorita. En los dos contextos de *Vertientes y relieves* también se desarrollan las vertientes heterogéneas sobre la Formación Tarqui y en las *Vertientes y relieves inferiores* se dan además sobre el macizo de Granito con moscovita y biotita. En los *Relieves de fondo* se encuentran también sobre el Grupo Ayancay y en los *Relieves diversificados* sobre la Serie Zamora.

Las vertientes heterogéneas presentan generalmente pendientes de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), un desnivel mayor de 200 metros y vertientes de longitud muy larga (superior a 500 m) con forma irregular o mixta. En los *Relieves de fondo* se dan además pendientes medias, desnivel de 100 a 200 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m); este mismo desnivel se encuentra también en los *Relieves de los márgenes de cimas frías* y *Vertientes y relieves superiores*.





**Fotos 18 y 19.** Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector Cerro la Arquilla (izquierda) 05/12/2014. Sector Llacu (derecha) 06/12/2014.

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

Los escarpes se producen por los movimientos de ladera de una masa de suelo o roca. En este cantón estos deslizamientos se dan sobre todo en la Formación Saraguro, donde queda registrado el escarpe. Se localizan por los extremos occidental, noroccidental y las zonas centro y centro-este del cantón, desarrollados en cinco contextos morfológicos.

Los contextos en los que se presentan son: i) *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*; ii) *Relieves de los márgenes de cimas frías*; iii) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; iv) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*; y v) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*. En el contexto *Relieves de fondo* se dan los escarpes también sobre el Grupo Ayancay y en las *Vertientes y relieves inferiores* sobre la Formación Tarqui.

Las pendientes de los escarpes son fuertes a muy fuertes y sus vertientes tienen formas cóncavas o rectilíneas. El desnivel relativo puede ser de 50 a 100 metros, en los *Relieves diversificados*, y hasta 300 metros en el resto de contextos, excepto en las *Vertientes y relieves superiores* el desnivel es solo de 100 a 200 metros. Las vertientes tienen una longitud moderadamente larga aunque en los contextos *Relieves de fondo*, *Vertientes y relieves inferiores* pueden ser largas, o como en los *Relieves de los márgenes*, muy larga.

#### 3.5.3.11. Coluvión reciente (Col1)

Estos depósitos se encuentran repartidos por la mitad suroriental del cantón, dentro de cuatro contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Relieves de los márgenes de cimas frías*; iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*; y iv) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

Se trata de acumulaciones recientes de depósitos coluviales de ladera, que presentan pendientes de media a media a fuerte (de 12 a 40%). El desnivel relativo en los *Relieves de los márgenes* es de 50 a 100 metros y en los *Paisajes glaciares* es de 100 a 200 metros; las vertientes de los coluviones en ambos contextos son largas con forma rectilínea y mixta, respectivamente.

En los contextos *Vertientes y relieves inferiores* y *Vertientes y relieves superiores* el desnivel varía desde 15 a 100 metros e incluso hasta 200 metros en las *Vertientes y relieves superiores*. En ambos se dan vertientes de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con forma mixta en las *Vertientes y relieves inferiores* y de distintas morfologías en las *Vertientes y relieves superiores*.



**Foto 20.** Coluvión reciente. Sector Ugsha. 08/12/2014.

#### 3.5.3.12. Coluvión antiguo (Col2)

Los coluviones antiguos están presentes en todos los contextos descritos excepto en *Medio aluvial de Sierra* y *Relieves diversificados*. Esta geoforma se compone de depósitos coluviales de ladera más antiguos que la geoforma anterior (Col1).

En general presentan pendientes de media a media a fuerte (de 12 a 40%) y hasta fuertes en los *Relieves de fondo* y en ambos contextos de *Vertientes y relieves*. El desnivel relativo generalmente va de 25 a 100 metros en los *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo*, hasta los 200 metros en los *Relieves de los márgenes* y hasta más de 300 metros en el resto de contextos. Las vertientes tienen una longitud de moderada a muy larga (de 50 a más de 500 m), excepto en los *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo* que son hasta 500 metros y la forma de las vertientes puede ser muy variante.



**Foto 21.** Coluvión antiguo. Sector Purdilli. 06/12/2014.



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

Estos depósitos se sitúan repartidos por toda la superficie del cantón, sus escarpes (Lh6) en muchos casos no son mapeables. Se encuentran en todos los contextos descritos para el cantón, excepto *Paisajes de páramo* y *Medio aluvial de Sierra*. Están formados por una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño que se forman por el deslizamiento de las diferentes litologías presentes en el cantón.

La morfología de esta geoforma se caracteriza por pendientes generalmente de medias a fuertes (de 12 a 70%), con desniveles de rangos muy diversos, debido a la magnitud del movimiento. Las vertientes suelen ser de largas a muy largas y desde moderadamente largas en los *Relieves de los márgenes* y en las *Vertientes y relieves*, con formas de vertiente cóncava, irregular y mixta.



**Foto 22.** Depósitos de deslizamiento, masa deslizada. Sector Lugmahuacu. 10/12/2014.

### 3.5.3.14. Glacis de esparcimiento (Pd1)

Esta geoforma se localiza en el sector norte del cantón Saraguro, dentro del contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*. Es un glacis formado por depósitos de ladera, con una pendiente de suave a media (de 5 a 25%), un desnivel relativo entre 100 y 200 metros y vertientes de longitud muy larga (más de 500 metros) con formas cóncavas o rectilíneas.



**Fotos 23 y 24.** Glacis de esparcimiento. Vista general (izquierda) y detalle del depósito superficial (derecha). Sector Chiquero. 06/12/2014.

#### 3.5.3.15. Glacis de esparcimiento disectado (Pd2)

Los glacis de esparcimiento disectados de este cantón se encuentran en la zona nororiental, en la margen izquierda del río León. Están dentro del contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

Se trata de dos unidades geomorfológicas formadas por depósitos de ladera. Ambas geoformas presentan vertientes de longitud de moderadamente larga (de 50 a 250 m) con forma rectilínea. En un caso el desnivel relativo está comprendido entre 15 y 25 metros y se da una pendiente media a fuerte (de 25 a 40%); en el otro caso la pendiente es media y el desnivel relativo de 50 a 100 metros.

#### 3.5.3.16. Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4)

Son parte de *glacis de esparcimiento*, con una superficie incompleta que se localizan en el sector norte y noreste del cantón. Están formados por los mismos materiales que los glacis, por depósitos de ladera, en el mismo contexto.

Se localizan varios testigos de glacis dispersos en el norte del cantón y en la zona centro-este, a lo largo de la margen izquierda de los ríos Naranjo y León. La morfología de esta geoforma presenta generalmente pendientes suaves a medias (de 5 a 25%), desniveles relativos muy variables, de 15 a 300 metros y vertientes cóncavas y rectilíneas de longitud moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m).

### 3.5.4. Glaciar y periglacial

#### 3.5.4.1. Circo glaciar (Gf1)

Los circos glaciares se encuentran a lo largo del extremo suroeste y oeste del cantón, dentro del contexto *Paisajes glaciares*.

Están formados sobre la Formación Saraguro con pendientes de media a fuerte hasta fuerte (de 24 a 70%). Tienen un desnivel relativo de 50 a 200 metros con unas vertientes de moderada a muy larga longitud, con forma cóncava o mixta (cóncava-convexa).

#### 3.5.4.2. Cubeta glaciar (Gf2)

Esta geoforma se encuentra en la parte más baja de los algunos de los circos glaciares anteriores (Gf1), por tanto se localizan en el extremo suroeste, dentro del contexto *Paisajes glaciares*.

Estas cubetas glaciares están formadas por depósitos glaciares y tienen una pendiente suave a media. El desnivel relativo puede ser de 5 hasta 100 metros y las vertientes desde cortas a muy largas (de 15 a más de 500 m) con formas cóncavas y mixtas.



**Foto 25.** Cubeta glaciar. Sector La Florida. 07/12/2014.

#### 3.5.4.3. Fondo de valle glaciar (Gf3)

Esta geoforma se localiza en las proximidades de las geoformas anteriores, en el extremo suroeste del cantón, dentro del mismo contexto morfológico. Se trata de los fondos de los valles glaciares, que presentan pendientes suaves a medias (de 5 a 12%) con una típica forma de valle en U. Están formados por depósitos glaciares.



**Foto 26.** Fondo de valle glaciar. Sector La Florida. 07/12/2014.

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

Las vertientes de los valles glaciares en este cantón están desarrolladas sobre la Formación Saraguro, en el extremo suroeste, dentro del contexto *Paisajes glaciares*. Son laderas con una pendiente variable de media a fuerte (de 12 a 70%), un desnivel que va desde 25 a 200 metros y con unas vertientes de 50 a más de 500 metros de longitud y forma rectilínea, cóncava o mixta.



**Foto 27.** Vertiente de valle glaciar. Sector La Florida. 07/12/2014.



#### 3.5.4.5. Laguna glaciár (Gf8)

Estas lagunas se forman en el ambiente glaciár o subglaciár, en este caso asociadas a las cubetas glaciáres anteriores (Gf2). Se localizan, por tanto, en el extremo suroeste del cantón, en el contexto *Paisajes glaciáres* y se conoce como Laguna Chinchilla. Es una geoforma con pendiente plana (de 0 a 2%) de la que no se describe litología al estar cubierta por una lámina de agua.

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

Las morrenas están formadas por depósitos glaciáres caracterizados como till. En el cantón Saraguro se encuentran en el contexto *Paisajes glaciáres*, en la zona suroeste, situada al norte de la loma Pajas Blancas. Se caracterizan por pendientes medias, un desnivel de 15 a 25 metros con pendientes convexas o mixtas de corta longitud (de 15 a 50 m).

#### 3.5.4.7. Morrena lateral (Gd2)

Esta morrena se localiza en el mismo sector del cantón que las geoformas anteriores. Este tipo de morrena está compuesta por depósitos glaciáres y comienza a formarse entre dos circos glaciáres. Presenta una pendiente media a fuerte (de 25 a 40%), con un desnivel de 50 a 100 metros y una vertiente con forma mixta de larga longitud (de 250 a 500 m).



**Fotos 28 y 29.** Morrena lateral en Cerro Negro. Vista general (izquierda) y detalle de depósitos glaciáres (derecha). Sector La Florida. 07/12/2014.

#### 3.5.4.8. Depósito glaciár modelado por acción fluvial (Gd6)

Esta unidad geomorfológica se encuentra principalmente en las zonas suroeste y oeste del cantón, dentro de los contextos *Paisajes glaciáres*, *Paisajes de páramo con modelado periglaciár* y *Vertientes y relieves superiores*, aunque también se encuentra esta geoforma en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores* en el centro del cantón, en el sector Cañicapa.

Estas geoformas están situadas sobre canales y quebradas de la red fluvial, y por tanto están formadas por depósitos fluvio glaciáres. Generalmente, presentan una pendiente de suave a media a fuerte (de 5 a 40%).

El desnivel relativo y las vertientes de esta geoforma varían mucho en los diferentes contextos. En los *Paisajes glaciáres* el desnivel va de 25 a 100 metros y las vertientes

son largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con forma cóncava o mixta. En las *Vertientes y relieves inferiores* se dan depósitos con un desnivel de 100 a 200 metros y vertientes irregulares muy largas; y en las *Vertientes y relieves superiores* los desniveles pueden ser desde 5 a 15 metros y de 50 a 200 metros, con vertientes cortas (de 15 a 50 m) y de largas a muy largas, con forma irregular o mixta.



**Foto 30.** Depósito glaciar modelado por acción fluvial. Río Huambusari, Sector Valle Hermoso. 06/12/2014.

#### 3.5.4.9. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial (Gp2)

Se trata de una zona de drenaje que se localiza en la zona occidental del cantón, al norte del Cerro Cubilán. Está formada por suelos esponjosos producto de la acción de los ciclos de hielo-deshielo, formados por depósitos superficiales indiferenciados. Tiene una pendiente suave y ocupa una extensión de unas 12 ha. Se encuentra dentro del contexto *Paisajes glaciares*.

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

Los afloramientos rocosos se localizan en el sector occidental del cantón, dentro de dos contextos morfológicos distintos. Son rocas de la Formación Saraguro que se presentan en superficie, con una escasa presencia de suelo en una pendiente de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%).

En el contexto *Paisajes glaciares*, los afloramientos presentan un desnivel desde 25 a 200 metros y vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con formas irregulares o cóncavas. En el contexto *Vertientes y relieves superiores* el desnivel es de 50 a 100 metros y las vertientes mixtas o cóncavas, con longitud de 50 a 250 metros.



**Foto 31.** Afloramientos rocosos en ambiente periglacial en Cerro Negro. Sector La Florida. 11/12/2014.

### 3.5.5. Volcánico

#### 3.5.5.1. Superficie de meseta volcánica disectada (Rv2)

Esta superficie es la geoforma de mayor extensión del cantón, ocupa aproximadamente 60 km<sup>2</sup>. Se encuentra en el sector oriental del cantón Saraguro, ubicada entre Urdaneta y Potrerillos, en el contexto morfológico *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Es una superficie disectada con pendiente media, formada sobre las tobas y aglomerados caolinizados, con bajo porcentaje de lava de la Formación Tarqui. Presenta un desnivel de 25 a 50 metros y una vertiente moderadamente larga con forma mixta. Tiene valles con forma de V y cimas redondeadas.



**Foto 32.** Superficie de meseta volcánica disectada. Sector El Coposo. 10/12/2014.

#### 3.5.5.2. Vertiente de meseta volcánica (Rv4)

Esta geoforma es una vertiente de muy fuerte pendiente, que delimita la superficie anterior (Rv2) en su extremo noreste. Se desarrolla en la misma formación y el mismo contexto morfológico que la superficie de meseta volcánica disectada. Es una ladera con un desnivel relativo de 100 a 200 metros con una vertiente de forma rectilínea y de longitud moderadamente larga.



### 3.5.5.3. Vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares (Rv5)

Esta unidad geomorfológica se desarrolla particularmente en la Formación Saraguro, debido a su litología compuesta por piroclastos (tobas y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfiríticas) alternantes. Presenta pendientes de fuertes a muy fuertes (de 40 a 70%), desniveles de 50 a 300 metros y vertientes con longitud de 50 a más de 500 metros y formas mixtas o rectilíneas.

En el cantón Saraguro, esta vertiente se encuentra dentro del contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas*. Se localiza en la zona oriental, sobre la vertiente occidental de Huayraloma y la loma Zhio, y en la zona central, entre Cañicapa y San Pablo de Tenta.



**Foto 33.** Vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares. Sector Cañicapa. 07/12/2014.

### 3.5.5.4. Relieve volcánico colinado muy bajo (Rv7)

Esta geoforma se sitúa en el sector centro-sur y suroriental del cantón Saraguro, representada en pequeñas extensiones, dentro de los contextos *Paisajes glaciares*, *Vertientes y relieves superiores* y *Vertientes y relieves inferiores*. En el extremo sur del cantón se localiza este relieve en el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial*, ocupando una extensión de unos 3 km<sup>2</sup>.

Se trata de un relieve con desniveles relativos comprendidos entre 5 y 15 metros, formado en las zonas altas de los contextos morfológicos. Es volcánico pues está creado por la Formación Tarqui, compuesta por tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava).

Se caracteriza por pendientes medias (de 12 a 25%), un desnivel relativo definido por la geoforma, vertientes mixtas de longitud corta (de 15 a 50 metros) y moderadamente larga (de 50 a 250 m) con forma convexa en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial*. Se dan formas de cima redondeadas formas de valle en V, en los *Paisajes glaciares* en U y planas en los *Paisajes de páramo*.

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

Este relieve se caracteriza por un desnivel relativo entre 15 y 25 metros y por estar formado sobre los materiales volcánicos de la Formación Tarqui. Se encuentran pequeñas áreas de esta geoforma en los sectores oriental, suroriental y centro-sur del cantón, en mismos contextos morfológicos que la geoforma anterior (Rv7).

En general el relieve presenta pendientes medias, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con forma mixta, forma de cima redondeada y valles en forma de V, excepto en *Paisajes de páramo*, donde la forma del valle es plana. En el contexto *Vertientes y relieves superiores* se dan también vertientes cortas con pendiente media a fuerte (hasta 40%).

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

Esta geoforma, con mayor extensión que las anteriores, se encuentra repartida por la mitad meridional del cantón, mayoritariamente en el extremo suroriental. Está dentro de cinco contextos morfológicos, los mismos que las geoformas anteriores y además en los *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Este relieve se forma sobre las formaciones Saraguro y Tarqui, según su localización geográfica. Su característica principal es el desnivel relativo comprendido entre 25 y 100 metros. En general tiene pendientes de media a fuerte (de 12 a 70%), con vertientes mixtas moderadamente largas, cimas con forma aguda o redondeada y valles en V o en U. Los relieves de los contextos *Relieves de los márgenes* y *Vertientes y relieves superiores* presentan también vertientes de corta longitud (de 15 a 50 m) y este último contexto en algunos casos tiene cimas planas.



**Foto 34.** Relieve volcánico colinado medio. Sector Chuba. 07/12/2014.



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

Similar a la anterior geoforma en cuanto extensión y ubicada en las mismas zonas geográficas, este relieve da lugar a elevaciones de hasta 200 metros de desnivel relativo. Se encuentra en todos los contextos morfológicos menos en *Medio aluvial de Sierra y Relieves diversificados*, sobre las formaciones Saraguro y Tarqui.

Se caracteriza por presentar pendientes de 12 a 70%, cimas agudas, vertientes rectilíneas o mixtas, con una longitud de vertiente de moderadamente larga a larga (de 50 a 250 m) y valles en forma de V y en algunos casos en forma de U. En el contexto *Vertientes y relieves inferiores* se dan vertientes muy largas, formas de vertiente irregular y pendientes muy fuertes.



**Foto 35.** Relieve volcánico colinado muy alto. Loma El Quingueado. Sector Turucachi. 09/12/2014.

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

El relieve de esta geoforma se caracteriza por un desnivel relativo de 200 a 300 metros. Se encuentra principalmente en la mitad meridional del cantón, aunque también se localiza este relieve en el extremo norte. Está dentro de tres contextos morfológicos. En general se desarrolla sobre la Formación Saraguro y tiene pendientes fuertes a muy fuertes.

En el contexto *Vertientes y relieves superiores* se encuentran también pendientes media a fuerte sobre la Formación Tarqui. En este contexto se dan vertientes largas a muy largas con forma regular, rectilínea o mixta, y formas de valle en V y de cima aguda o redondeada.

En el contexto *Relieves de los márgenes* las vertientes son muy largas (más de 500 m) con forma irregular, los valles en forma de V y las cimas redondeadas. Mientras que en el contexto *Vertientes y relieves inferiores* las vertientes son de 250 a 500 metros con forma mixta o rectilínea, los valles en forma de V o U y las cimas agudas o redondeadas.

### 3.5.5.9. Relieve volcánico montañoso (Rv12)

Esta geoforma ocupa una extensión más grande que las geoformas anteriores. Estos relieves se encuentran repartidos por el cantón, excepto en el extremo noroccidental y suroccidental. Están dentro de casi todos los contextos del cantón, excepto *Medio aluvial de Sierra* y *Relieves diversificados* y se desarrollan indistintamente del contexto, en las formaciones Saraguro y Tarqui.

Este relieve presenta desniveles relativos superiores a los 300 metros y, en general, las pendientes son fuertes (de 40 a 70%), las cimas son redondeadas, los valles tienen forma de V y las vertientes son mixtas con más de 250 metros de longitud. Particularmente en el contexto *Paisajes glaciares* las pendientes van desde medias a fuertes (de 12 a 70%) y las vertientes pueden tener desde 50 metros de longitud. En el contexto *Relieves de los márgenes* la forma de las vertientes es irregular o rectilínea y la forma de cima aguda.



**Fotos 36 y 37.** Relieve volcánico montañoso. Cerro Puglla (izquierda). Sector Ushahuaycu. 06/12/2014. Loma Tulapa (derecha). Sector Canaro. 10/12/2014.

### 3.5.6. Estructural

#### 3.5.6.1. Superficie de chevron (Ei5)

Se trata de una superficie con una inclinación fuerte (de 40 a 70%), desarrollada sobre la Formación Saraguro. Se encuentra en la zona nororiental del cantón, en el extremo del Filo de Seucer, dentro del contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

Esta superficie tiene un desnivel de más de 300 metros y su vertiente es rectilínea y de más de 500 metros de longitud.

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

Esta geoforma se sitúa bajo la superficie de chevron anterior (Ei5), ya que en este caso no es representable el frente de chevron que se situaría entre las dos geoformas. La vertiente se emplaza en el mismo contexto morfológico que la superficie de chevron y sobre la misma formación litológica.

Es una vertiente de pendiente muy fuerte (de 70 a 100%), con un desnivel relativo mayor de 300 metros y una vertiente muy larga, de más de 500 metros de longitud, con una forma rectilínea.

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

En este cantón se encuentran estos niveles estructurales a lo ancho de la franja central, dentro de tres contextos morfológicos distintos. Estas geoformas representan superficies formadas sobre materiales volcánicos resistentes, en este caso pueden ser las lavas (andesitas porfíricas) alternantes en la Formación Saraguro.

Los niveles estructurales se encuentran en los contextos: i) *Relieves de fondo de cuencas interandinas*; ii) *Vertientes y relieves inferiores*; y iii) *Vertientes y relieves superiores*. En general, tienen pendientes que van de suaves a fuertes (de 5 a 70%), un desnivel relativo de 50 a más de 300 metros y longitud de vertiente muy larga (más de 500 m) con forma cóncava, convexa o mixta. En el contexto *Vertientes y relieves inferiores* se dan también vertientes de 50 a 250 metros con forma rectilínea y en los *Vertientes y relieves superiores*, vertientes a partir de 250 metros.



**Foto 38.** Niveles estructurales sobre lavas endurecidas. Sector San José.  
09/12/2014.

#### 3.5.6.4. Relieves escalonados sobre capas de lava endurecida y otros materiales volcánicos (Ev2)

Esta geoforma ocupa una extensión representativa en este cantón. Se encuentran estos niveles dentro de cuatro contextos morfológicos diferentes, repartidos por el sector nororiental, oriental y sur del cantón.

Los contextos morfológicos en los que se ubica esta geoforma son: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*; iii) *Vertientes y relieves inferiores de cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*; y iv) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. (Sierras Central y Meridional)*.

En todos los contextos se desarrollan los niveles estructurales sobre la Formación Saraguro y en las *Vertientes y relieves superiores* se dan además sobre la Formación Tarqui. En general tienen pendientes fuertes y vertientes de moderadamente a muy largas (de 50 a más de 500 m).



En el contexto *Paisajes glaciares* se dan desniveles de 50 a 100 metros y vertientes únicamente hasta 250 metros con forma mixta. En los *Relieves de fondo* el desnivel va de 50 a 100 metros y de más de 200 metros, con vertientes de forma irregular y rectilínea.

Los contextos de *Vertientes y relieves inferiores* y *Vertientes y relieves superiores* tienen desniveles con un rango muy amplio, desde 5 a más de 300 metros, se dan pendientes desde suaves hasta muy fuertes y las vertientes tienen forma irregular, mixta o rectilínea.



**Fotos 39 y 40.** Relieves escalonados sobre capas de lava endurecidas y otros materiales volcánicos. Sector Chiquero (izquierda). 06/12/2014. Sector Buena Vista. 07/12/2014.

### 3.5.7. Tectónico-erosivo

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

Estos relieves se sitúan en la zona sur y oeste del cantón, dentro de dos contextos morfológicos. Presentan extensiones muy pequeñas, menores de un kilómetro cuadrado. Este relieve colinado medio se caracteriza por un desnivel de 25 a 100 metros. En general se desarrolla sobre litologías graníticas, con pendientes fuertes, formas de vertiente mixta y valles en forma de V.

En el contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* el relieve colinado se desarrolla sobre la Serie Zamora y el conjunto intrusivo formado por Granito, granodiorita, tonalita y diorita. En este caso las vertientes tienen una longitud de moderada a larga (de 50 a 500 m) y se dan formas de cima aguda.

En el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)* se desarrolla el relieve colinado medio sobre el cuerpo intrusivo de Granito con moscovita y biotita. Las vertientes tienen una longitud de 50 a 250 metros y las cimas que se forman son redondeadas.

### 3.5.7.2. Relieve colinado alto (Rt5)

Este tipo de relieve se localiza en el extremo suroriental del cantón, al sureste de Urdaneta, en los mismos contextos morfológicos que el relieve colinado medio. Presenta un desnivel relativo de 100 a 200 metros, formas de cima en su mayoría redondeadas, valles en forma de V y vertientes irregulares.

En el contexto morfológico *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, aparece sobre la Serie Zamora, con una pendiente fuerte (de 40 a 70%), vertientes de longitud larga (de 250 a 500 m) y en ocasiones, con cimas agudas. En las *Vertientes y relieves inferiores* se desarrolla sobre un cuerpo intrusivo formado por Granodiorita, presenta una pendiente media a fuerte (de 25 a 40%) y las vertientes son de 50 a 250 metros de longitud.



**Foto 41.** Relieve colinado alto Sector Tuncarta. 08/12/2014.

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

Esta geoforma se sitúa en dos contextos morfológicos, dentro de las *Vertientes y relieves inferiores* al noroeste de la zona central y dentro de los *Relieves de fondo* en el extremo norte del cantón. Ocupan extensiones no mayores de 3 km<sup>2</sup>.

Es un relieve que se caracteriza por presentar un desnivel de 200 a 300 metros y en este caso desarrolla unas pendientes fuertes y valles en forma de V.

El relieve colinado muy alto en el contexto *Vertientes y relieves inferiores* se desarrolla sobre el conjunto intrusivo de Granito con moscovita y biotita, presenta vertientes muy largas con forma mixta y cimas agudas. En el contexto *Relieves de fondo* este relieve aparece sobre las rocas sedimentarias del Grupo Ayancay y desarrolla vertientes irregulares, de largas a muy largas (de 250 a 500 m) y cimas con forma redondeada.

### 3.5.7.4. Relieve montañoso (Rt7)

Este relieve se sitúa exclusivamente en el extremo suroriental del cantón, al suroeste de la loma Mulana, ocupando una extensión de aproximadamente 70 ha. Es un relieve con un desnivel característico de más de 300 metros.

En este cantón, el relieve montañoso aparece sobre la Serie Zamora en el contexto morfológico *Relieves de los márgenes de las cimas frías*. Presenta unas pendientes



fuertes, vertientes irregulares de muy larga longitud, cimas con forma redondeada y valles en forma de V.

### 3.5.8. Poligénicas

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

Esta geoforma se encuentra principalmente en la mitad meridional del cantón, a lo largo de valles o vaguadas. Su litología corresponde a limo-arcillas, arenas, gravas y bloques, típicas de depósitos coluvio aluviales.

Se localizan dentro de cuatro contextos morfológicos distintos: i) *Medio aluvial de Sierra*; ii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*; iii) *Vertientes y relieves inferiores de cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*; y iv) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. (Sierras Central y Meridional)*.

En general se caracterizan por pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70%), aunque en el contexto *Vertientes y relieves superiores* pueden darse desde suaves a fuertes (de 5 a 40%). Los valles pueden presentar forma plana, en V o en U.



**Foto 42.** Coluvio-aluvial antiguo en ambos márgenes de la quebrada Chiquiro. Sector Charqueperca. 08/12/2014.

#### 3.5.8.2. Superficie horizontal (Sh2)

Esta geoforma se localiza en el extremo occidental del cantón Saraguro, en el suroeste de Morascucho. Ocupa una extensión de aproximadamente 20 ha dentro del contexto morfológico *Paisajes glaciares*. Es una superficie desarrollada sobre la Formación Saraguro, que presenta una pendiente muy suave (de 2 a 5%).

#### 3.5.8.3. Superficie inclinada (Si2)

Estas superficies se reparten por la mitad meridional del cantón, con mayor representación en la zona centro-suroeste. Se encuentran dentro de todos los contextos morfológicos descritos para el cantón, excepto en los *Paisajes de páramo*; aunque la mayor parte de las superficies, más del 80% del total, se encuentran en los contextos *Vertientes y relieves inferiores de cuencas interandinas, sin cobertura*

*piroclástica (Sierra Sur) y en las Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional).*

Esta geoforma se desarrolla generalmente sobre las formaciones Saraguro y Tarqui, únicamente en los *Relieves de los márgenes de las cimas frías* se forma una superficie inclinada sobre la Serie Zamora, en el extremo suroriental del cantón.

En general son superficies con una pendiente de media hasta fuerte (de 12 a 70%), aunque en los contextos *Medio aluvial de Sierra* y *Paisajes glaciares* se dan pendientes de suaves a medias (de 5 a 25%). El desnivel relativo de estas superficies tiene un amplio rango de valores, desde 15 a más de 300 metros.

La longitud de las vertientes varía según el contexto. En los contextos *Paisajes glaciares* y *Medio aluvial de Sierra* las vertientes son largas o muy largas, en los *Relieves de fondo* y los *Relieves diversificados* se dan tanto vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) como muy largas (más de 500 m); en el resto de contextos las vertientes pueden ser desde 50 a más de 500 metros. La forma de estas vertientes principalmente es rectilínea o mixta y en algunos casos cóncava o irregular.



**Fotos 43 y 44.** Superficie inclinada. Sector Gueledel (izquierda). 10/12/2014. Sector Cañicapa (derecha). 07/12/2014.

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

Esta geoforma se localiza mayoritariamente en el sector sureste del cantón, aunque también se encuentran algunas superficies inclinadas disectadas en el extremo occidental y en una zona del noreste del cantón. Es una superficie similar a la anterior (Si2) pero con un grado de incisión de moderado a fuerte en el drenaje.

Esta superficie disectada presenta, en general, una pendiente de media a fuerte (de 12 a 40%), un desnivel relativo bajo, de 5 a 50 metros y formas de valle en V. La longitud de las vertientes es de corta a moderadamente larga (de 15 a 50 m), pero en algunos contextos, como *Vertientes y relieves superiores* y *Relieves de los márgenes* se dan vertientes menores de 15 metros. La forma de estas vertientes es generalmente mixta; en los *Relieves de fondo* se dan vertientes rectilíneas y en los *Relieves de los márgenes* y las *Vertientes y relieves inferiores*, formas convexas e irregulares.

Las superficies inclinadas disectadas aparecen sobre la Formación Saraguro en todos los contextos y además sobre la Formación Tarqui en ambos contextos de *Vertientes y relieves* y en los *Relieves de fondo*, en este último también aparecen sobre la Serie Zamora.



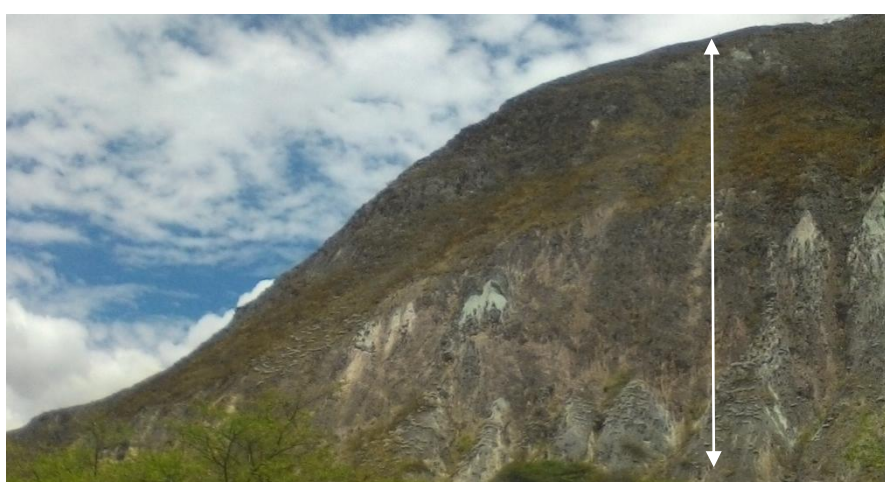
**Foto 45.** Superficie inclinada disectada. Sector San Antonio de Cumbé. 10/12/2014.

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

Se identifican los abruptos de varias de las superficies inclinadas (Si2) y superficies inclinadas disectadas (Si3) anteriores en la zona suroeste del cantón y los extremos oriental y occidental. Se encuentran en los contextos: i) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. (Sierras Central y Meridional)*; ii) *Vertientes y relieves inferiores de cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*; iii) *Relieves de fondo de las cuencas interandinas*; y iv) *Medio aluvial de Sierra*.

Estos abruptos se encuentran sobre la Formación Saraguro y en el contexto *Vertientes y relieves superiores* también sobre la Formación Tarqui. Se caracterizan por presentar pendientes fuertes a muy fuertes, un desnivel variable, entre 25 y 200 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas rectilíneas.

En los contextos de *Vertientes y relieves* se presentan además con una pendiente media a fuerte y desniveles relativos mayores de los 15 metros. En las *Vertientes y relieves inferiores* se encuentran también vertientes muy largas y las formas de las mismas pueden ser además cóncavas o mixtas.



**Foto 46.** Abrupto de superficie inclinada al sur de loma Putuzhio. Sector Cachipamba. 10/12/2014.



#### 3.5.8.6. Superficie alta (Sa1)

Esta geoforma se ubica en las fronteras suroccidental y suroriental del cantón Saraguro. Se localiza en dos contextos morfológicos. Son superficies situadas en zonas elevadas, que se caracterizan por una pendientes suave (de 5 a 12%).

En el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* estas superficies se desarrollan sobre la Formación Tarqui y en el contexto de *Paisajes glaciares* sobre la Formación Saraguro.

#### 3.5.8.7. Superficie alta disectada (Sa2)

Esta superficie alta disectada se encuentra únicamente en el extremo suroccidental del cantón, al este de la loma de la Ciénaga. Se localiza en el contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Esta superficie desarrolla un grado de disección sobre Rocas metamórficas indiferenciadas. Se caracteriza por una pendiente media, un desnivel relativo comprendido entre 25 y 50 metros, vertientes con longitud corta (de 15 a 50 metros) con formas mixtas, valles en V y formas de cima redondeada.

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

Esta unidad geomorfológica se encuentra en todo el cantón, repartida en los cinco contextos morfológicos siguientes: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Relieves de fondo de las cuencas interandinas*; iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*; iv) *Vertientes y relieves inferiores de cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*; y v) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. (Sierras Central y Meridional)*.

El contexto con mayor presencia de estos interfluvios es el de *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas*, donde se encuentran la mitad de la superficie de esta geoforma, desarrollada sobre las formaciones Saraguro y Tarqui. En el resto de contextos los interfluvios aparecen sobre estas formaciones y sobre el resto de litologías descritas para el cantón, según la localización geográfica. En general, estos interfluvios se caracterizan por la forma de cima redondeada y presentan pendientes de media a fuerte (de 12 a 70%).

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

Esta geoforma se distribuye por las zonas central y suroccidental del cantón. Se localiza dentro de todos los contextos morfológicos descritos en el cantón, excepto *Medio aluvial de Sierra y Paisajes de páramo con modelado periglacial*.

Estos interfluvios se caracterizan por la forma de cima aguda y presentan generalmente pendientes de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%). Se desarrollan en todos los contextos sobre la Formación Saraguro, en ambos contextos de *Vertientes y relieves* aparecen además sobre la Formación Tarqui y en los *Relieves de los márgenes de las cimas frías* se desarrollan principalmente sobre un conjunto intrusivo formado por Granito, granodiorita, tonalita y diorita.



**Foto 47.** Interfluvio de cimas estrechas. Sector San Vicente. 10/12/2014.

#### 3.5.8.10. Afloramientos rocosos (Sdv3)

Esta geoforma se localiza en el extremo noroccidental del cantón Saraguro. Se localiza en el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

Esta geoforma aparece exclusiva o mayoritariamente en roca, prácticamente sin suelo. Se desarrolla sobre la Formación Saraguro compuesta por piroclastos (tobas y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfiríticas) alternantes. Presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%).

#### 3.5.9. Otras génesis

##### 3.5.9.1. Superficie intervenida (O5)

Esta geoforma se encuentra situada en el centro del cantón sobre la loma Pedernal y en el sector sur, al sur de Oñacapa. Se encuentra en los contextos morfológicos: *Vertientes y relieves inferiores de cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*. En la zona centro y *Vertientes y relieves superiores de cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)* en la zona sur.

Las superficies se encuentran sobre la Formación Tarqui, compuesta por tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava. En la superficie del sector sur se puede caracterizar una pendiente media. En estas superficies intervenidas se encuentra una cantera de extracción de caolín.



**Foto 48.** Superficie intervenida. Sector San Vicente - Loma Pedernal. 07/12/2014.



#### IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El cantón Saraguro cuenta con una superficie total y un área de estudio de 1.086 km<sup>2</sup>. Está situado completamente dentro de la región Sierra. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 900 metros hasta un máximo de 3.800 metros.

En el cantón Saraguro se pueden diferenciar cinco dominios fisiográficos, correspondientes a la región Sierra.

1. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Es el segundo dominio con mayor extensión del cantón Saraguro. Se ubica en el extremo oriental y suroccidental, sobre las zonas más altas del cantón. Este dominio fisiográfico contiene, en el territorio estudiado, tres contextos morfológicos.

El contexto *Paisajes glaciares* se encuentran principalmente geoformas de génesis de laderas, como vertientes heterogéneas y rectilíneas y geoformas glaciares, tales como vertientes de valle glaciar, circos glaciares y depósitos glaciares modelados por acción fluvial. Ocupan también una extensión importante los relieves volcánicos con diferentes características y mayoritariamente el relieve montañoso.

El contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado glaciar y huellas glaciares poco marcadas* se presenta en tres pequeñas áreas en el extremo suroriental del cantón y en una geoforma del extremo noroccidental. Las geoformas más representativas de este contexto son de génesis volcánica, como el relieve volcánico colinado medio y montañoso. Las geoformas poligénicas se representan por superficies altas, las laderas, por vertientes heterogéneas y las glaciares por depósitos glaciares modelados por acción fluvial. Como geoformas principales de génesis fluvial son los barrancos.

El contexto morfológico *Relieves de los márgenes de cimas frías* es el contexto de mayor extensión de este dominio, presenta unos 166 km<sup>2</sup> de la superficie total. Se localiza principalmente en el extremo sur y en la zona oriental y suroccidental, rodeando en parte al dominio *Relieves de fondo de cuencas interandinas*. Las geoformas de laderas son las más representativas del contexto, principalmente la vertiente heterogénea y la vertiente rectilínea con fuerte disección, entre varios tipos de vertientes; asociados a ellas se encuentran importantes depósitos de deslizamiento (masa deslizada) y coluviones antiguos. Son características como geoformas volcánicas el relieve volcánico colinado montañoso y la superficie de meseta volcánica disectada. Se encuentran también en este contexto geoformas fluviales como barrancos y poligénicas, como superficies inclinadas, disectadas o no.

2. **Vertientes externas de la Cordillera Occidental.** Representa cerca de un 2% del área estudiada en el cantón, unos 21 km<sup>2</sup>. Es el dominio fisiográfico que ocupa menor extensión. Se localiza en el apéndice del extremo occidental del cantón y presenta un solo contexto morfológico, denominado *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Las geoformas más abundantes en dicho contexto son las relacionadas con el modelado de laderas, especialmente distintos tipos de vertientes rectilíneas y heterogéneas con fuerte disección. Las geoformas fluviales están

representadas por barrancos y las geoformas poligénicas con mayor presencia son superficies inclinadas disectadas e interfluvios de cimas estrechas.

3. **Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas.** Este dominio se extiende por más de la mitad de la superficie del cantón, abarca un 55% del territorio estudiado. Se ubica en la franja central del cantón, desde el norte hasta el sur, dividido en dos contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)* abarca la mitad occidental y parte de la zona oriental de este dominio, con una superficie de 334 km<sup>2</sup>. Presenta un importante relieve caracterizado por vertientes heterogéneas y rectilíneas, con y sin fuerte disección y con abruptos y vertientes abruptas. Se encuentran también coluviones antiguos y recientes y depósitos de deslizamiento. La génesis volcánica está muy bien representada en este contexto, por relieves volcánicos montañosos y altos principalmente. Estructuralmente destacan las geoformas de relieves escalonados y niveles estructurales sobre capas de lavas endurecidas. El medio fluvial está representado por barrancos y valles indiferenciados. Se dan importantes superficies inclinadas, con y sin disección y sus respectivos abruptos, así como interfluvios de cimas estrechas y redondeadas, dentro de las geoformas poligénicas.

El contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)* se encuentra en la zona centro-este y norte del cantón. Ocupa una superficie de unos 260 km<sup>2</sup>. Es muy similar al contexto anterior, pero ocupa altitudes más bajas. Las geoformas de laderas son las más representativas, principalmente las vertientes heterogéneas y las rectilíneas con fuerte disección. Se encuentran asociados a las vertientes importantes depósitos de deslizamientos con sus respectivos escarpes y coluviones antiguos y recientes. Se dan geoformas fluviales como barrancos y valles en V y relieves lacustres ondulados como representación de génesis fluvio-lacustre. También hay geoformas poligénicas, las más representativas las superficies inclinadas, disectadas o no y geoformas volcánicas como relieves volcánicos y vertientes abruptas de derrames volcánicos tabulares.

4. **Relieves de fondo de Cuencas Interandinas.** Este dominio fisiográfico ocupa un 15% del total del territorio analizado, localizado en todo el borde septentrional del cantón. Se trata de un territorio integrado por relieves montañosos o submontañosos, condicionado por la red de drenaje del río León. En el cantón, este dominio está formado por un único contexto morfológico, denominado *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

Este contexto presenta un modelado principalmente formado por vertientes heterogéneas, abruptas y rectilíneas con fuerte disección, donde también se acumulan depósitos de deslizamiento y geoformas de glaciares de esparcimiento. Es también característico el modelado estructural, que presenta geoformas características de este grupo genético como niveles estructurales y relieves escalonados sobre capas de lava endurecidas y superficies y vertientes de chevron. El grupo genético fluvial está, sobre todo, representado por barrancos, encañonamientos y valles en V. Las formas poligénicas, al igual que

las desarrolladas sobre sustratos volcánicos antiguos (relieves volcánicos colinados), aparecen en muy escasa extensión.

5. **Medio aluvial de Sierra.** Tiene poca extensión sobre la superficie de este cantón, unos 38 km<sup>2</sup>. Este dominio se corresponde con el contexto morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión. Casi todas sus geoformas son de génesis fluvial y, en el cantón, aparecen asociadas a los sistemas fluviales de los ríos León, Naranjo, Curiyacu, Paquishana, Manu y Jubones. Se identifican las geoformas valle fluvial-llanura de inundación, valle en V, terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación del cauce en la llanura de inundación), terrazas medias, altas y colgadas, vertientes o abruptos de terrazas y barrancos.

Una de las características más destacables en el cantón Saraguro es la cantidad de superficie ocupada por una gran variedad de vertientes, cerca del 60% del territorio estudiado. Otra parte importante de la superficie del cantón está formada por relieves volcánicos de diversas características y por superficies poligénicas y estructurales. La red de drenaje en esta zona de sierra está formada principalmente por geoformas erosivas, como barrancos, encañonamientos y valles en V que han modelado los relieves y vertientes de este cantón.

Este cantón está formado principalmente por formaciones volcánicas, un 80% de la superficie está desarrollada sobre las formaciones Saraguro y Tarqui. El resto del sustrato geológico se constituye por cuerpos intrusivos graníticos, como los de la Serie Zamora, entre otros, y por rocas sedimentarias y metamórficas. Los depósitos superficiales que cubren alrededor del 10% de la superficie, siendo los más abundantes los depósitos aluviales de ladera coluviales y de derrumbe.

Se puede destacar en este cantón la presencia de relieves escalonados sobre capas de lava endurecida y otros materiales volcánicos, una geoforma poco común, que en este cantón presenta una superficie de más de 60 km<sup>2</sup>. Esta geoforma se desarrolla sobre las litologías de las formaciones Saraguro y Tarqui, las cuales dan lugar a estos relieves debido a que presentan intercalaciones de secuencias volcánicas y volcano-sedimentarias con lavas. Se encuentran, en menor extensión, niveles estructurales sobre lavas endurecidas formadas también sobre las lavas de la Formación Saraguro. Estas dos geoformas se consideran características particulares de este cantón.

## V. BIBLIOGRAFÍA

### 5.1. Referencias generales

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 5.2. Bibliografía citada

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

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

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

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-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), 1974. Hoja Geológica: Girón (Hoja 54), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1973. Hoja Geológica: Saraguro (Hoja 55), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Loja (Hoja 56), 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

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca  
SIGTIERRAS

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

**1. Datos Generales**

Identificación

Código Ficha  Fecha descripción

Código Salida  Código Responsable  Número Ficha

Coordenadas

Longitud:   
Latitud:   
Altitud:

Ubicación

PROVINCIA   
CANTON   
PARROQUIA

**2. Descripción**

Contexto Morfológico

Geoforma  Pendiente

Forma Cima  Desnivel Relativo

Forma Vertiente  Longitud Vertiente

Forma Valle  Formación

Litología

Descripción Litología

A. Fotos Descripción Geoforma

**3. Macizo Rocosco**

Macizo Rocosco 1

|                                                |                                                      |                                      |                                    |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Estructura Macizo Rocosco <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 Rocosco 2

|                                                |                                                      |                                      |                                    |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Estructura Macizo Rocosco <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 Rocosco 3

|                                                |                                                      |                                      |                                    |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Estructura Macizo Rocosco <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 Rocosco

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 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 Geoforma



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

|                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| CGg-NVI_D3-52-0665 | CGg-NVI_D3-52-0732 | CGg-NVI_D4-52-0790 |
| CGg-NVI_D3-52-0666 | CGg-NVI_D3-52-0733 | CGg-NVI_D4-52-0792 |
| CGg-NVI_D3-52-0667 | CGg-NVI_D3-52-0734 | CGg-NVI_D4-52-0795 |
| CGg-NVI_D3-52-0670 | CGg-NVI_D3-52-0737 | CGg-NVI_D4-52-0796 |
| CGg-NVI_D3-52-0671 | CGg-NVI_D3-52-0738 | CGg-NVI_D4-52-0797 |
| CGg-NVI_D3-52-0672 | CGg-NVI_D3-52-0732 | CGg-NVI_D4-52-0798 |
| CGg-NVI_D3-52-0673 | CGg-NVI_D3-52-0733 | CGg-NVI_D4-52-0799 |
| CGg-NVI_D3-52-0674 | CGg-NVI_D3-52-0734 | CGg-NVI_D4-52-0830 |
| CGg-NVI_D3-52-0676 | CGg-NVI_D3-52-0737 | CGg-NVI_D4-52-0831 |
| CGg-NVI_D3-52-0678 | CGg-NVI_D3-52-0738 | CGg-NVI_D4-52-0832 |
| CGg-NVI_D3-52-0679 | CGg-NVI_D3-52-0739 | CGg-NVI_D4-52-0833 |
| CGg-NVI_D3-52-0680 | CGg-NVI_D3-52-0740 | CGg-NVI_D4-52-0834 |
| CGg-NVI_D3-52-0681 | CGg-NVI_D3-52-0741 | CGg-NVI_D4-52-0835 |
| CGg-NVI_D3-52-0682 | CGg-NVI_D3-52-0743 | CGg-NVI_D4-52-0836 |
| CGg-NVI_D3-52-0683 | CGg-NVI_D3-52-0744 | CGg-NVI_D4-52-0837 |
| CGg-NVI_D3-52-0684 | CGg-NVI_D3-52-0745 | CGg-NVI_D3-52-0838 |
| CGg-NVI_D3-52-0685 | CGg-NVI_D3-52-0746 | CGg-NVI_D4-52-0839 |
| CGg-NVI_D3-52-0687 | CGg-NVI_D3-52-0747 | CGg-NVI_D4-52-0840 |
| CGg-NVI_D3-52-0688 | CGg-NVI_D3-52-0748 | CGg-NVI_D4-52-0841 |
| CGg-NVI_D3-52-0689 | CGg-NVI_D3-52-0749 | CGg-NVI_D4-52-0843 |
| CGg-NVI_D3-52-0690 | CGg-NVI_D3-52-0750 | CGg-NVI_D4-52-0844 |
| CGg-NVI_D3-52-0691 | CGg-NVI_D3-52-0751 | CGg-NVI_D4-52-0845 |
| CGg-NVI_D3-52-0692 | CGg-NVI_D3-52-0753 | CGg-NVI_D4-52-0846 |
| CGg-NVI_D3-52-0694 | CGg-NVI_D3-52-0754 | CGg-NVI_D4-52-0847 |
| CGg-NVI_D3-52-0695 | CGg-NVI_D3-52-0755 | CGg-NVI_D3-52-0848 |
| CGg-NVI_D3-52-0698 | CGg-NVI_D3-52-0756 | CGg-NVI_F1-63-0492 |
| CGg-NVI_D3-52-0701 | CGg-NVI_D3-52-0757 | CGg-NVI_F1-63-0493 |
| CGg-NVI_D3-52-0702 | CGg-NVI_D4-52-0759 | CGg-NVI_F1-63-0494 |
| CGg-NVI_D3-52-0703 | CGg-NVI_D4-52-0760 | CGg-NVI_F1-63-0495 |
| CGg-NVI_D3-52-0704 | CGg-NVI_D4-52-0761 | CGg-NVI_F1-63-0496 |
| CGg-NVI_D3-52-0705 | CGg-NVI_D4-52-0763 | CGg-NVI_F1-63-0499 |
| CGg-NVI_D3-52-0706 | CGg-NVI_D4-52-0764 | CGg-NVI_F1-63-0500 |
| CGg-NVI_D3-52-0707 | CGg-NVI_D4-52-0765 | CGg-NVI_F1-63-0501 |
| CGg-NVI_D3-52-0708 | CGg-NVI_D4-52-0766 | CGg-NVI_F2-63-0505 |
| CGg-NVI_D3-52-0709 | CGg-NVI_D4-52-0767 | CGg-NVI_F2-63-0506 |
| CGg-NVI_D3-52-0712 | CGg-NVI_D4-52-0768 | CGg-NVI_F2-63-0508 |
| CGg-NVI_D3-52-0713 | CGg-NVI_D4-52-0769 | CGg-NVI_F2-63-0511 |
| CGg-NVI_D3-52-0714 | CGg-NVI_D4-52-0770 | CGg-NVI_F2-63-0512 |
| CGg-NVI_D3-52-0715 | CGg-NVI_D4-52-0771 | CGg-NVI_F2-63-0513 |
| CGg-NVI_D3-52-0717 | CGg-NVI_D4-52-0772 | CGg-NVI_D4-63-0515 |
| CGg-NVI_D3-52-0718 | CGg-NVI_D4-52-0773 | CGg-NVI_D1-59-0151 |
| CGg-NVI_D3-52-0719 | CGg-NVI_D4-52-0775 | CGg-NVI_D1-59-0154 |
| CGg-NVI_D3-52-0720 | CGg-NVI_D4-52-0777 | CGg-NVI_D1-59-0155 |
| CGg-NVI_D3-52-0721 | CGg-NVI_D4-52-0778 | CGg-NVI_D1-59-0156 |
| CGg-NVI_D3-52-0722 | CGg-NVI_D4-52-0779 | CGg-NVI_D1-59-0157 |
| CGg-NVI_D3-52-0724 | CGg-NVI_D4-52-0780 | CGg-NVI_D1-59-0158 |
| CGg-NVI_D3-52-0725 | CGg-NVI_D4-52-0784 | CGg-NVI_D1-59-0160 |
| CGg-NVI_D3-52-0726 | CGg-NVI_D4-52-0785 | CGg-NVI_D1-59-0161 |
| CGg-NVI_D3-52-0727 | CGg-NVI_D4-52-0786 | CGg-NVI_D1-59-0162 |
| CGg-NVI_D3-52-0731 | CGg-NVI_D4-52-0788 | CGg-NVI_D1-59-0163 |

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

|                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| CGg-NVI_D1-59-0164 | CGg-NVI_D1-59-0173 | CGg-NVI_D2-59-0257 |
| CGg-NVI_D1-59-0165 | CGg-NVI_D2-59-0247 | CGg-NVI_D1-59-0258 |
| CGg-NVI_D1-59-0166 | CGg-NVI_D2-59-0248 | CGg-NVI_D1-59-0259 |
| CGg-NVI_D1-59-0167 | CGg-NVI_D2-59-0249 | CGg-NVI_D2-59-0260 |
| CGg-NVI_D1-59-0169 | CGg-NVI_D2-59-0251 | CGg-NVI_D2-59-0279 |
| CGg-NVI_D1-59-0170 | CGg-NVI_D2-59-0253 |                    |
| CGg-NVI_D1-59-0171 | CGg-NVI_D2-59-0254 |                    |



### 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 glaciaria, generalmente de litologías distintas a las del material sobre el que se asientan.

## **-C-**

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

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

**CAMPO DE REG:** desierto pedregoso.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**CONO ADVENTICIO:** cono secundario, situado en la ladera de otro 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 geoformas similares ligadas al medio glaciar o volcánico con denominaciones específicas (*laguna glaciar, cubeta glaciar, laguna en fondo de cráter o caldera*).

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

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

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

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

## -E-

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

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

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

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

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

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

**ESPINAZO:** resalte morfológico rocoso, de desarrollo predominantemente lineal.

## -F-

### **FLANCOS SUPERIORES RECTILÍNEOS CUBIERTOS CON PROYECCIONES**

**PIROCLÁSTICAS:** recubrimiento de piroclastos en las zonas superiores de un edificio volcánico (de tipo estratovolcán), conformando segmentos de ladera sensiblemente rectilíneos.

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

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

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

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

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

## -G-

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

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

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

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

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

## -H-

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

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

## -I-

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

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

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

## -K-

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

## -L-

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

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

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

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

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

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

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

## -M-

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

## -N-

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

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

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

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

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

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

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

## -P-

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

**PANTANO, DEPRESIÓN PANTANOSA:** área con drenaje deficiente, en la que el agua tiende a acumularse, en depresiones interfluviales. El término se reserva preferentemente para la región 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 geoforma para designar afloramientos rocosos de las características descritas, que no presentan ningún rasgo morfológico específico desde el punto de vista funcional, dinámico o genético.

## -S-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

**SUPERFICIE DE CUESTA MARINA:** superficie ligeramente inclinada, acorde con el buzamiento de los estratos miopliocenos marinos sobre los que se desarrolla. Es una geoforma exclusiva de la región Costa.

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

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

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

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

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

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

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

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

**SUPERFICIE DISECTADA:** superficie con un grado de disección intermedio, de origen fluvial. Es una geoforma exclusiva de la región Costa, donde aparece asociada a una antigua llanura aluvial.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**SUPERFICIE POCO DISECTADA:** superficie de origen fluvial, escasamente disectada, de plana a ondulada. Es una geoforma exclusiva de la región Costa, donde aparece asociada a una antigua llanura aluvial.

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

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

**SUPERFICIES PLANAS INTERVENIDAS:** con este término, exclusivo de la región Costa, se designa al área ocupada por camaroneras.

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

## -T-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## -V-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **-Y-**

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



## ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

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

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

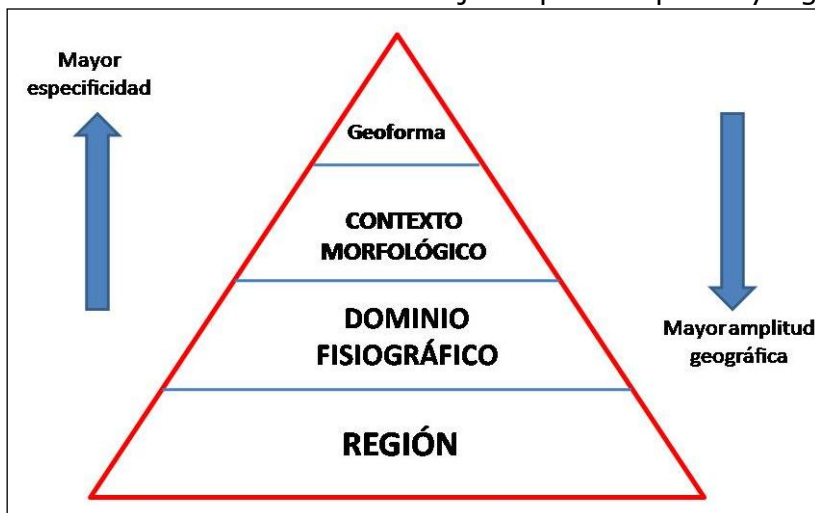
### **1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico**

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

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

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

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



Fuente: CTN

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

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

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

**Dominio Fisiográfico:** Unidad territorial, que agrupa uno o más Contextos Morfológicos, característica de un determinado ambiente morfoclimático (p. ej., ambiente glaciar-periglacial) o sistema morfogenético (p.ej., volcánico, litoral, aluvial); su diferenciación también se establece, a menudo, en base a unidades tectónicas y estructurales (p.ej., vertientes externas de las cordilleras, paisajes estructurales, grandes sistemas de piedemonte). Representan, en definitiva, un tipo de características del relieve que se diferencian claramente del espacio adyacente y que se localizan en un marco geográfico definido, continuo y de considerable extensión, del orden de  $10^3$  a  $10^4$  km<sup>2</sup>.

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

**Contexto Morfológico:** Territorio con características comunes en cuanto al tipo general de modelado y fisiografía, en el que suele predominar un tipo de sustrato geológico o de formación superficial y muy a menudo caracterizado complementariamente por la presencia generalizada o por la ausencia de cobertura piroclástica. Su extensión fluctúa en órdenes de magnitud de entre  $10^2$  a  $10^3$  km<sup>2</sup>.

Agrupan siempre a distintas geoformas, algunas de las cuales son más frecuentes o características del Contexto Morfológico definido. Los contextos pueden hacer referencia, por ejemplo, a vertientes o relieves estructurales sobre determinadas

litologías, a construcciones de tipo estrato-volcán, a piedemontes proximales o piedemontes distales con o sin cobertura piroclástica, o a vertientes homogéneas sobre granitos sin cobertura piroclástica.

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

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

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

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



|                                                                               |                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DOMINIO FISIOGRAFICO: VERTIENTES EXTERNAS DE LA CORDILLERA REAL</b>        |                                                                                                                         |
| <b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>                                                 | Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)                              |
|                                                                               | Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)                              |
|                                                                               | Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)                      |
|                                                                               | Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)                      |
| <b>DOMINIO FISIOGRAFICO: CIMAS FRÍAS DE LAS CORDILLERAS OCCIDENTAL Y REAL</b> |                                                                                                                         |
| <b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>                                                 | Paisajes glaciares                                                                                                      |
|                                                                               | Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas                                           |
|                                                                               | Paisajes de páramo con modelado eólico                                                                                  |
|                                                                               | Relieves de los márgenes de las cimas frías                                                                             |
| <b>DOMINIO FISIOGRAFICO: SISTEMA VOLCÁNICO</b>                                |                                                                                                                         |
| <b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>                                                 | Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables                                           |
|                                                                               | Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas                                                                |
| <b>DOMINIO FISIOGRAFICO: VERTIENTES Y RELIEVES DE CUENCAS INTERANDINAS</b>    |                                                                                                                         |
| <b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>                                                 | Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)                 |
|                                                                               | Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional) |
|                                                                               | Macizos internos de la Sierra Sur sobre litología indiferenciada, sin cobertura piroclástica                            |
|                                                                               | Macizos internos de la Sierra Sur sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica                            |
|                                                                               | Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte                  |
|                                                                               | Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur                    |
| <b>DOMINIO FISIOGRAFICO: RELIEVES DE FONDO DE CUENCAS INTERANDINAS</b>        |                                                                                                                         |
| <b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>                                                 | Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos                            |
|                                                                               | Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica                                                    |
| <b>DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL DE SIERRA</b>                          |                                                                                                                         |
| <b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>                                                   | Medio aluvial de Sierra                                                                                                 |

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

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

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

Cada uno de los Contextos 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  $10^2$  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 (geoformas banales), no ligadas a ningún sustrato litológico concreto, de cierta extensión y continuidad. Las geoformas incluidas en este grupo han sido modeladas por una erosión relativamente uniforme en su conjunto, generalmente sobre materiales que habían sido con anterioridad elevados tectónicamente |
| Poligénicas           | Formas y depósitos que tienen su origen en dos o más grupos genéticos o que son de difícil adscripción a uno de ellos                                                                                                                                                                                                                              |



|       |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Otras | Se incluyen en este grupo geoformas de definición poco precisa, difícilmente representables por sus propias características y modo de aparición o áreas de fuerte intervención antrópica que impiden reconocer la geoforma original o representarla |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Fuente: CTN

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

Una *formación geológica* (sensu stricto) es una unidad litoestratigráfica constituida por un conjunto de rocas claramente diferenciadas 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<br/>GEOLÓGICA O<br/>DEPÓSITO<br/>SUPERFICIAL</b> | <b>(*)</b>               | <b>DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROCA O<br/>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>  |
| <b>NO APLICABLE</b>            |                         |

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.