

MEMORIA TÉCNICA

CANTÓN TENA

PROYECTO:

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

GEOMORFOLOGÍA

ABRIL, 2015

PERSONAL PARTICIPANTE

Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

José Duque
Sandra González
Xavier Andrade
Óscar Garzón

Consortio TRACASA-NIPSA:

Responsables:

Joaquín del Val
Idurre Barinagarrementería

Memoria:

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

Fotointérpretes:

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

FISCALIZACIÓN realizada por la Asociación ACOTECNIC – INGEOMATICA

ÍNDICE

| | | |
|-------------|---|-----------|
| I. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. | El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador | 2 |
| 1.2. | Objetivos | 3 |
| 1.2.1. | Objetivos generales del proyecto | 3 |
| 1.2.2. | Objetivos del estudio geomorfológico | 3 |
| 1.3. | Antecedentes de este estudio | 4 |
| II. | METODOLOGÍA | 5 |
| 2.1. | Características del producto esperado | 5 |
| 2.2. | Etapas metodológicas..... | 5 |
| 2.2.1. | Recopilación de información | 6 |
| 2.2.1.1. | Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes | 6 |
| 2.2.1.2. | Insumos complementarios | 6 |
| 2.2.2. | Fotointerpretación | 7 |
| 2.2.2.1. | <i>Software</i> empleado | 9 |
| 2.2.3. | Fase de campo | 9 |
| 2.2.3.1. | Criterios para la validación en campo | 9 |
| 2.2.3.2. | Validación y adquisición de datos de campo | 9 |
| 2.2.4. | Integración de datos y adecuación cartográfica final | 10 |
| 2.2.5. | Mapa y leyenda | 10 |
| 2.2.5.1. | Explicación de la leyenda | 10 |
| 2.2.5.2. | Esquemas: Relieve y Paisaje (Contextos Morfológicos), Esquema Geológico y Pendientes | 13 |
| 2.3. | Control de calidad..... | 14 |
| 2.4. | Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón | 15 |
| III. | RESULTADOS..... | 17 |
| 3.1. | Levantamiento de información..... | 17 |
| 3.2. | Regiones y Dominios Fisiográficos..... | 18 |
| 3.2.1. | Dominio Fisiográfico Sistema volcánico..... | 19 |
| 3.2.2. | Dominio Fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real | 20 |
| 3.2.3. | Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Real | 20 |
| 3.2.4. | Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra | 21 |
| 3.2.5. | Dominio Fisiográfico Zona Subandina | 21 |
| 3.2.6. | Dominio Fisiográfico Amazonía Periandina..... | 22 |

| | |
|--|----|
| 3.2.7. Dominio Fisiográfico Medio aluvial amazónico..... | 22 |
| 3.3. Contextos Morfológicos..... | 23 |
| 3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas | 24 |
| 3.3.2. Paisajes glaciares | 24 |
| 3.3.3. Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas | 25 |
| 3.3.4. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real) | 25 |
| 3.3.5. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)..... | 26 |
| 3.3.6. Medio aluvial de Sierra | 26 |
| 3.3.7. Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas..... | 26 |
| 3.3.8. Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte) | 27 |
| 3.3.9. Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes..... | 27 |
| 3.3.10. Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas | 27 |
| 3.3.11. Colinas periandinas occidentales | 28 |
| 3.3.12. Medio aluvial amazónico | 28 |
| 3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón | 29 |
| 3.5. Descripción de geoformas | 41 |
| 3.5.1. Fluvial | 41 |
| 3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1) | 41 |
| 3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobrexexcavación del cauce en llanura de inundación) (F2)..... | 42 |
| 3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3)..... | 43 |
| 3.5.1.4. Valle en V (E1) | 43 |
| 3.5.1.5. Barranco (E2) | 44 |
| 3.5.1.6. Garganta (E3) | 44 |
| 3.5.1.7. Encañonamiento (E4)..... | 44 |
| 3.5.1.8. Cauces abandonados, meandros abandonados (C1) | 45 |
| 3.5.1.9. Cauces y meandros ocasionalmente funcionales (C2) | 45 |
| 3.5.1.10. Terraza media (Tm) | 45 |
| 3.5.1.11. Terraza alta (Ta)..... | 46 |
| 3.5.1.12. Terraza colgada (Tc) | 46 |
| 3.5.1.13. Vertiente o abrupto de terraza (Tv) | 46 |
| 3.5.1.14. Terrazas indiferenciadas (Ti) | 47 |
| 3.5.1.15. Terrazas escalonadas (Te)..... | 47 |
| 3.5.1.16. Superficie de cono de esparcimiento disectado (Co2)..... | 47 |
| 3.5.1.17. Superficie de cono de esparcimiento muy disectado (Co3) | 48 |
| 3.5.1.18. Abrupto de cono de esparcimiento (Co4)..... | 48 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 3.5.1.19. | Testigo de cono de esparcimiento (CoT)..... | 48 |
| 3.5.1.20. | Superficie de cono de deyección (Cd1) | 49 |
| 3.5.1.21. | Abrupto de cono de deyección (Cd2) | 49 |
| 3.5.1.22. | Superficie de cono de deyección disectado (Cd3) | 49 |
| 3.5.2. | Fluvio-lacustre | 49 |
| 3.5.2.1. | Relieve lacustre ondulado (FI2)..... | 49 |
| 3.5.2.2. | Superficie ondulada lacustre (Fo5)..... | 50 |
| 3.5.3. | Laderas | 50 |
| 3.5.3.1. | Vertiente rectilínea (Lr1)..... | 50 |
| 3.5.3.2. | Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)..... | 51 |
| 3.5.3.3. | Vertiente rectilínea con salientes rocosos (Lr3) | 51 |
| 3.5.3.4. | Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4) | 51 |
| 3.5.3.5. | Vertiente abrupta (La1) | 52 |
| 3.5.3.6. | Vertiente abrupta con fuerte disección (La2) | 52 |
| 3.5.3.7. | Vertiente heterogénea (Lh1) | 52 |
| 3.5.3.8. | Vertiente rocosa (Lh3)..... | 53 |
| 3.5.3.9. | Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4) | 53 |
| 3.5.3.10. | Escarpe de deslizamiento (Lh6) | 53 |
| 3.5.3.11. | Coluvión reciente (Col1) | 54 |
| 3.5.3.12. | Coluvión antiguo (Col2) | 54 |
| 3.5.3.13. | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1) | 55 |
| 3.5.3.14. | Flujo de lodo (Ld2)..... | 55 |
| 3.5.3.15. | Talud de derrubios (Ld4)..... | 55 |
| 3.5.3.16. | Glacis de esparcimiento (Pd1)..... | 56 |
| 3.5.3.17. | Glacis de esparcimiento disectado (Pd2) | 56 |
| 3.5.4. | Glaciar y periglaciar | 57 |
| 3.5.4.1. | Circo glaciar (Gf1) | 57 |
| 3.5.4.2. | Cubeta glaciar (Gf2)..... | 58 |
| 3.5.4.3. | Fondo de valle glaciar (Gf3) | 58 |
| 3.5.4.4. | Vertiente de valle glaciar (Gf4) | 58 |
| 3.5.4.5. | Valle glaciar colgado (Gf5) | 59 |
| 3.5.4.6. | Horn (Gf6) | 59 |
| 3.5.4.7. | Rocas aborregadas (Gf7) | 60 |
| 3.5.4.8. | Laguna glaciar (Gf8) | 60 |
| 3.5.4.9. | Morrena de fondo (Gd1) | 60 |
| 3.5.4.10. | Morrena lateral (Gd2) | 60 |
| 3.5.4.11. | Morrena frontal, arco morrénico (Gd3)..... | 61 |
| 3.5.4.12. | Morrenas (Gd4) | 61 |
| 3.5.4.13. | Bloques erráticos glaciares (Gd5)..... | 61 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 3.5.4.14. | Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6)..... | 62 |
| 3.5.4.15. | Nichos de nivación (Gp1) | 62 |
| 3.5.4.16. | Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial (Gp2) | 62 |
| 3.5.4.17. | Afloramientos rocosos en ambiente periglacial (Gp3) | 63 |
| 3.5.4.18. | Rocas en crestas y cuchillas (Gp4) | 63 |
| 3.5.4.19. | Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques (Gp5) | 63 |
| 3.5.5. | Volcánico | 63 |
| 3.5.5.1. | Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar (Vci1) | 63 |
| 3.5.5.2. | Casquete de cumbre nival, casquete glaciar (Vc4) | 64 |
| 3.5.5.3. | Rampas de piedemonte de cono volcánico (Vc8)..... | 64 |
| 3.5.5.4. | Colada de lava antigua (Vc10)..... | 64 |
| 3.5.5.5. | Abrupto de colada de lava (Vc12) | 65 |
| 3.5.5.6. | Llanura de depósitos volcánicos (Vc13) | 65 |
| 3.5.5.7. | Relieve volcánico montañoso (Rv12) | 66 |
| 3.5.6. | Meteorización..... | 66 |
| 3.5.6.1. | Colinas en media naranja (Met1) | 66 |
| 3.5.7. | Estructural..... | 67 |
| 3.5.7.1. | Superficie de mesa o meseta (Eh1)..... | 67 |
| 3.5.7.2. | Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2)..... | 67 |
| 3.5.7.3. | Cornisa de mesa o meseta (Eh3) | 68 |
| 3.5.7.4. | Vertiente de mesa o meseta (Eh4)..... | 68 |
| 3.5.7.5. | Superficie de cuesta (Ei1) | 68 |
| 3.5.7.6. | Superficie de cuesta disectada (Ei2)..... | 68 |
| 3.5.7.7. | Frente de cuesta (Ei3)..... | 69 |
| 3.5.7.8. | Vertiente de cuesta (Ei4) | 69 |
| 3.5.7.9. | Superficie de chevron (Ei5) | 70 |
| 3.5.7.10. | Frente de chevron (Ei6) | 70 |
| 3.5.7.11. | Vertiente de chevron (Ei7) | 70 |
| 3.5.7.12. | Restos de superficie estructural (Esr) | 71 |
| 3.5.7.13. | Niveles estructurales sobre lavas endurecidas (Ev1) | 71 |
| 3.5.8. | Tectónico-erosivo | 72 |
| 3.5.8.1. | Relieve colinado muy bajo (Rt2) | 72 |
| 3.5.8.2. | Relieve colinado bajo (Rt3) | 72 |
| 3.5.8.3. | Relieve colinado medio (Rt4)..... | 73 |
| 3.5.8.4. | Relieve colinado alto (Rt5)..... | 74 |
| 3.5.8.5. | Relieve colinado muy alto (Rt6)..... | 74 |
| 3.5.8.6. | Relieve montañoso (Rt7) | 75 |
| 3.5.9. | Poligénicas..... | 76 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3.5.9.1. | Coluvio-aluvial reciente (Coa1)..... | 76 |
| 3.5.9.2. | Coluvio-aluvial antiguo (Coa2) | 76 |
| 3.5.9.3. | Superficie horizontal (Sh2) | 77 |
| 3.5.9.4. | Superficie horizontal disectada (Sh3) | 77 |
| 3.5.9.5. | Abrupto de superficie horizontal (Sh4) | 77 |
| 3.5.9.6. | Superficie inclinada (Si2)..... | 77 |
| 3.5.9.7. | Superficie inclinada disectada (Si3)..... | 78 |
| 3.5.9.8. | Abrupto de superficie inclinada (Si4) | 78 |
| 3.5.9.9. | Superficie alta (Sa1) | 78 |
| 3.5.9.10. | Superficie alta disectada (Sa2) | 78 |
| 3.5.9.11. | Abrupto de superficie alta (Sa3) | 79 |
| 3.5.9.12. | Cerro testigo (Rr4)..... | 79 |
| 3.5.9.13. | Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1) | 79 |
| 3.5.9.14. | Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)..... | 79 |
| 3.5.9.15. | Macizo rocoso (Sdv1) | 80 |
| IV. | RESUMEN Y CONCLUSIONES | 81 |
| V. | BIBLIOGRAFÍA | 85 |
| 5.1. | Referencias generales | 85 |
| 5.2. | Bibliografía citada | 86 |

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

| | |
|--|----|
| Cuadro 2.1. Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas | 11 |
| Cuadro 2.2. Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Tena | 16 |
| Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Tena | 19 |
| Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Tena..... | 23 |
| Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón | 29 |
| Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón | 37 |

LISTA DE FIGURAS

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

LISTA DE FOTOS

| | |
|--|----|
| Foto 1. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector Guacamayo..... | 41 |
| Foto 2. Terraza baja y cauce actual (sobreelevación del cauce en llanura de inundación). Sector Guacamayo | 42 |
| Foto 3. Valle indiferenciado. Sector San José de Puerto Rico | 43 |
| Foto 4. Terraza media. Sector Tena | 45 |
| Foto 5. Terraza alta. Sector San Antonio | 46 |
| Foto 6. Vertiente o abrupto de terraza. Sector Guacamayo | 47 |
| Foto 7. Relieve lacustre ondulado. Sector Selva Alegre..... | 50 |
| Foto 8. Coluvión antiguo. Sector Alto Pano | 54 |
| Foto 9. Glacis de esparcimiento. Sector Muyuna | 56 |
| Foto 10. Glacis de esparcimiento disectado. Sector Pano | 57 |
| Foto 11. Circo glaciar. Cerro Huacu Rumi | 57 |
| Foto 12. Fondo de valle glaciar. Sector Loma Sachapata | 58 |
| Foto 13. Vertiente de valle glaciar. Sector Cerro Isicsilli | 59 |
| Fotos 14 y 15. Morrena frontal, arco morrénico. Sector Loma Sunblucunga y H. Mortiñoloma | 61 |
| Foto 16. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial. Sector Chalupas | 62 |
| Fotos 17 y 18. Rampas de piedemonte de cono volcánico. Sector H. Mortiñoloma | 64 |
| Fotos 19 y 20. Colada de lava antigua. Sector H. Mortiñoloma | 65 |
| Foto 21. Llanura de depósitos volcánicos. Sector H. Mortiñoloma | 65 |
| Fotos 22 y 23. Colinas en media naranja. Sector San José de Puerto Rico..... | 66 |
| Foto 24. Superficie de mesa o meseta. Sector Muyuna..... | 67 |
| Fotos 25 y 26. Superficie de cuesta disectada. Sector Quilloayacu | 69 |
| Fotos 27 y 28. Vertiente de cuesta. Sector Pununo | 70 |
| Fotos 29 y 30. Restos de superficie estructural. Sector Puerto Napo..... | 71 |
| Foto 31. Relieve colinado muy bajo. Sector Huachiyacu | 72 |
| Fotos 32 y 33. Relieve colinado bajo. Sector Cerro El Morro y Puerto Salazar | 73 |
| Fotos 34 y 35. Relieve colinado medio. Sector Campana Cocha y Sector Guacamayo | 73 |
| Foto 36. Relieve colinado alto. Sector Ahuano | 74 |
| Foto 37. Relieve colinado muy alto. Sector Inchillaqui | 75 |
| Fotos 38 y 39. Relieve montañoso. Sector Puerto Napo | 75 |
| Foto 40. Coluvio-aluvial antiguo. Sector Huagrapunta | 76 |

I. INTRODUCCIÓN

El 1 de febrero de 2011, la República del Ecuador y el Banco Interamericano de Desarrollo suscribieron el Contrato de Préstamo 2461/OC-EC, cuyo objetivo es la implantación en todo el país de un sistema eficiente de gestión de catastro y registro de la propiedad de la tierra rural, con el objetivo de brindar seguridad jurídica a los derechos de propiedad, apoyar la aplicación de políticas tributarias de los cantones, y proveer información para la planificación de ordenamiento territorial del área rural.

El proyecto es ejecutado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, MAGAP, a través de la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT, dentro del Programa denominado como SIGTIERRAS.

Actualmente, el proyecto gestiona, entre otros, los siguientes componentes:

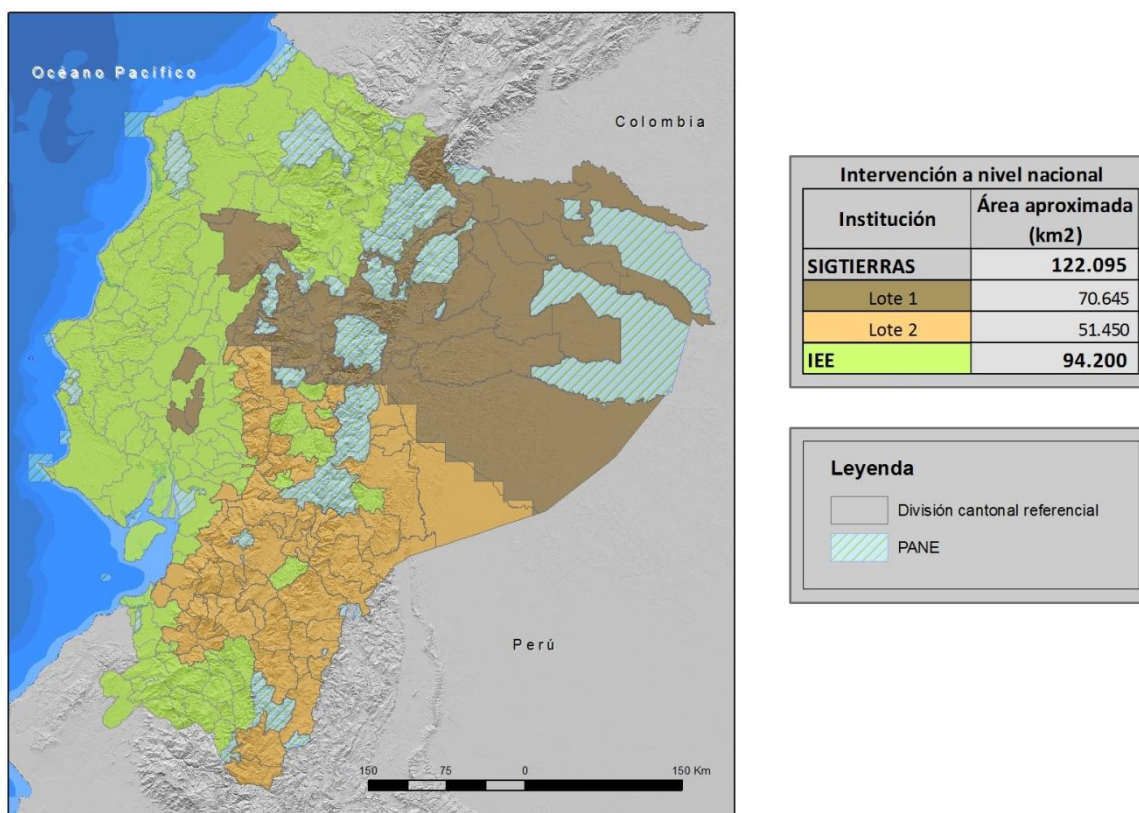
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

Dentro del componente de cartografía temática, en una labor conjunta con el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), MAGAP-SIGTIERRAS genera cartografía temática a Escala 1:25.000 de las siguientes temáticas:

1. Cobertura y uso de la tierra
2. Sistemas productivos
3. Geomorfología
4. Suelos
5. Capacidad de uso de la tierra
6. Dificultad de labranza
7. Zonas homogéneas de cultivos
8. Peligros volcánicos
9. Accesibilidad a la red vial
10. Accesibilidad a infraestructura de acopio y facilidades agrícolas
11. Accesibilidad a centros económicos importantes
12. Zonas homogéneas de accesibilidad

Este levantamiento se ejecuta por parte de MAGAP-SIGTIERRAS dentro del territorio continental no intervenido ya anteriormente (áreas a cargo del IEE) y excluyendo las áreas protegidas definidas en el Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), organizado en dos lotes de acuerdo a la siguiente figura (Figura 1.1).

Figura 1.1. Distribución geográfica de la zona de estudio dentro del área continental.



Fuente: CTN

1.1. El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador

El Levantamiento de Cartografía Temática a Escala 1:25.000 de Ecuador (LCT) pretende generar, en un área de trabajo de 122.095 km², cartografía digital y bases de datos territoriales sobre: Geomorfología, Suelos y su Capacidad de uso, Dificultad de Labranza, Cobertura y uso de la tierra, Zonas homogéneas de cultivo y Sistemas Productivos. Para todo el territorio nacional se ha realizado la actualización de la cartografía existente de Peligros Volcánicos y se han elaborado cartografías de Accesibilidad a la Red Vial, a Infraestructuras de Acopio y Facilidades Agrícolas, a Centros Económicos Importantes y Zonas Homogéneas de Accesibilidad.

El proyecto, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, consta de dos LOTES, según consta en la Figura 1.1:

- i. LOTE 1, que ocupa una superficie de 70.645 km²; y,
- ii. LOTE 2, que ocupa una superficie de 51.450 km² y en ambos se incluyen las temáticas a nivel de territorio nacional.

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

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales del proyecto

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

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

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

1.2.2. Objetivos del estudio geomorfológico

Los objetivos específicos de la Cartografía Geomorfológica son:

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

1.3. Antecedentes de este estudio

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

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

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

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

II. METODOLOGÍA

2.1. Características del producto esperado

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

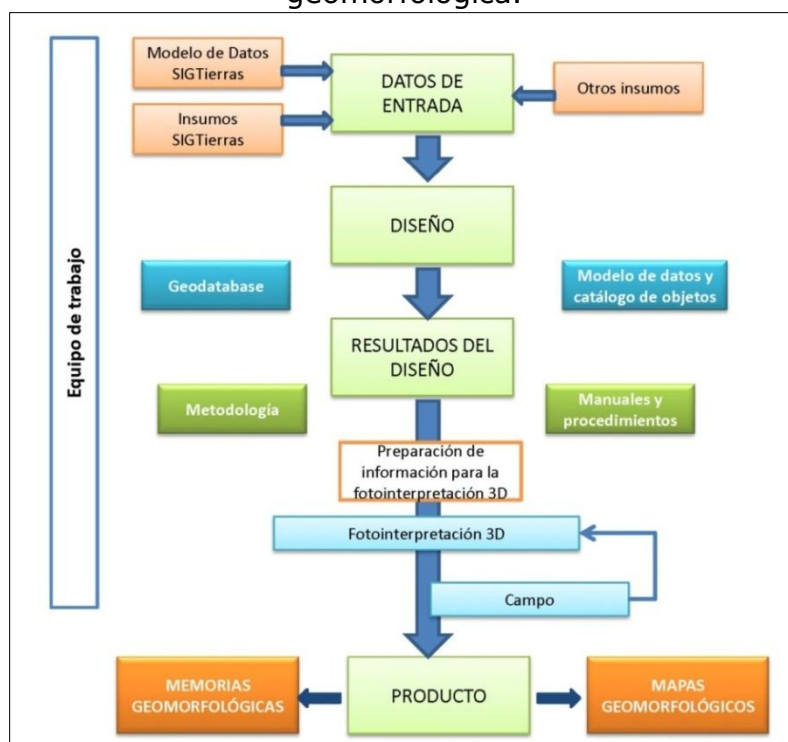
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

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

2.2. Etapas metodológicas

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

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



Fuente: CTN

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

2.2.1. Recopilación de información

Esta fase comprende:

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

2.2.1.1. Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes

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

En el área restante, se genera el MDT de dos formas: a) en zonas de cierta amplitud y continuidad (que, en total, representan unos 10.300 km²), se utilizan los fotogramas de los vuelos 1:60.000 del IGM y se procede a su aerotriangulación con el apoyo de la cartografía 1:50.000, finalizando mediante un proceso de correlación hasta obtener el MDT; b) en pequeñas zonas y pasillos sin MDT ni ortofotos (que suponen alrededor de 480 km²), se genera el MDT utilizando la información de las curvas de nivel de la cartografía 1:50.000 y otros MDT disponibles, de tal forma que queden en continuidad con el resto del territorio colindante.

En las zonas no cubiertas por ortofotos, se dispone de alguna de las siguientes imágenes satelitales: Rapideye, Spot 6, VHR, WorldView-1 y WorldView-2.

2.2.1.2. Insumos complementarios

Los insumos complementarios, básicamente, son:

- Cartografía geológica. La base principal de esta información procede de la cartografía geológica del INIGEMM (Instituto Nacional de Investigación Geológica, Minero, Metalúrgico), a escalas 1:100.000 (Sierra y Costa) y 1:250.000 (Oriente). Dicha cartografía geológica fue proporcionada al inicio de este proyecto, en febrero de 2014, por el mencionado organismo, competente en el levantamiento y difusión de dicha información, y que constituye el principal referente de tal información.
La mayoría de estos mapas están publicados por instituciones antecesoras al INIGEMM, organismo que asume desde 2009 las competencias referidas a la generación de información geológica del país y que con anterioridad fue denominado DGGM (Dirección General de Geología y Minas) y CODIGEM

(Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica). Otros organismos, como INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), también participaron en la publicación de algunas de estas cartas.

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

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

2.2.2. Fotointerpretación

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

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

El proceso de fotointerpretación cubre las siguientes etapas:

- Identificación y delimitación de las diferentes geoformas, o unidades geomorfológicas, existentes en el área, en base a las características del relieve, los modelos de drenaje y la información proporcionada por los diferentes insumos. La delimitación de las geoformas se realiza mediante digitalización de polígonos identificados como geoformas, a escala 1:10.000, con líneas que aparezcan suavizadas, a partir del modelo tridimensional utilizado.
- Asignación de atributos en cada geoforma delimitada, con ayuda del software implementado.

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

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

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

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

- Región
- Dominio Fisiográfico
- Contexto Morfológico

La fotointerpretación finaliza con:

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

2.2.2.1. Software empleado

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

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

2.2.3. Fase de campo

2.2.3.1. Criterios para la validación en campo

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

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

2.2.3.2. Validación y adquisición de datos de campo

En campo, la actividad contempla:

- Visita a los puntos definidos en el itinerario y descripción de los mismos mediante ficha de campo, incorporada a la *tablet* (ver Anexo I). Verificación de atributos asignados en gabinete y corrección de los mismos, en su caso.
- Generación de documentación asociada (itinerarios o "*tracks*" y puntos de observación georreferenciados directamente a partir de la *tablet*, así como toma de fotografías con el mismo dispositivo).

- Ubicación de afloramientos existentes para la descripción del macizo rocoso o depósito superficial (en la misma ficha).
- Toma de muestras si resulta necesario.
- Identificación de unidades geomorfológicas no interpretadas o dudosas.

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

2.2.4. Integración de datos y adecuación cartográfica final

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

2.2.5. Mapa y leyenda

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

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

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

2.2.5.1. Explicación de la leyenda

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

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

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

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

| GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado) | SUBGRUPO | EJEMPLOS DE GEOFORMAS | CLAVE |
|--|--|--|--------------|
| FLUVIAL | Valles fluviales y formas relacionadas con predominio de sedimentación | Valle fluvial, llanura de inundación | F1 |
| | Encajamientos e incisiones fluviales | Barranco | E2 |
| | Canales fluviales | Cauces y meandros ocasionalmente funcionales | C2 |
| | Terrazas | Terraza media | Tm |
| | Conos de esparcimiento | Superficie de cono de esparcimiento disectado | Co2 |
| | Conos de deyección | Superficie de cono de deyección disectado | Cd3 |
| | Otras formas | <i>Badlands</i> | Fb1 |
| FLUVIO-LACUSTRE | En valles-terrazas | Áreas endorreicas en llanuras aluviales y terrazas | Fl1 |
| | En otros ambientes | Depresión lagunar | Fo1 |
| LADERAS | Laderas rectilíneas | Vertiente rectilínea con salientes rocosos | Lr3 |
| | Laderas abruptas | Vertiente abrupta con fuerte disección | La2 |
| | Laderas heterogéneas y otras morfologías | Vertiente heterogénea con fuerte disección | Lh4 |
| | Depósitos de ladera | Coluvión antiguo | Col2 |
| | Piedemonte | Glacis de esparcimiento | Pd1 |
| GLACIAR Y PERIGLACIAR | Formas glaciares | Circo glaciar | Gf1 |
| | Depósitos glaciares | Morrena de fondo | Gd1 |
| | Periglaciar | Afloramientos rocosos en ambiente periglaciar | Gp3 |

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

| GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado) | SUBGRUPO | EJEMPLOS DE GEOFORMAS | CLAVE |
|--|--|---|--------------|
| VOLCÁNICO | Antiguos edificios | Pitones o agujas volcánicas | Va2 |
| | Conos inactivos | Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar | Vci1 |
| | Conos activos | Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y sin retoque glaciar | Vca3 |
| | Formas asociadas a conos | Rampas de piedemonte de cono volcánico | Vc8 |
| | Domos | Domo volcánico | Dom |
| | Relieves diversos | Relieve volcánico colinado alto | Rv10 |
| MARINO | Depósitos actuales | Playa marina | Mac1 |
| KÁRSTICO | - | Dolina, campo de dolinas | Kt6 |
| METEORIZACIÓN | - | Colinas en media naranja | Met1 |
| EÓLICO | - | Campo de dunas | Eod2 |
| ESTRUCTURAL | Capas horizontales | Superficie de mesa o meseta | Eh1 |
| | Capas inclinadas | Frente de cuesta | Ei3 |
| | Capas subverticales | Barra o cresta estructural | Esv |
| | Capas plegadas | Superficies y planos estructurales originados en capas plegadas | Epl |
| | Superficies residuales | Restos de superficie estructural | Esr |
| | En materiales volcánicos | Niveles estructurales sobre lavas endurecidas | Ev1 |
| TECTÓNICO-EROSIVO | - | Relieve colinado medio | Rt4 |
| POLIGÉNICAS | Coluvio aluvial | Coluvio-aluvial reciente | Coa1 |
| | Superficies de erosión y planicies intermontanas | Planicie intermontana | SP3 |
| | Superficies horizontales | Superficie horizontal disectada | Sh3 |
| | Superficies inclinadas | Abrupto de superficie inclinada | Si4 |
| | Altas superficies | Superficie alta disectada | Sa2 |
| | Relieves residuales | Cerro testigo | Rr4 |
| | Aristas, divisorias e interfluvios | Interfluvio de cimas redondeadas | Ar1 |
| | Sustrato diverso | Macizo rocoso | Sdv1 |
| OTRAS | - | Superficie intervenida | O5 |

Fuente: CTN

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

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

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

En el *Esquema Geológico* aparecen las distintas formaciones geológicas del mapa, con la asignación de un símbolo que las identifica, coloreadas según edades. Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros grupos litológicos que no tienen reconocimiento de formación, así como para ciertas formaciones geológicas, se ha acordado la adopción de códigos propios, siguiendo criterios análogos a los utilizados en dichos trabajos de referencia. Por otro lado cabe aclarar que las edades han sido asignadas conforme lo determina la cartografía 1:100.000 y por ende los cuerpos intrusivos posteriormente datados por el CODIGEM-BGS (a diferentes escalas y años de edición), constan sin edad en el esquema geológico.

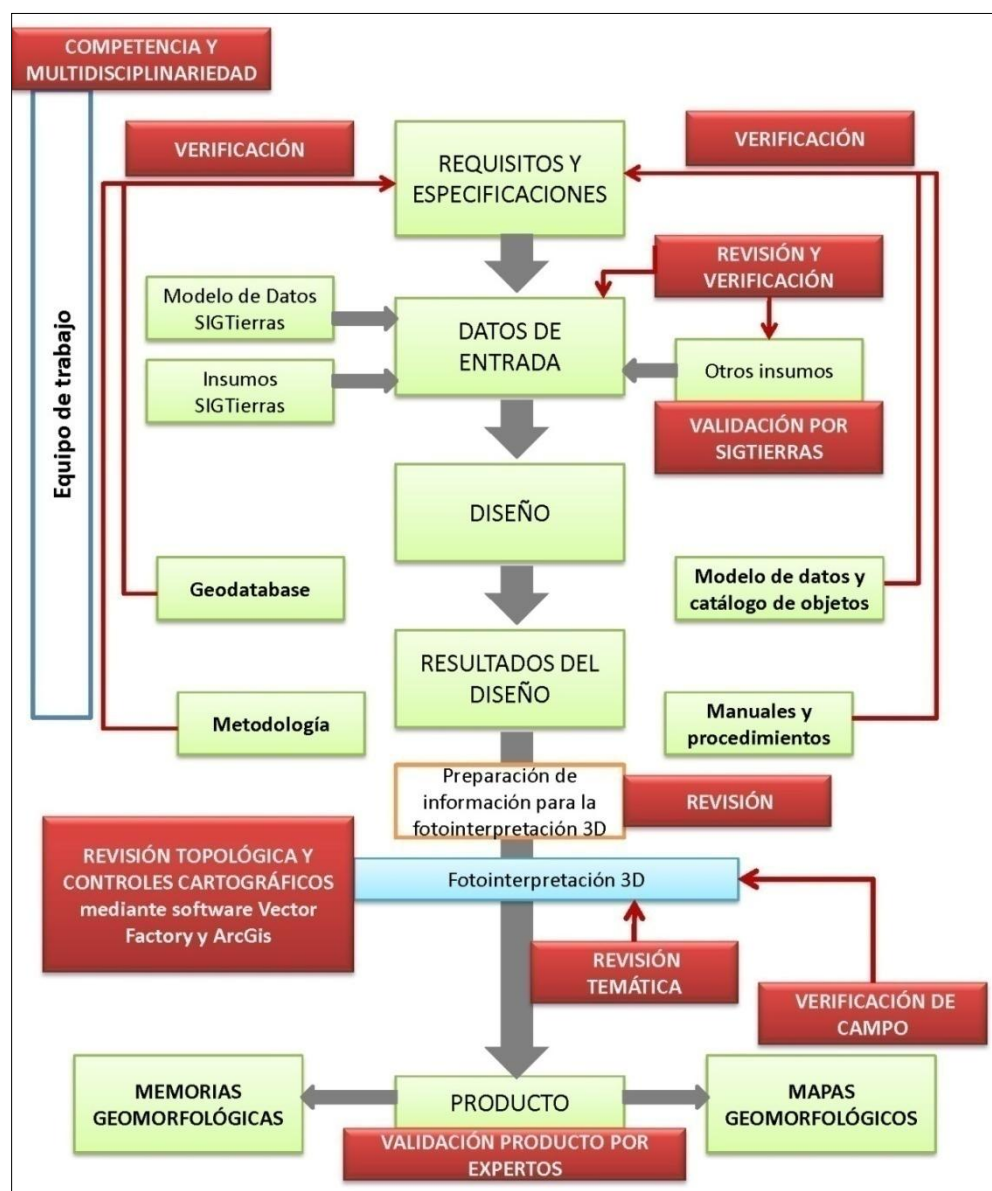
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

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

2.3. Control de calidad

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

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



Fuente: CTN

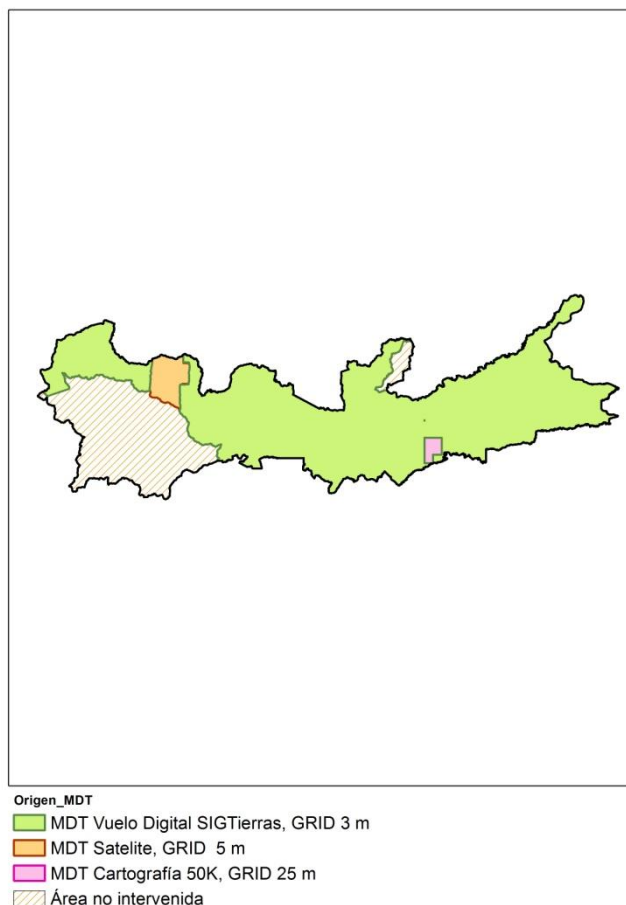
Estos hitos son los siguientes:

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

2.4. Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón

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



Fuente: CTN

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

- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Chalupas (Hoja 86), esc. 1:100.000. *DGGM-INEMIN*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: S. J. De Poaló (Hoja 87), esc. 1:100.000. *DGGM-INEMIN*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Tena (Hoja 101), esc. 1:100.000. *DGGM-INEMIN*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Puerto Napo (Hoja 102), esc. 1:100.000. *DGGM-INEMIN*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1987. Mapa Geológico de la Provincia de Napo, esc. 1:250.000. *DGGM-INEMIN*. 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-BGS*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico Minero Metalúrgica; British Geological Survey), 1993. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *CODIGEM*. Quito.

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

Cuadro 2.2. Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Tena.

| Código | Cartas Topográficas | Código | Cartas Topográficas |
|---------------|---------------------------------|---------------|----------------------------|
| ÑIII_F1 | Cotopaxi | ÑIII_F3 | Laguna de Antejos |
| ÑIII_F4 | Río Chalupas | ÑIV_B2 | Río Mulatos |
| OIII_E2 | Pavayacu | OIII_E3 | Tena |
| OIII_E4 | Lushanta | OIII_F1 | Loreto |
| OIII_F2 | Puerto Murialdo (Boca del Suno) | OIII_F3 | Chontapunta |
| OIII_F4 | Huachiyacu (Mondaña) | OIV_A1 | Puerto Napo |
| OIV_A2 | Puerto Misahuallí | OIV_A4 | Arajuno |
| OIV_B1 | Campana Cocha | OIV_B2 | Río Nushiño |

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

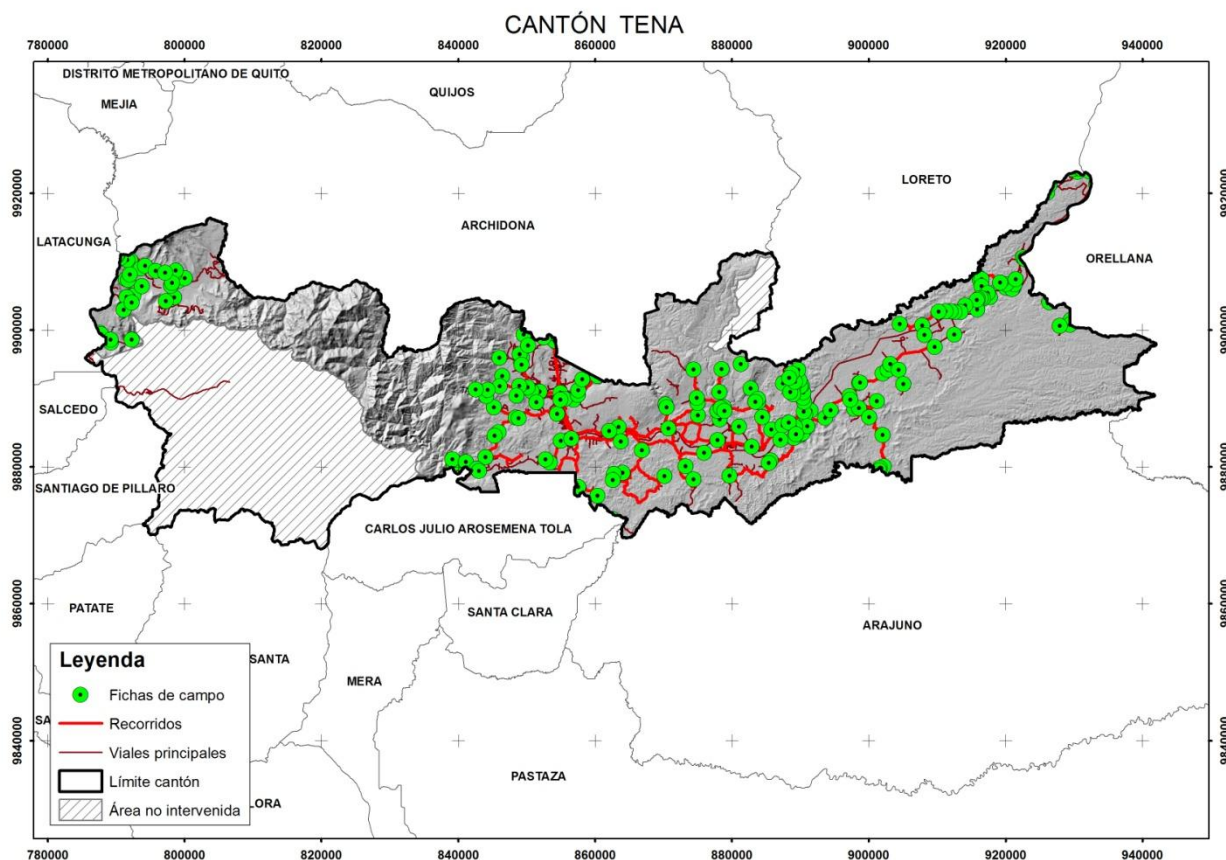
III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Tena se realizó entre los días 8, 9 y 10 de abril, 12 de julio, 14, 18 y 21 de agosto, del 24 al 28 de noviembre y del 6 al 8 de diciembre de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 186 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 Tena.



Fuente: CTN

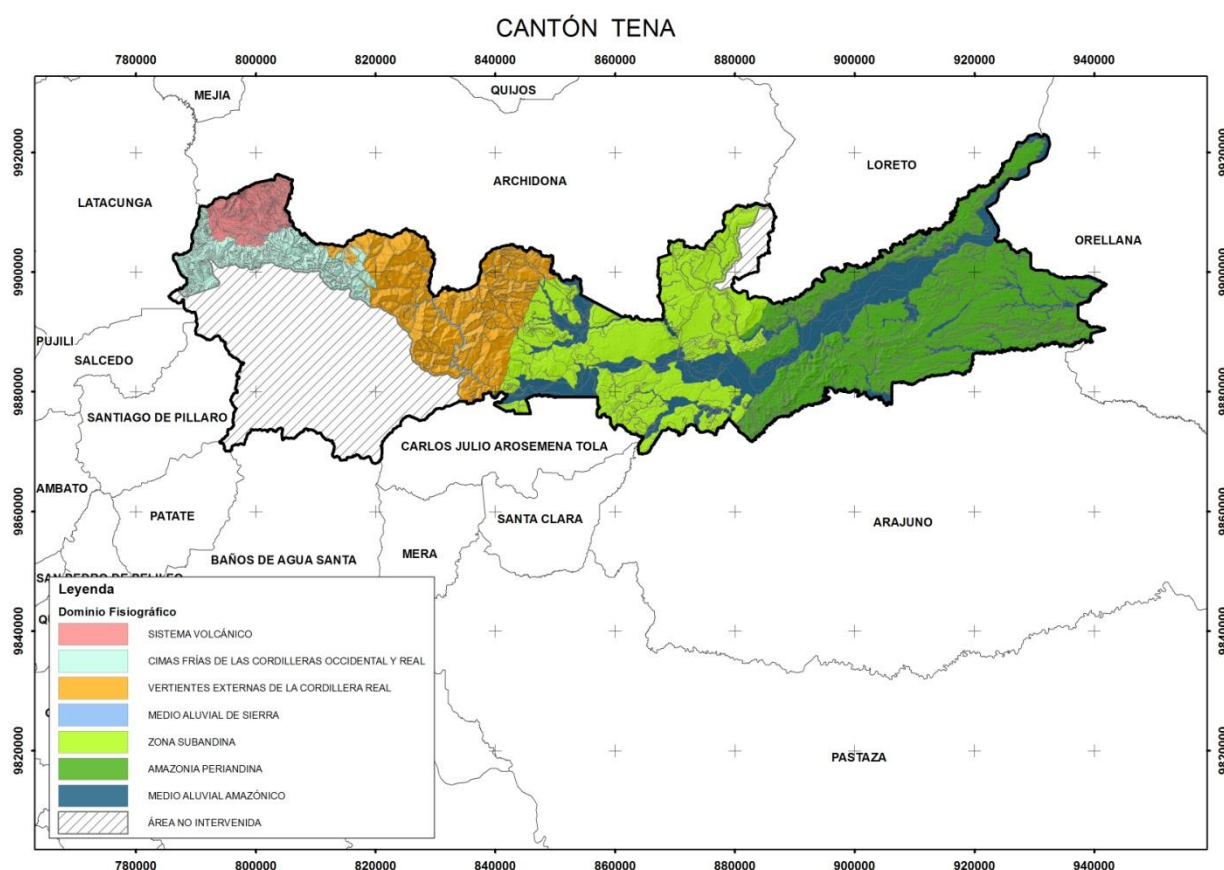
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Tena tiene 3.904 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 2.962 km² ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Llanganates y Parque Nacional Sumaco Napo-Galeras) y/o al área de intervención del Instituto Espacial Ecuatoriano. Todas las cifras porcentuales, parciales y totales que se presentan en esta memoria corresponden exclusivamente al área de intervención de este estudio.

Se diferencian cuatro dominios fisiográficos en la región Sierra y tres en la región Amazonía. 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 Tena.



Fuente: CTN

Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Tena.

| REGIÓN | DOMINIO FISIOGRÁFICO | Superficie (*) | Porcentaje (*) |
|----------|--|---------------------|----------------|
| SIERRA | Sistema volcánico | 114 km ² | 3,9% |
| | Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real | 211 km ² | 7,1% |
| | Vertientes externas de la Cordillera Real | 474 km ² | 16% |
| | Medio aluvial de Sierra | 16 km ² | 0,5% |
| AMAZONÍA | Zona Subandina | 731 km ² | 24,7% |
| | Amazonía Periandina | 908 km ² | 30,7% |
| | Medio aluvial amazónico | 508 km ² | 17,2% |

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

Fuente: CTN

3.2.1. Dominio Fisiográfico Sistema volcánico

Este dominio se origina en dos etapas de volcanismo caracterizadas por huellas geomorfológicas de edad y aspectos diferentes. El volcanismo de basamento resulta de una subducción intraplaca y una acreción de edad cretácica, en la primera fase de construcción del Ecuador. En el episodio más reciente de volcanismo piroclástico andino tiene lugar el relleno de las cuencas interandinas por la sedimentación de productos volcánicos y un volcanismo explosivo, responsable de la construcción de estrato-volcanes de edad cuaternaria.

Los volcanes andinos, en número que supera el centenar, representan un significativo papel geomorfológico en todo el Ecuador. Por una parte, los propios edificios volcánicos son en sí mismos destacados hitos paisajísticos que realzan el relieve de las dos cordilleras, Occidental y Oriental, así como del propio corredor o valle interandino. Por otra, los depósitos piroclásticos que han generado, fundamentalmente de cenizas y lapilli en sus últimos episodios, han recubierto con una espesa capa cerca de las dos terceras partes de la Sierra central y septentrional, así como amplias extensiones de las regiones Costa y, más localmente, Amazonía.

El sistema volcánico que determina este dominio fisiográfico en el cantón es el del volcán Quilindaña, ubicado en el extremo noroeste, compartido con el cantón Archidona con el cual Tena limita por el norte. Este volcán, ya extinto, presenta una superficie de 108 km² y se generó en la caldera del antiguo volcán Chalupas.

Este dominio fisiográfico alcanza 114 km² de superficie en el cantón y se dispone a alturas que descienden desde los 4.874 msnm hasta los 3.500 msnm.

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

Las Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real aparecen con una notable fragmentación geográfica, desde la frontera colombiana hasta el sur de Amaluza, en la frontera peruana. Las tierras más frías dibujan dos fajas paralelas con sentido meridiano que coronan las dos cordilleras Andinas, Occidental y Oriental.

Además de los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio, también se incluyen en él la franja periglacial que, de forma discontinua, los rodean –los páramos–.

Este dominio se encuentra en la zona occidental del cantón Tena, coincidente con las partes bajas del dominio fisiográfico Sistema Volcánico. Las altitudes que alcanza en este cantón oscilan entre 4.200 y 3.300 msnm.

3.2.3. Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Real

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

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

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

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

Este dominio fisiográfico se dispone en la zona centro-oeste del cantón y por su posición altitudinal entre 1.200 y 3.300 msnm, representa la transición entre los modelados glaciares andinos y los relieves subandinos amazónicos.

3.2.4. Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra

Este dominio está representado principalmente por el sistema fluvial del río Chalupas y el río Verdeyacu, con dirección preferencial O-E y N-S respectivamente. Estos ríos presentan por lo general forma meándrica y son un importante afluente del río Jatunyacu.

Los valles en V, barrancos y encañonamientos son las geoformas más representativas de este contexto y los valle fluviales-llanuras de inundación son mucho menos comunes.

Las geoformas de incisión fluvial se han desarrollado fuertemente en el Granito de Abitagua-Guacamayos, en la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates, el Grupo Margajitas y en la Formación Pisayambo. Mientras que los valles fluviales muestran los típicos depósitos aluviales (arenas, limos, arcillas y conglomerados).

3.2.5. Dominio Fisiográfico Zona Subandina

Está representado por relieves montañosos o submontañosos, escalonados hasta los 2.500 metros de altitud, en los que se apoya, de norte a sur, la vertiente amazónica de los Andes.

Este dominio está fuertemente condicionado por la estructura geológica ya que se corresponde con el levantamiento anticlinal Napo y con los corredores, depresiones y estribaciones adyacentes o interiores. Al norte da origen a la Cordillera del Napo, entre los ríos San Miguel y Anzú, mientras que hacia el sur la expresión morfológica más característica está representada por las Cordilleras del Cutucú y del Cóndor. Las fallas que forman y limitan las diferentes estructuras, tanto en el norte y sur, presentan una dirección preferencial NE-SO.

El levantamiento del Napo geológicamente es un horst alargado con dirección norte-sur, que se profundiza hacia el sur y noroeste, donde aparecen zonas deprimidas. Constituye la Cordillera más joven del Ecuador, conformada por rocas volcánicas Jurásicas de la Formación Misahuallí; por rocas sedimentarias cretácicas de las formaciones Hollín, Napo y Tena; por rocas sedimentarias Terciarias de las formaciones Tiyuyacu y Chalcana, por rocas sedimentarias Cuaternarias de la Formación Mera, y por rocas volcánicas-Cuaternarias del Volcán Sumaco.

Los modelados se distinguen según la influencia de las estructuras o la disección, dependiendo de la litología: las rocas duras originan mesetas, cuevas y crestas, mientras que las rocas blandas originan altas colinas asimétricas. La presencia de calizas se traduce, en ocasiones, en formas kársticas, como lapiazes, simas y redes subterráneas.

Este dominio ocupa gran parte de la zona central del cantón, con alturas que oscilan entre los 600 y los 1.050 msnm. El volcán Sumaco, responsable de la cobertera de cenizas, se ubica a 33 km² aproximadamente del cantón.

3.2.6. Dominio Fisiográfico Amazonía Periandina

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

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

Las colinas periandinas, por su parte, están representadas por macizos colinados recubiertos por sedimentos de las llanuras de piedemonte y por las formaciones pantanosas de los complejos fluviales. Estas colinas están conformadas por formaciones Miocénicas, Mio-Pliocenas, Plio-Cuaternarias y Cuaternarias, que se corresponden con Chalcana, Arajuno, Chambira, Mesa y Mera.

Este dominio fisiográfico se dispone en la parte oriental del cantón, con alturas que oscilan entre los 300 y 600 msnm.

3.2.7. Dominio Fisiográfico Medio aluvial amazónico

Este dominio está delimitado y caracterizado por los ríos de la cuenca amazónica y sus depósitos asociados. Es un sistema muy variable en el tiempo, debido a la intensidad de los procesos de erosión y sedimentación fluviales; además, el sistema fluvial responde con relativa rapidez a los cambios climáticos, modificaciones del nivel de base –locales o globales–, tectónica reciente y actividades humanas.

En este cantón, está sujeto a la acción y modelado de los ríos Tena, Pano, Misahuallí, Jatunyacu, Puní, Arajuno, Gusano y Napo con direcciones preferenciales SO-NE. Estos mismos ríos han dado origen a los principales valles fluviales y su evolución en el tiempo ha determinado la aparición de terrazas asociadas a los mismos. Se han cartografiado también: valles indiferenciados, valles en V, gargantas, encañonamientos, superficies de cono de deyección, entre otras. Los depósitos aluviales que conforman la litología de las geoformas diferenciadas dentro de este dominio fisiográfico son por lo general: arenas, limos, arcillas y conglomerados en diferente proporción.

El río Napo constituye el sistema fluvial más desarrollado dentro del cantón, presenta una forma marcada anastomosada con alto caudal y densidad de drenaje entre media y gruesa.

3.3. Contextos Morfológicos

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

Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Tena.

| REGIÓN | DOMINIO FISIAGRÁFICO | CONTEXTO MORFOLÓGICO |
|----------|--|---|
| SIERRA | Sistema volcánico | Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas |
| | Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real | Paisajes glaciares |
| | | Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas |
| | Vertientes externas de la Cordillera Real | Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real) |
| | | Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real) |
| | Medio aluvial de Sierra | Medio aluvial de Sierra |
| AMAZONÍA | Zona Subandina | Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas |
| | | Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte) |
| | Amazonía Periandina | Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes |
| | | Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas |
| | | Colinas periandinas occidentales |
| | Medio aluvial amazónico | Medio aluvial amazónico |

Fuente: CTN

3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas

En este contexto morfológico se incluyen las formas asociadas al volcán Quilindaña que alcanza alturas de 4.750 msnm y está situado en el extremo noroeste del cantón, en la zona limítrofe con el cantón Archidona. Las geoformas diferenciadas son: Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar y Casquete de cumbre nival-casquete glaciar; y además geoformas que, aunque ligadas al edificio volcánico propiamente dicho, pueden llegar a sobrepasar ampliamente el entorno de la boca o bocas de emisión: Colada de lava antigua, Rampas de piedemonte de cono volcánico y Llanura de depósitos volcánicos.

El volcán Quilindaña sufrió una remodelación profunda de su superficie en los periodos glaciares cuaternarios y sus geoformas representativas, diferenciadas en el cantón, son: Circo glaciar, Morrenas, Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciar, entre las principales.

Las formaciones geológicas representativas y mayoritarias en este contexto morfológico son: Volcánicos Quilindaña (andesitas piroxénicas y piroclastos) y Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)). Existen también, de forma significativa, depósitos glaciares, till y/o tillita (depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino) y los depósitos volcánicos (depósitos volcano-sedimentarios de granulometría y distribución variable (ceniza, lapilli y bloques de angulares a redondeados), con frecuentes fragmentos lávicos intercalados).

La extensión de este contexto morfológico en el cantón es de aproximadamente 114 km².

3.3.2. Paisajes glaciares

Este contexto se presenta en las tierras más frías de las cordilleras Occidental y Real, cuyas morfologías más características se corresponden con formas y depósitos glaciares, actuales y heredados, a las que a veces se llegan a superponer otras formas provenientes del periglaciario actual.

Empieza este modelado con los característicos circos glaciares, de los que nacen los grandes valles glaciares, a los que se asocian un gran número de depósitos morrénicos. Estas geoformas se han modelado mayoritariamente en los materiales volcánicos de la Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas) y las geoformas con depósito glaciar asociado se componen de till o tillita (depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino).

Otras geoformas identificadas dentro del presente contexto morfológico incluyen: Valle glaciar colgado, Horn, Laguna glaciar, Rocas en crestas y cuchillas, Rocas

aborregadas, Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario, Depósito glaciar modelado por acción fluvial.

Se presenta con alturas que oscilan entre 3.500 y 4.200 msnm. Su extensión total es de aproximadamente 89 km².

3.3.3. Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas

Los paisajes de este contexto se caracterizan por cimas agudas, normalmente con cumbres e interfluvios estrechos, de los que emergen localmente salientes rocosos; sus vertientes muestran pendientes moderadas y enlazan suavemente con hondonadas de carácter pantanoso. Las geoformas identificadas bajo este contexto morfológico guarda ciertos aspectos que se asemejan con los paisajes glaciares, y son: Circo glaciar, valles ensanchados, acumulaciones morrénicas, Valle glaciar colgado, Rocas aborregadas, Rocas en crestas y cuchillas, Laguna glaciar, Bloques erráticos glaciares, Nicho de nivación, Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario, Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario, Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques, Depósito glaciar modelado por acción fluvial.

La mayoría de geoformas se han labrado en las rocas metamórficas (esquistos predominantes, con filitas, pizarras y cuarcitas) de la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates; y en los volcánicos (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)) de la Formación Pisayambo.

Con una superficie aproximada de 122 km² en el cantón, este contexto se localiza en la zona occidental: en extremo oeste y en el borde norte. La altura a la que se encuentra oscila entre 3.300 y 3.500 msnm.

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

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

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

Las geoformas identificadas y representativas son sobretodo diferentes tipos de vertientes conformando relieves colinados y montañosos. Así mismo depósitos coluviales asociados a estas laderas. El contexto ocupa gran parte del centro-oeste del cantón Tena, con una superficie de 335 km².

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

Este contexto, que se desarrolla exclusivamente sobre la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates (esquistos, filitas, pizarras y cuarcitas), se caracteriza por una disección aguda, irregular y asimétrica, directamente influida tanto por las direcciones estructurales del conjunto como por la distinta naturaleza de las diferentes litologías sobre las que se desarrolla. Está recubierto por un manto de proyecciones de cenizas volcánicas.

Aparece en la zona occidental del cantón, como una franja entre el contexto morfológico antes descrito *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. Este contexto ocupa hasta 139 km² de la superficie estudiada del cantón.

3.3.6. Medio aluvial de Sierra

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

3.3.7. Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas

Este contexto se corresponde con el levantamiento Napo, cordillera formada por rocas sedimentarias cretácicas, en su mayoría de origen marino, cubierta por varios metros cenizas volcánicas. Al sur del Sumaco los grandes rasgos del relieve quedan marcados, preferentemente, por los niveles calcáreos de la Formación Napo, aunque otras litologías más blandas, situados por encima, condicionan el modelado de detalle: su intensa meteorización ha dado lugar a formas en colinas.

Las geoformas identificadas en este contexto y más representativas son las de modelado estructural: mesas, cuevas y chevrones. Además se han identificado relieves colinados desde bajos a muy altos.

En cuanto a geología, las formaciones sobre las que se han desarrollado las geoformas se datan desde el Cretácico hasta el Mioceno y son todas de carácter sedimentario: Misahuallí, Hollín, Napo, Tena, Tiyuyacu, Chalcan y Arajuno.

Este contexto ocupa la gran mayoría del centro del cantón, con una extensión de unos 554 km². Se sitúa a alturas comprendidas entre 600 y 1.050 msnm.

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

Se trata de un conjunto de relieves que dibujan una franja submeridiana desde Tena hasta las proximidades de la localidad de Morona, junto a la frontera con Perú. Se localiza a altitudes de entre 500 y 1.000 msnm., aproximadamente.

Estos relieves se han desarrollado en los materiales sedimentarios de las formaciones Tiyuyacu, Chalcana, Arajuno y Chambira. Los relieves van desde bajo hasta muy alto, con desniveles relativos desde 25 hasta 300 metros.

En el cantón Tena, este contexto se ubica en el centro y borde sur, en las márgenes del río Puní, con alturas que oscilan entre los 600 a 800 msnm. Su extensión total se aproxima a los 176 km².

3.3.9. Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes

La representación de este contexto morfológico en el cantón Tena no llega a 1 km² pero en el cantón adyacente, Carlos Julio Arosemena Tola (que limita por el sur con Tena) alcanza una amplia representación. La cobertura de cenizas volcánicas se asocia al volcán Sumaco ubicado a 33 kilómetros aproximadamente al norte de Tena.

La geoforma identificada es Superficie de cono de deyección disectado, constituido por gravas y bloques empastados en una matriz de arcillas y areniscas. La meteorización en estos materiales se muestra muy intensa, originando una alterita roja que llega a alcanzar notable profundidad, de más de 15 y 20 metros.

3.3.10. Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas

Se trata de un gran abanico o cono de esparcimiento, que se abre desde su zona apical, situada al pie del contexto *Estribaciones orientales subandinas*, hacia el Este, entre los ríos Napo y Pastaza, extendiéndose cerca de 200 km en esa dirección. Este contexto también incluye restos de conos de esparcimiento.

Se presentan con pendientes longitudinales mayoritarias muy suaves, sin cenizas volcánicas. La disección ha dejado morfologías de mesas tabulares, a veces con desniveles de orden hectométrico; estas planicies estructurales llegan, en algunos casos, a destruirse por la erosión, dando origen a un relieve colinado. Las formaciones geológicas que conforman el diferente modelado son: Chalcana, Arajuno y Mesa. Sobre los diferentes materiales sedimentarios se desarrolla una alteración ferralítica de color pardo, que contrasta con la alteración predominantemente rojiza de la Amazonía ecuatoriana.

La extensión total de este contexto morfológico, en el cantón, se aproxima a los 238 km² y se sitúa en la zona oriental, intercalado con Colinas periandinas occidentales.

3.3.11. Colinas periandinas occidentales

Este contexto está representado por colinas de medianas a bajas, partes de las cuales parecen haberse labrado a partir tanto de las propias mesas residuales de los Piedemontes distales como de otros materiales subyacentes.

Las formaciones geológicas sobre las que se han desarrollado estas colinas son: Chalcana, Arajuno, Chambira, Mesa y Mera.

Ocupa la mayor parte del sector oriental del cantón, con alturas que oscilan entre los 300 a 600 msnm. Es el contexto que presenta mayor extensión en el territorio estudiado con aproximadamente 669 km².

3.3.12. Medio aluvial amazónico

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.7.

3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón

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

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km ² (aprox.) |
|--|---------------------------------|---|--------------------------|
| Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas | FLUVIAL | Valle en V | <1 |
| | | Barranco | <1 |
| | LADERAS | Coluvión antiguo | 5 |
| | | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada | <1 |
| | | Flujo de lodo | <1 |
| | | Talud de derrubios | <1 |
| | | Glacis de esparcimiento | <1 |
| | GLACIAR Y PERIGLACIAR | Circo glaciar | <1 |
| | | Fondo de valle glaciar | 4 |
| | | Laguna glaciar | <1 |
| | | Morrena de fondo | 7 |
| | | Morrena lateral | 7 |
| | | Morrena frontal, arco morrénico | 10 |
| | | Morrenas | 7 |
| | | Depósito glaciar modelado por acción fluvial | 4 |
| | VOLCÁNICO | Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario | 12 |
| | | Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar | 12 |
| | | Casquete de cumbre nival, casquete glaciar | <1 |
| | | Rampas de piedemonte de cono volcánico | 16 |
| | | Colada de lava antigua | 17 |
| | | Abrupto de colada de lava | <1 |
| | Llanura de depósitos volcánicos | 7 | |
| | TECTÓNICO-EROSIVO | Relieve colinado muy bajo | <1 |
| Relieve colinado bajo | | 1 | |
| Relieve colinado medio | | <1 | |
| POLIGÉNICAS | Coluvio-aluvial reciente | <1 | |
| | Coluvio-aluvial antiguo | <1 | |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km² (aprox.) |
|-----------------------------|---|---|--------------------------------|
| Paisajes glaciares | FLUVIAL | Barranco | <1 |
| | LADERAS | Vertiente rectilínea | <1 |
| | | Vertiente rectilínea con fuerte disección | 4 |
| | | Vertiente rectilínea con salientes rocosos | 2 |
| | | Vertiente rectilínea con abruptos | <1 |
| | | Vertiente abrupta | <1 |
| | | Vertiente heterogénea | 4 |
| | | Vertiente rocosa | 1 |
| | | Vertiente heterogénea con fuerte disección | 2 |
| | | Coluvión antiguo | 2 |
| | | GLACIAR Y PERIGLACIAR | Circo glaciar |
| | Cubeta glaciar | | 3 |
| | Fondo de valle glaciar | | 9 |
| | Vertiente de valle glaciar | | 21 |
| | Valle glaciar colgado | | <1 |
| | Horn | | <1 |
| | Rocas aborregadas | | 2 |
| | Laguna glaciar | | <1 |
| | Morrena de fondo | | 2 |
| | Morrena lateral | | 4 |
| | Morrena frontal, arco morrénico | | 5 |
| | Morrenas | | <1 |
| | Depósito glaciar modelado por acción fluvial | | 2 |
| | Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario | | 3 |
| | Rocas en crestas y cuchillas | 3 | |
| | ESTRUCTURAL | Niveles estructurales sobre lavas endurecidas | <1 |
| | POLIGÉNICAS | Coluvio-aluvial antiguo | <1 |
| | | Superficie inclinada | 2 |
| | | Interfluvio de cimas redondeadas | <1 |
| | | Interfluvio de cimas estrechas | 2 |

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

| CONTEXTO MORFOLOGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km ² (aprox.) |
|---|---|--|--------------------------|
| Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas | FLUVIAL | Barranco | 2 |
| | FLUVIO-LACUSTRE | Superficie ondulada lacustre | <1 |
| | LADERAS | Vertiente rectilínea | 11 |
| | | Vertiente rectilínea con fuerte disección | <1 |
| | | Vertiente rectilínea con salientes rocosos | 7 |
| | | Vertiente abrupta | 3 |
| | | Vertiente abrupta con fuerte disección | 3 |
| | | Vertiente heterogénea | 9 |
| | | Vertiente heterogénea con fuerte disección | 9 |
| | | Coluvión antiguo | 1 |
| | | GLACIAR Y PERIGLACIAR | Circo glaciar |
| | Cubeta glaciar | | 3 |
| | Fondo de valle glaciar | | 3 |
| | Vertiente de valle glaciar | | 17 |
| | Valle glaciar colgado | | 2 |
| | Rocas aborregadas | | 1 |
| | Laguna glaciar | | <1 |
| | Morrena lateral | | <1 |
| | Morrena frontal, arco morrénico | | <1 |
| | Morrenas | | <1 |
| | Bloques erráticos glaciares | | <1 |
| | Depósito glaciar modelado por acción fluvial | | 3 |
| | Nicho de nivación | | <1 |
| | Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial | | 6 |
| | Afloramientos rocosos en ambiente periglacial | | <1 |
| | Rocas en crestas y cuchillas | | <1 |
| | Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques | | <1 |
| | POLIGÉNICAS | Superficie inclinada | <1 |
| | | Superficie inclinada disectada | 3 |
| | | Superficie alta | <1 |
| Superficie alta disectada | | 1 | |
| Abrupto de superficie alta | | <1 | |
| Interfluvio de cimas redondeadas | | 1 | |
| Interfluvio de cimas estrechas | | 6 | |
| Macizo rocoso | <1 | | |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km ² (aprox.) |
|--|--|--|--------------------------|
| Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real) | FLUVIAL | Valle en V | <1 |
| | | Barranco | 20 |
| | | Garganta | <1 |
| | | Encañonamiento | 2 |
| | LADERAS | Vertiente rectilínea | 1 |
| | | Vertiente abrupta | 19 |
| | | Vertiente abrupta con fuerte disección | 86 |
| | | Vertiente heterogénea | 36 |
| | | Vertiente heterogénea con fuerte disección | 85 |
| | | Coluvión antiguo | 9 |
| | VOLCÁNICO | Relieve volcánico montañoso | 7 |
| | TECTÓNICO-EROSIVO | Relieve colinado alto | 6 |
| | | Relieve colinado muy alto | 8 |
| | | Relieve montañoso | 44 |
| POLIGÉNICAS | Coluvio-aluvial antiguo | 3 | |
| | Interfluvio de cimas redondeadas | 5 | |
| | Interfluvio de cimas estrechas | 7 | |
| Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real) | FLUVIAL | Barranco | 4 |
| | LADERAS | Vertiente rectilínea | 53 |
| | | Vertiente rectilínea con abruptos | 5 |
| | | Vertiente abrupta | 11 |
| | | Vertiente abrupta con fuerte disección | 6 |
| | | Vertiente heterogénea | 18 |
| | | Vertiente heterogénea con fuerte disección | 19 |
| | | Escarpe de deslizamiento | <1 |
| | | Coluvión antiguo | 8 |
| | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada | 3 | |
| TECTÓNICO-EROSIVO | Relieve montañoso | 6 | |
| Medio aluvial de Sierra | FLUVIAL | Valle fluvial, llanura de inundación | <1 |
| | | Valle en V | 11 |
| | | Barranco | 2 |
| | | Encañonamiento | 1 |
| | | Cauces abandonados, meandros abandonados | <1 |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km ² (aprox.) | |
|--|----------------------------------|--|---------------------------------------|----|
| Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas | FLUVIAL | Barranco | 3 | |
| | | Garganta | 3 | |
| | | Encañonamiento | 2 | |
| | LADERAS | Vertiente rectilínea | 4 | |
| | | Vertiente abrupta con fuerte disección | 2 | |
| | | Vertiente heterogénea | 4 | |
| | | Vertiente heterogénea con fuerte disección | <1 | |
| | | Escarpe de deslizamiento | <1 | |
| | | Coluvión reciente | <1 | |
| | | Coluvión antiguo | 4 | |
| | | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada | <1 | |
| | | ESTRUCTURAL | Superficie de mesa o meseta | 4 |
| | | | Superficie de mesa o meseta disectada | 13 |
| | Cornisa de mesa o meseta | | 2 | |
| | Vertiente de mesa o meseta | | 23 | |
| | Superficie de cuesta | | 13 | |
| | Superficie de cuesta disectada | | 199 | |
| | Frente de cuesta | | 5 | |
| | Vertiente de cuesta | | 48 | |
| | Superficie de chevron | | 11 | |
| | Frente de chevron | | 1 | |
| | Vertiente de chevron | | <1 | |
| | Restos de superficie estructural | | 10 | |
| | TECTÓNICO-EROSIVO | Relieve colinado bajo | 8 | |
| | | Relieve colinado medio | 130 | |
| | | Relieve colinado alto | 41 | |
| | | Relieve colinado muy alto | 9 | |
| POLIGÉNICAS | Coluvio-aluvial antiguo | 7 | | |
| | Superficie horizontal | 1 | | |
| | Abrupto de superficie horizontal | <1 | | |
| | Superficie inclinada disectada | 3 | | |
| | Abrupto de superficie inclinada | <1 | | |
| | Cerro testigo | <1 | | |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km² (aprox.) |
|---|---|---|---|
| Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte) | FLUVIAL | Barranco | 2 |
| | LADERAS | Vertiente heterogénea | 5 |
| | | Vertiente heterogénea con fuerte disección | 1 |
| | | Coluvión antiguo | <1 |
| | | Glacis de esparcimiento | 19 |
| | | Glacis de esparcimiento disectado | 11 |
| | | ESTRUCTURAL | Superficie de mesa o meseta |
| | Superficie de mesa o meseta disectada | | 7 |
| | Cornisa de mesa o meseta | | 3 |
| | Vertiente de mesa o meseta | | 12 |
| | Superficie de cuesta | | 4 |
| | Frente de cuesta | | 1 |
| | Restos de superficie estructural | | <1 |
| | TECTÓNICO-EROSIVO | Relieve colinado bajo | <1 |
| | | Relieve colinado medio | 48 |
| | | Relieve colinado alto | 40 |
| | | Relieve colinado muy alto | 16 |
| | POLIGÉNICAS | Coluvio-aluvial antiguo | 1 |
| | | Superficie inclinada disectada | 2 |
| | Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes | FLUVIAL | Superficie de cono de deyección disectado |
| Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas | FLUVIAL | Superficie de cono de esparcimiento disectado | <1 |
| | | Superficie de cono de esparcimiento muy disectado | 50 |
| | | Abrupto de cono de esparcimiento | <1 |
| | | Testigo de cono de esparcimiento | 159 |
| | LADERAS | Vertiente heterogénea | 12 |
| | ESTRUCTURAL | Superficie de cuesta disectada | 11 |
| | POLIGÉNICAS | Coluvio-aluvial antiguo | 5 |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km² (aprox.) |
|----------------------------------|-----------------------|--|--------------------------------|
| Colinas Periandinas Occidentales | FLUVIAL | Valle indiferenciado | <1 |
| | | Barranco | 4 |
| | | Testigo de cono de esparcimiento | <1 |
| | LADERAS | Vertiente rectilínea | 11 |
| | | Vertiente rectilínea con fuerte disección | 3 |
| | | Vertiente abrupta | <1 |
| | | Vertiente heterogénea con fuerte disección | 1 |
| | | Coluvión antiguo | <1 |
| | | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada | <1 |
| | | METEORIZACIÓN | Colinas en media naranja |
| | TECTÓNICO-EROSIVO | Relieve colinado muy bajo | 83 |
| | | Relieve colinado bajo | 169 |
| | | Relieve colinado medio | 297 |
| | | Relieve colinado alto | 75 |
| | | Relieve colinado muy alto | 3 |
| | POLIGÉNICAS | Coluvio-aluvial antiguo | 11 |
| | | Superficie horizontal disectada | 9 |
| Abrupto de superficie horizontal | | 1 | |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km² (aprox.) |
|-----------------------------|------------------------------|--|--------------------------------|
| Medio aluvial amazónico | FLUVIAL | Valle fluvial, llanura de inundación | 232 |
| | | Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación) | 87 |
| | | Valle indiferenciado | 17 |
| | | Valle en V | 1 |
| | | Garganta | <1 |
| | | Encañonamiento | 5 |
| | | Cauces abandonados, meandros abandonados | <1 |
| | | Cauces y meandros ocasionalmente funcionales | <1 |
| | | Terraza media | 92 |
| | | Terraza alta | 50 |
| | | Terraza colgada | 1 |
| | | Vertiente o abrupto de terraza | 1 |
| | | Terrazas indiferenciadas | <1 |
| | | Terrazas escalonadas | 3 |
| | | Superficie de cono de deyección | 2 |
| | Abrupto de cono de deyección | <1 | |
| | FLUVIO-LACUSTRE | Relieve lacustre ondulado | <1 |
| LADERAS | Coluvión antiguo | <1 | |
| POLIGÉNICAS | Coluvio-aluvial antiguo | 14 | |

Fuente: CTN

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

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

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

| FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL | SÍMBOLO | EDAD | LITOLOGÍA | km² (aprox.) |
|---|------------------|-------------|--|--------------------------------|
| Depósitos de ladera | Q _{dl} | Cuaternario | Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas) | 30 |
| Depósitos de ladera (derrubios antiguos) | Q _{dl2} | Cuaternario | Fragmentos rocosos de subangulares a angulares, con escasa matriz de finos | <1 |
| Depósitos de ladera (derrumbe) | Q _{dl3} | Cuaternario | Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño | 4 |
| Depósitos de ladera (coluvial) | Q _{dl4} | Cuaternario | Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno | 31 |
| Depósitos coluvio aluviales | Q _{dca} | Cuaternario | Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques | 42 |
| Depósitos aluviales | Q _{da} | Cuaternario | Arenas, limos, arcillas y conglomerados | 337 |
| Depósitos aluviales (abanico aluvial) | Q _{da1} | Cuaternario | Limos y arcillas (predominantes en la zona distal) y arenas, gravas y bloques (predominantes en la zona apical), en proporciones variables y con acusados cambios de facies laterales y verticales | <1 |

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

| FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL | SÍMBOLO | EDAD | LITOLOGÍA | km² (aprox.) |
|---|-------------------|----------------------|---|--------------------------------|
| Depósitos aluviales (cono de deyección) | Q _{da5} | Cuaternario | Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables | 3 |
| Depósitos aluviales (terrazas) | Q _{da8} | Cuaternario | Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa | 148 |
| Depósitos glaciares | Q _{dg} | Cuaternario | Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino | 69 |
| Depósitos fluvio glaciares | Q _{dfg} | Cuaternario | Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas | 10 |
| Depósitos superficiales | Q _{dsi} | Cuaternario | Depósitos superficiales indiferenciados | 20 |
| Depósitos volcánicos | Q _{dv} | Cuaternario | Depósitos volcano-sedimentarios de granulometría y distribución variable (ceniza, lapilli y bloques de angulares a redondeados), con frecuentes fragmentos lávicos intercalados | 19 |
| Formación Mera | Q _{Mr} | Cuaternario | Arcillas y areniscas tobáceas, con horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada | <1 |
| Volcánicos Chalupas | P _{VChp} | Pleistoceno | Piroclastos y lavas | 8 |
| Volcánicos Quilindaña | P _{VQu} | Pleistoceno | Andesitas piroxénicas y piroclastos | 30 |
| Formación Mesa | PIP _{Ms} | Plioceno-Pleistoceno | Arcillas y areniscas volcanoclásticas, con conglomerados. Grandes bloques intercalados de granito y gneis | 230 |
| Formación Pisayambo | PI _{Py} | Plioceno | Secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas) | 84 |

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

| FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL | SÍMBOLO | EDAD | LITOLOGÍA | km² (aprox.) |
|---|---------------------|------------------|---|--------------------------------|
| Formación Chambira | MioPl _{Ch} | Mioceno-Plioceno | Areniscas de grano medio a muy grueso con intercalaciones de lutitas; areniscas tobáceas y conglomerados interestratificados; conglomerados | 5 |
| Formación Arajuno | Mio _{Ar} | Mioceno | Arenas y areniscas con tamaño de grano variable y color pardo; niveles de conglomerados con intercalaciones discontinuas de arcilla abigarrada | 684 |
| Formación Chalcana | Mio _{Chl} | Mioceno | Capas rojas de lutitas abigarradas con yeso | 102 |
| Formación Tiyuyacu | Pal _{Ty} | Paleoceno | Conglomerado de cuarzo, lutita y chert en matriz areno-limosa; areniscas con intercalaciones de lutitas rojas, grises y verdes | 190 |
| Grupo Margajitas | K _{Mj} | Cretácico | Esquistos calcáreos bituminosos, esquistos arcillosos, pizarras negras, areniscas cuarcíticas, lutitas negras | 1 |
| Formación Tena | K _{Te} | Cretácico | Arcillas de margosas a arenosas de colores abigarrados, principalmente pardo rojizos y rojos en superficie | 33 |
| Formación Napo | K _{Np} | Cretácico | Areniscas y lutitas con calizas subordinadas; caliza gris fosilífera; lutitas oscuras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas | 327 |
| Formación Hollín | K _{Ho} | Cretácico | Areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con escasas intercalaciones de lutitas arenosas | 12 |
| Unidad Misahuallí | K _{Mh} | Cretácico | Lavas y piroclastos (basaltos y tobas), con areniscas, lutitas y conglomerados | <1 |

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

| FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL | SÍMBOLO | EDAD | LITOLOGÍA | km² (aprox.) |
|---|-----------------------|------------------------|--|--------------------------------|
| Formación Cuyuja-Grupo Llanganates | J _{Cy} | Jurásico | Esquistos predominantes, con filitas, pizarras y cuarcitas | 135 |
| Granito de Abitagua-Guacamayos | IN G-Gd _{AG} | Sin asignación de edad | Granito, granodiorita | 333 |
| Granito | IN G | Sin asignación de edad | Granito | 20 |
| Granodiorita | IN Gd | Sin asignación de edad | Granodiorita | 50 |

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, PIP=Plioceno-Pleistoceno, etc., mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial (dl=depósitos de ladera, da=depósitos aluviales, etc.) o al nombre de la "formación geológica" (Ch=Chambira; Ar=Arajuno, etc.). 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 Marcabellí (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)

En la región Amazonía es común el desarrollo de valles fluviales-llanuras de inundación. Estos terrenos de anchuras significativas son propensos a inundaciones durante épocas de crecidas. Se caracterizan por la presencia de depósitos aluviales (arenas, limos, arcillas y conglomerados) transportados y depositados por los canales fluviales, de granulometría muy diversa y con marcadas variaciones laterales y verticales de facies, dispuestos en franjas adyacentes al canal fluvial.

En Tena, en las márgenes del río Napo es donde mejor se aprecia esta geoforma, se puede ver también en los ríos Bueno, Puní, Pano y otros que desembocan en éstos. Están dentro del contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*, donde estos valles son planos, con pendientes muy suaves (de 2 a 5%). El río Napo se caracteriza por tener una forma de drenaje anastomosada y densidad de drenaje entre media y gruesa.

No tan desarrollado, pero de características muy similares, existe un valle fluvial-llanura de inundación en el río Chalupas, al noroeste del cantón, dentro del contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.



Valle fluvial, llanura de inundación

Foto 1. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector Guacamayo. 14/08/2014.

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

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

En este cantón, el mejor ejemplo se da en el curso del río Napo y en el río Arajuno, afluente de éste. Estos ríos tienen forma anastomosada en la gran mayoría de su curso y presentan una dirección preferencial SO-NE.

Las pendientes son por lo general muy suaves (de 2 a 5%) y el fondo de valle es plano. Se incluye en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*.



Foto 2. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación del cauce en llanura de inundación). Sector Guacamayo, río Napo. 14/08/2014.

3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3)

Estos valles de fondo plano, pendientes suaves (de 5 a 12%) y con ausencia de dinámica fluvial permanente se encuentran repartidos en la parte oriental del cantón, donde se emplazan en dos contextos morfológicos: *Colinas Periandinas Occidentales* y *Medio aluvial amazónico*.



Foto 3. Valle indiferenciado. Sector San José de Puerto Rico. 14/08/2014.

3.5.1.4. Valle en V (E1)

Estos valles con perfil transversal en V, aunque dispersos por el cantón, presentan características muy similares: vertientes laterales con pendientes fuertes a escarpadas (de 40 a 150%).

En el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, al noroeste del cantón, el río Chalupas se incide en la llanura de depósitos volcánicos formando el valle en V.

En *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, al norte del cantón, los valles de los ríos Inchillaquí y Shiti se desarrollan en el Granito de Abitagua-Guacamayos.

En el *Medio aluvial de Sierra*, a lo largo del río Chalupas y Verdeyacu, al norte del cantón, estos valles en V se encajan en diferentes formaciones geológicas, Granito de Abitagua-Guacamayos, Cuyuja-Grupo Llanganates y el Grupo Margajitas.

En el *Medio aluvial amazónico*, en el borde sur del cantón, estas incisiones se dan en la Formación Arajuno.

3.5.1.5. Barranco (E2)

Los barrancos, típicos de los cursos altos de los ríos, dominan la parte oeste del cantón, donde se incluyen en todos los contextos morfológicos de la región Sierra. Se emplazan en diferentes litologías de las formaciones Granito de Abitagua-Guacamayos, Formación Cuyuja-Grupo Llanganates, Pisayambo, Depósitos volcánicos, Depósitos fluvio glaciares y Depósitos glaciares. Bajo estas condiciones, los barrancos presentan pendientes laterales fuertes a escarpadas (de 40 a 150%), forma de valle en V y ausencia generalizada de suelos.

En la Amazonía, los barrancos se encuentran en menor proporción. En la *Cordillera del Napo*, *Estribaciones orientales subandinas* y *Colinas Periandinas Occidentales*, están disectando relieves, cuestras y chevrones desarrollados en las formaciones Napo, Tiyuyacu, Chalcana y Arajuno. Estos barrancos tienen pendientes laterales medias a muy fuertes (de 12 a 100%) y también ausencia generalizada de suelos.

3.5.1.6. Garganta (E3)

Las gargantas se caracterizan por ser incisiones de desniveles relativos comprendidos entre 25 y 50 metros. Las vertientes laterales son, por lo general, cortas (de 15 a 50 metros de longitud) de formas rectilíneas o mixtas, con pendientes principalmente fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%) y los valles tienen forma en V.

Se distribuyen en la zona septentrional del cantón. En el contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, las gargantas se encajan en el Granito de Abitagua-Guacamayos. En la *Cordillera del Napo*, en la cuenca del río Pusuno y otras quebradas que descienden de la Cordillera Huachi Urcu, las gargantas inciden en las areniscas cuarzosas de la Formación Hollín, y en las areniscas y lutitas de la Formación Napo. Dentro del contexto *Medio aluvial amazónico*, la garganta del río Copayacu se encaja en la Formación Napo, y la del río Bueno incide en las arenas y areniscas de la Formación Arajuno.

3.5.1.7. Encañonamiento (E4)

Se trata de otra geoforma de incisión fluvial, similar a la garganta, pero con mayor profundidad de encajamiento. En este caso, los desniveles relativos están comprendidos entre 50 y 300 metros, con pendientes escarpadas (de 100 a 150%). Las vertientes laterales oscilan entre 50 y 500 metros de longitud, con formas rectilíneas, mixtas e irregulares y la forma de valle es en V.

Esta geoforma se encuentra repartida al norte del cantón. El encañonamiento de los ríos Trigreyacu, Verdeyacu Chico y otros innominados, en el Granito de Abitagua-Guacamayos, se incluye en los contextos morfológicos *Medio aluvial de Sierra* y *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. Y, el encañonamiento de los ríos Misahuallí y Pusuno, en las areniscas de las formaciones cretácicas Hollín y Napo, respectivamente, están dentro de los contextos *Cordillera del Napo* y *Medio aluvial amazónico*.

3.5.1.8. Cauces abandonados, meandros abandonados (C1)

Estos segmentos fluviales curvilíneos abandonados por el cambio de trazado del río, se encuentran repartidos en tres zonas: en el extremo noroccidental del cantón en la margen derecha del río Chalupas; en la región oriental en la margen del río Bueno, y al sur en las márgenes del río Nushiño.

Presentan pendientes muy suaves (de 2 a 5%) y forma del valle plana o en V. Litológicamente, están constituidos por un depósito superficial aluvial de arenas, limos, arcillas y conglomerados. Se enmarcan en los contextos morfológicos *Medio aluvial de Sierra* y *Medio aluvial Amazónico*.

3.5.1.9. Cauces y meandros ocasionalmente funcionales (C2)

Esta geoforma se sitúa en la región nororiental del cantón, en la margen derecha del río Bueno. Se emplaza en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico* y se caracteriza por pendientes suaves (de 5 a 12%) y formas de valle plano.

Estos cauces o meandros, en casos de avenidas o intensas precipitaciones, vuelven a discurrir y se conectan con el cauce principal, fruto de esta dinámica, los suelos presentan un cierto carácter pantanoso.

3.5.1.10. Terraza media (Tm)

Estas terrazas se encuentran distribuidas desde el centro hacia el este del cantón y se emplazan en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*.

Estas superficies subhorizontales, con pendientes planas a muy suaves (de 0 a 5%) equivalen al primer nivel de terrazas por encima de los depósitos fluviales actuales (en promedio entre 10 y 20 m) y representan, por tanto, la última llanura de inundación abandonada por la excavación vertical de los diferentes ríos a los que se asocian: Napo, Suno, Bueno, Tihuacuno, Shiripuno, Nushiño, Arajuno, Jatunyacu y Misahuallí, entre los principales. Su composición típica presenta conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa.



Foto 4. Terraza media. Sector Tena. 14/08/2014.

3.5.1.11. Terraza alta (Ta)

Estas superficies aluviales, de pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12%), equivalen al segundo nivel de terraza, ubicadas a cotas de entre 20 y 40 metros; al igual que las terrazas anteriores, se emplazan en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico* y su composición litológica comprende conglomerados, por lo general con clastos redondeados, arenas, limos y arcillas.



Foto 5. Terraza alta. Sector San Antonio. 06/12/2014.

3.5.1.12. Terraza colgada (Tc)

Estas terrazas se encuentran más elevadas que las terrazas altas (en promedio entre 40 y 50 m), representando superficies aluviales más antiguas, presentan pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12%) y se emplazan en el contexto *Medio aluvial amazónico*.

Terrazas colgadas se encuentran en la zona central del cantón, al noroeste de Tena, elevadas sobre el río Tena y Misahuallí; y en la zona oriental del cantón, en Sumino, elevadas sobre el río Napo.

3.5.1.13. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)

Estas vertientes limitan las superficies de terraza con los diferentes niveles de terraza o con el valle fluvial. Por lo general son vertientes rectilíneas moderadamente largas, de desniveles relativos entre 15 y 50 metros, y en general, pendientes medias a fuertes (de 12 a 70%). Su composición denota material aluvial: conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa, y se incluyen, al igual que las superficies de terraza descritas anteriormente, en el contexto *Medio aluvial amazónico*.

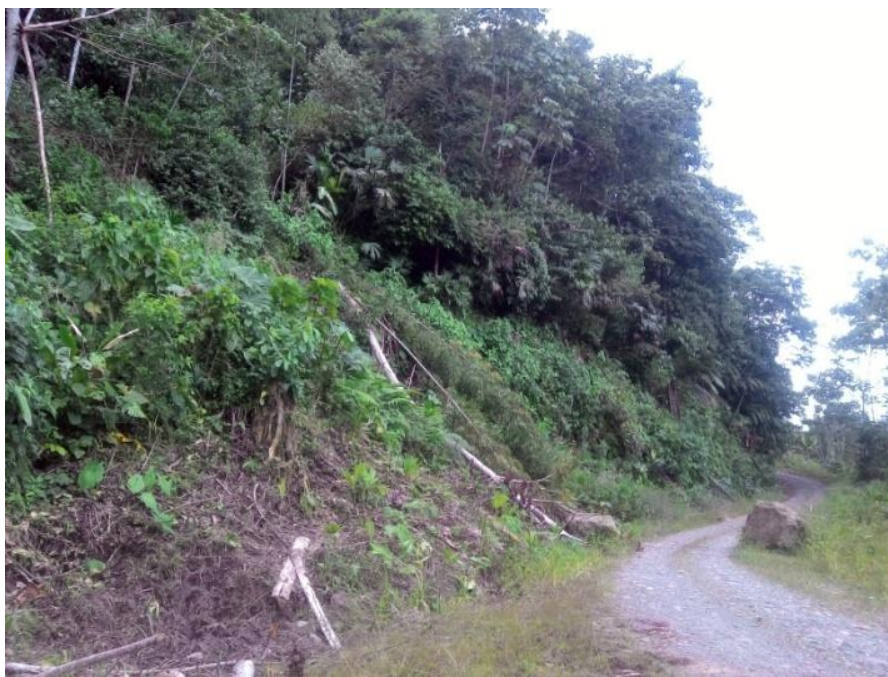


Foto 6. Vertiente o abrupto de terraza. Sector Guacamayo. 14/08/2014.

3.5.1.14. Terrazas indiferenciadas (Ti)

Esta geofoma se sitúa al sur del cantón, en la margen izquierda del río Puní y su confluencia con el río Cotona. Se eleva entre 6 y 12 metros por lo que no se ha atribuido a ninguno de los niveles de terraza anteriores, razón por la cual se la ha denominado terraza indiferenciada. Su composición es depósitos aluviales (conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa) y se emplazan en el contexto *Medio aluvial amazónico*.

3.5.1.15. Terrazas escalonadas (Te)

Esta geofoma encierra varios niveles de terrazas, con su superficie y abruptos. La pendiente general va de muy suave a media (de 2 a 25%).

Estas terrazas escalonadas se encuentran en la zona central del cantón: en las márgenes del río Pano en su confluencia con el río Achiyacu; en Pusuno, elevadas sobre el río Misahuallí, y en Santa Bárbara, elevadas sobre el río Arajuno. Todas están incluidas en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*. Litológicamente se encuentra compuesta por conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa.

3.5.1.16. Superficie de cono de esparcimiento disectado (Co2)

Esta geofoma se localiza en el extremo oriental del cantón, en las márgenes del río Huachiyacu. Se emplaza en el contexto morfológico *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.

Estos conos de esparcimiento se han desarrollado sobre las arcillas y areniscas volcanoclasticas, con conglomerados de la Formación Mesa. Las superficies presentan

disecciones causadas por drenajes de tipo dendrítico, presentes en densidades medias; estas incisiones de 15 a 25 metros de desnivel relativo, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas mixtas, valles en U, cimas redondeadas y en conjunto una pendiente suave (de 5 a 12%).

3.5.1.17. Superficie de cono de esparcimiento muy disectado (Co3)

Esta geoforma se sitúa en la región suroriental del cantón, en las cuencas altas de los ríos Shiripuno y Wagrani. Se localiza íntegramente en el contexto morfológico *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.

Estos conos se desarrollan también en la Formación Mesa. Las disecciones que presentan estas superficies (en grado mayor que las de la geoforma anterior, Co2), son causadas por drenajes con formas dendríticas y densidades medias a gruesas; estas incisiones presentan de 15 a 50 metros de desnivele relativo, vertientes moderadamente largas con forma mixta, forma de valle en U y forma de cima redondeada. La pendiente de estas superficies va de suave a media (de 5 a 25%).

3.5.1.18. Abrupto de cono de esparcimiento (Co4)

Se refiere al escarpe o escalón que limita con la superficie de los conos de esparcimiento descritos anteriormente. Es parte del mismo cuerpo sedimentario, por lo que se incluye en el mismo contexto morfológico y presenta una litología similar a la de las superficies.

Se caracteriza por pendientes medias a fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos que van desde 25 a 100 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas cóncavas y mixtas.

3.5.1.19. Testigo de cono de esparcimiento (CoT)

Estos testigos de cono de esparcimiento no conservan la forma en planta característica y están desgajados del cono de esparcimiento principal. Se emplazan en *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* y se desarrollan en la Formación Mesa.

Bajo esta denominación se cartografía la superficie y el abrupto de los testigos de cono de esparcimiento. Por lo general están a 25 y 200 metros de desnivel relativo, con vertientes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros) con formas rectilíneas, convexas o mixtas y en conjunto presentan pendientes medias (de 12 a 25%).

Dentro de *Colinas Periandinas*, estos testigos de cono de esparcimiento ocupan menos de 1 km², se desarrollan al igual que los anteriores sobre la Formación Mesa.

3.5.1.20. Superficie de cono de deyección (Cd1)

Esta geoforma se localiza en la zona central del cantón: al suroeste de Archidona, en la margen derecha del río Inchillaqui; y en Santa Rosa, en la margen izquierda del río Napo. Se encuentra íntegramente en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico* y se conforman por limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.

Estos conos de deyección presentan pendientes entre suaves y medias (de 5 a 25%), desniveles relativos entre 50 y 100 metros y vertientes largas (de 250 a 500 m) con formas convexas o rectilíneas.

3.5.1.21. Abrupto de cono de deyección (Cd2)

Este escarpe limita con los conos de deyección antes descritos, conservan la misma litología y se emplazan en el mismo contexto morfológico.

Sus características son pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%), desnivel relativo de 25 a 50 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 metros) con formas rectilíneas.

3.5.1.22. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)

Estos conos de deyección muestran una superficie disectada por la escorrentía. Se localizan en el sur del cantón, en la margen derecha del río Ilocullín y están compuestos por limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.

Dentro del contexto morfológico *Estribaciones orientales subandinas*, estas superficies presentan incisiones de 25 a 50 metros de desnivel relativo, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas rectilíneas, valles en V, cimas planas y en conjunto pendientes suaves (de 5 a 12%).

En el contexto morfológico *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*, las incisiones tienen entre 15 y 25 metros de desnivel relativo, vertientes moderadamente largas con formas rectilíneas, valles en V, cimas planas y en conjunto pendientes medias (de 12 a 25%).

3.5.2. Fluvio-lacustre

3.5.2.1. Relieve lacustre ondulado (Fl2)

Estas depresiones lagunares se sitúan en la llanura aluvial del río Huambuno, aguas arriba de desembocar en el río Napo.

Están emplazadas en el *Medio aluvial amazónico*, se caracterizan por pendientes muy suaves (de 2 a 5%) y están compuestas por depósitos aluviales: arenas, limos arcillas y conglomerados.



Foto 7. Relieve lacustre ondulado. Sector Selva Alegre. 14/08/2014.

3.5.2.2. Superficie ondulada lacustre (Fo5)

La superficie ondulada lacustre de pendientes muy suaves (de 2 a 5%) está ubicada en el extremo occidental del cantón, en la zona de las Lagunas Ravo Cochas y, geológicamente, se emplaza en la Formación Pisayambo que presenta litológicamente una secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas).

Se encuentra dentro del contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

3.5.3. Laderas

3.5.3.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Estas vertientes de perfil rectilíneo se sitúan por todo el cantón, dentro de siete contextos morfológicos, acentuando su presencia al norte, en Lomas Soledad, dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y desarrolladas sobre las granodioritas deformadas de la Unidad Azafrán (CODIGEM-BGS, 1994) o bien por las rocas metamórficas de la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates.

Debido a su amplia distribución en el cantón, se emplazan en diferentes litologías de las formaciones geológicas: Granito de Abitagua-Guacamayos, Formación Cuyuja-Grupo Llanganates, Tena, Tiyuyacu, Chalcana y Arajuno.

Por lo general, estas vertientes son moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m), con desniveles relativos de 50 a más 300 metros y en conjunto pendientes medias a fuertes (de 12 a 70%).

3.5.3.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Estas vertientes a demás de perfil rectilíneo presentan una marcada disección, en el cantón sus características son similares, siendo vertientes largas a muy largas (más de 250 m), con desniveles relativos de 100 a 300 metros y pendientes fuertes (de 40 a 70%).

Vertientes rectilíneas con fuerte disección se encuentran repartidas al noroeste del cantón, en Sacha Pite, Llanta Loma y Suasichina Rumi, dentro del contexto morfológico *Paisajes glaciares* y geológicamente en la Formación Pisayambo y Volcánicos Chalupas. Cerca de éstas, al margen derecho del río Chalupas, estas vertientes se emplazan en *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y se componen de las rocas metamórficas de la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates.

Dentro del contexto morfológico *Colinas periandinas occidentales* y sobre la Formación Arajuno, estas vertientes, están justo debajo del testigo de cono de esparcimiento de la Formación Mesa.

3.5.3.3. Vertiente rectilínea con salientes rocosos (Lr3)

Estas vertientes se encuentran en el extremo noroccidental del cantón, al SE del volcán Chalupas y sobre las lomas Encanto de Sarabia, se emplazan en *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y se desarrollan sobre las formaciones Cuyuja-Grupo Llanganates y Pisayambo.

Esta geoforma es muy común en ambientes glaciares, por lo general son vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m), con desniveles relativos de 200 a más de 300 metros, pendientes mayoritariamente fuertes (de 40 a 70%) y en ocasiones medias a fuertes (de 25 a 40%).

3.5.3.4. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)

Estas vertientes se encuentran al margen derecho del río Chalupas, dentro del contexto morfológico *Paisajes glaciares*, compuestas litológicamente por granito, denominado Granito Tres Lagunas en CODIGEM-BGS (1994). También se encuentran en el margen derecho del río Tigreyacu, dentro del contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* esta vez desarrolladas sobre la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates.

En el cantón, estas vertientes son lo por general largas a muy largas (de 250 a más de 500 m), con desniveles relativos de más de 300 metros y en conjunto, pendientes fuertes (de 40 a 70%).

3.5.3.5. Vertiente abrupta (La1)

Esta geoforma se denomina abrupta por presentar pendientes muy fuertes a escarpadas (de 70 a 150%). Se encuentran principalmente en la región occidental del cantón, incluidas en varios contextos morfológicos. En los contextos glaciares, *Paisajes glaciares y Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, se conforman litológicamente de granito, atribuido al Granito Tres Lagunas por CODIGEM-BGS (1994). En el contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, se conforman del Granito de Abitagua-Guacamayos y en *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* compuestas por las granodioritas deformadas de la Unidad Azafrán (CODIGEM-BGS, 1994) o por las rocas metamórficas de la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates.

Se localizan también, de manera puntual, en el extremo nororiental, en las márgenes de los ríos Suno y Napo, dentro del contexto *Colinas Periandinas Occidentales* y compuestas por la Formación Arajuno.

A pesar de su amplia distribución en el cantón, estas vertientes presentan atributos muy homogéneos: longitudes de vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con forma rectilínea y desniveles relativos de entre 200 a más de 300 metros.

3.5.3.6. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)

Estas vertientes presentan en conjunto una pendiente muy fuerte (de 70 a 100%). Son por lo general largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con formas cóncavas y rectilíneas y desniveles relativos que van de 200 a más de 300 metros.

Esta geoforma se encuentra principalmente en la región occidental del cantón Tena, en los contextos morfológicos *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas, Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, desarrolladas en las formaciones geológicas Cuyuja-Grupo Llanganates, Granito y Granito de Abitagua-Guacamayos.

Se localiza también en el extremo más septentrional de la región central, formando parte del contexto *Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas*, donde se compone de los volcánicos de la Unidad Misahuallí o bien de las rocas sedimentarias de las formaciones Hollín y Napo.

3.5.3.7. Vertiente heterogénea (Lh1)

Esta geoforma se encuentra distribuida en todo el cantón, disminuyendo su presencia conforme avanza de oeste a este. Se emplaza en ocho contextos morfológicos y en ocho formaciones geológicas diferentes. Su representación más amplia se da en

Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real), donde se conforman del Granito de Abitagua-Guacamayos.

A pesar de su distribución geográfica, estas laderas mantienen una uniformidad en sus atributos, siendo vertientes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con formas mixtas e irregulares, desniveles relativos entre 25 y más de 300 metros y una pendiente general fuerte (de 40 a 70%).

3.5.3.8. Vertiente rocosa (Lh3)

Esta geoforma se encuentra en la zona noroccidental del cantón, al sureste y suroeste del volcán Chalupas. Se localiza íntegramente en el contexto morfológico *Paisajes glaciares* y se compone geológicamente de los volcánicos de la Formación Pisayambo y Volcánicos Chalupas.

Estas laderas son por lo general largas a muy largas (de 250 a 500 metros) con formas irregulares, presentan desniveles relativos mayoritarios de entre 200 y 300 metros y en ocasiones de 50 a 100 metros; las pendientes varían de medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%).

3.5.3.9. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Esta geoforma se encuentra principalmente en la zona occidental del cantón mientras que en la zona oriental se encuentra puntualmente en la margen derecha del río Huayusayacu y en el sector Pusuno. Se localiza dentro de ocho contextos morfológicos diferentes, acentuando su presencia en *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* compuesta del Granito de Abitagua-Guacamayos.

Estas vertientes se pueden desarrollar en varias y distintas litologías, en este cantón se han formado en el Granito Tres lagunas (CODIGEM-BGS, 1994), Formación Cuyuja-Grupo Llanganates, Napo, Arajuno y Pisayambo.

A pesar de su amplia representación, los atributos que las caracterizan son homogéneos, siendo vertientes largas a muy largas (más de 250 m) con formas mixtas a irregulares, de desniveles relativos de 200 a más de 300 metros y pendientes fuertes a escarpadas (de 40 a 150%).

3.5.3.10. Escarpe de deslizamiento (Lh6)

El escarpe es la cicatriz erosiva situada en la cabecera del deslizamiento, éste presenta vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con forma rectilínea u ocasionalmente cóncava, desnivel relativo de 50 a 200 metros y una pendiente predominante muy fuertes a escarpada (de 70 a 150%).

Esta geoforma se emplaza en los contextos morfológicos *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, desarrollado sobre las rocas metamórficas de la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates, y en *Cordillera del Napo*, en las areniscas cuarzosas de la Formación Hollín y en las areniscas y lutitas de la Formación Napo.

3.5.3.11. Coluvión reciente (Col1)

Esta geoforma se localiza en la región central del cantón, al noroeste del casco urbano de Tena. Está dentro del contexto *Cordillera del Napo*.

Se compone por una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno de las rocas de la Formación Tiyuyacu. Se caracteriza por pendientes suaves, vertientes muy largas (más de 250 m) con formas rectilíneas y desniveles relativos de 25 a 50 metros.

3.5.3.12. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geoforma se encuentra distribuida por todo el cantón, acentuando su presencia en la zona septentrional. Se emplazan en nueve contextos morfológicos, dentro de los cuales mayoritariamente se tienen *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y en menos proporción, están presentes en *Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)*. La composición de estos depósitos comprende una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.

Estos coluviones se presentan por lo general al pie de las laderas, en la superficie suelen exhibir disecciones y el desarrollo de vegetación pionera. Se caracterizan por pendientes suaves a fuertes (de 5 a 70%), vertientes moderadamente largas a muy largas (más de 250 m) de cualquier forma (rectilíneas, cóncavas, convexas, mixtas e irregulares) y desniveles relativos que van de 15 a más de 100 metros.



Foto 8. Coluvión antiguo. Sector Alto Pano. 06/12/2014.

3.5.3.13. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

Estos depósitos se generan como consecuencia de un movimiento en masa a través de una superficie de rotura, plana o curva. Su composición es una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño, del sustrato del que provienen. En este cantón, se dan con mayor frecuencia en las rocas metamórficas de la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates.

Se emplaza en cinco contextos morfológicos: *i) Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas; ii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); iii) Cordillera del Napo; iv) Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales, y v) Colinas periandinas occidentales.*

Esta geoforma se encuentra dispersa en tres zonas: oriental, al pie del volcán Chalupas y entre los ríos Tigreyaku y Yarepa; en la zona central, en Buenavista, en las márgenes del río Misahuallí, y en la zona oriental, al sureste de Chontapunta.

Se caracteriza por: pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%), vertientes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con formas cóncavas, convexas o irregulares y desniveles relativos de 15 a más de 300 metros.

3.5.3.14. Flujo de lodo (Ld2)

Estos flujos de lodo se dan entre morrenas y otros depósitos glaciares, en el extremo noroccidental del cantón, en la vertiente norte del Cerro Pailón. Se emplaza en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y su composición presenta bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas.

Por lo general son depósitos de pendiente suave (de 5 a 12%), con desniveles relativos de entre 15 a 25 metros o 50 a 100 metros. Las vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) de formas convexas o irregulares refleja la considerable distancia que éstos se han extendido desde su origen.

3.5.3.15. Talud de derrubios (Ld4)

Estos derrubios están sobre el cono del volcán Quilindaña, en el extremo noroccidental del cantón. Se emplazan en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Los fragmentos rocosos que componen estos derrubios son de andesitas piroxénicas y piroclastos de los Volcánicos Quilindaña. A todo el conjunto de éstos se les ha atribuido pendientes fuertes (de 40 a 70%), vertientes largas (de 250 a 500 m) con forma rectilínea y desnivel relativo de 200 a 300 metros.

3.5.3.16. Glacis de esparcimiento (Pd1)

Estos depósitos, de pendiente muy suave a media (de 2 a 25%), se extienden del área montañosa de la Cordillera Real, en el centro norte del cantón. Se emplazan en el contexto morfológico *Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)* y se caracterizan por vertientes muy largas (más de 500 m) con formas rectilíneas o mixtas y desniveles relativos de 100 a 300 metros.

De forma puntual, se encuentra también en la región noroeste, dentro del contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, con pendientes muy suaves (de 2 a 5%), vertientes largas (de 250 a 500 m) con forma cóncava y desnivel relativo de 15 a 25 metros.

La composición de estos glacis comprende gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas).



Foto 9. Glacis de esparcimiento. Detalle de depósito superficial, gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables con elementos finos (limos, arcillas y arenas). Sector Muyuna. 06/12/2014.

3.5.3.17. Glacis de esparcimiento disectado (Pd2)

Estos glacis presentan en su superficie marcadas disecciones de desniveles relativos de 25 a 50 metros, con vertientes modernamente largas (de 50 a 250 m) con formas rectilíneas. La pendiente general de estos depósitos es media (de 12 a 25%).

De origen muy similar al de los anteriores, se encuentra en la región central, en las márgenes de los ríos Pano, Achiyacu y Jatunyacu, íntegramente en el contexto

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



Foto 10. Glacis de esparcimiento disectado. Sector Pano. 25/11/2014

3.5.4. Glaciar y periglacial

3.5.4.1. Circo glaciar (Gf1)

Esta geoforma se distribuye en el noroeste del cantón, desde el extremo más noroccidental hasta Las Lomas Encanto de Sarabia. Están mejor representados en los contextos morfológicos *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial* y *huellas glaciares poco marcadas*, desarrollados geológicamente en el Granito Tres Lagunas (CODIGEM-BGS, 1994), Formación Cuyuja-Grupo Llanganates (esquistos predominantes, con filitas, pizarras y cuarcitas), Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)) y Volcánicos Chalupas (piroclastos y lavas).

Estas depresiones se caracterizan por pendientes medias a muy fuertes (de 25 a 100%), vertientes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con formas cóncavas o mixtas y desniveles relativos de 100 a 300 metros.



Foto 11. Circo glaciar. Cerro Huacu Rumi. 10/04/2014.

3.5.4.2. Cubeta glaciar (Gf2)

Las cubetas glaciares se encuentran dentro de los circos glaciares antes descritos, como acumulación de depósitos glaciares (till, tillita). Se emplazan en los mismos contextos morfológicos que los circos glaciares.

Estos depósitos presentan pendientes suaves a medias (de 5 a 25%), desnivel relativo de 15 a 50 metros y vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con formas cóncavas.

3.5.4.3. Fondo de valle glaciar (Gf3)

Los valles glaciares se han formado por una masa de hielo canalizada, generalmente con perfil transversal en U. El fondo del valle glaciar se compone generalmente de till o tillita y se le atribuye pendientes suaves. Están limitados por paredes escarpadas.

Se han cartografiado al noroeste del cantón, dentro de los contextos morfológicos característicos *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Presentan pendientes suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%).



Foto 12. Fondo de valle glaciar. Sector Loma Sachapata. 08/04/2014.

3.5.4.4. Vertiente de valle glaciar (Gf4)

Estas laderas limitan los fondos de valle glaciar antes descritos, se encuentran distribuidas por al noroeste del cantón, entre los volcanes Chalupas y Chinibano.

Se emplazan en los contextos morfológicos *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y se desarrollan en el

Granito Tres Lagunas (CODIGEM-BGS, 1994) o en las formaciones Cuyuja-Grupo Llanganates, Pisayambo, Volcánicos Chalupas.

Por lo general, estas vertientes son moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con formas cóncava, rectilínea, mixta e irregular, de desniveles relativos de 100 a más de 300 metros y en conjunto pendientes medias a muy fuertes (de 25 a 100%).



Foto 13. Vertiente de valle glaciar. Sector Cerro Isicsilli. 12/07/2014.

3.5.4.5. Valle glaciar colgado (Gf5)

Esta geoforma se localiza repartida en el extremo noroccidental del cantón, entre los volcanes Chalupas y Chinibano. Se sitúa en los contextos morfológicos *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

En estos valles glaciares 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, en este cantón a unos 100 a 150 metros. Presentan por lo general pendientes suaves a medias y formas de valle en U.

Su composición incluye depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino.

3.5.4.6. Horn (Gf6)

Estos picos piramidales se localizan en la región noroccidental del cantón, en el Cerro Conga, dentro del contexto morfológico *Paisajes glaciares*. Se trata de picos rocosos, en este caso de la Formación Pisayambo cuya litología comprende lavas andesíticas

basálticas y piroclastos. Estos picos tienen cimas agudas, desniveles relativos de 200 a 300 metros, vertientes largas (de 250 a 500 m) de formas irregulares y pendientes fuertes (de 40 a 70%).

3.5.4.7. Rocas aborregadas (Gf7)

Rocas aborregadas de los Volcánicos Chalupas y de la Formación Pisayambo, se encuentran en el extremo noroccidental del cantón, en el sureste del volcán Quilindaña y en el Cerro Danta Sirina. Se emplazan en los contextos morfológicos descriptivos *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*. Por lo general presentan pendientes medias a fuertes (de 12 a 40%).

3.5.4.8. Laguna glacial (Gf8)

Las lagunas glaciares se disponen en el sector noroccidental del cantón en varias ubicaciones: en las cercanías de Cochas Urcu; en Loma Juncos se encuentra la laguna Yanacocha; en los flancos del volcán Quilindaña, en Rayo Filo, existen varias lagunas innominadas; en Languarumi están las lagunas Piscacochas de Chalupas, y en Yaguil, las lagunas Salayambo cocha y Yanacocha.

Estas lagunas se enmarcan en tres contextos morfológicos: *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*. La pendiente atribuida es plana (de 0 a 2%).

3.5.4.9. Morrena de fondo (Gd1)

Estas morrenas se encuentran repartidas por todo el sector noroccidental del cantón, mayormente al sur del volcán Quilindaña. Se disponen en los fondos de valles glaciares.

Son sedimentos glaciares formados por materiales pobremente clasificados y heterométricos, que a menudo incluye grandes bloques en una matriz de grano fino (till, tillita). Por lo general presentan pendientes suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%) y se han incluido en los contextos morfológicos *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y *Paisajes glaciares*.

3.5.4.10. Morrena lateral (Gd2)

Estas morrenas, a diferencia de las descritas anteriormente, se encuentran en el margen lateral de los fondos de valle glacial. Se conforman de los mismos depósitos glaciares que las morrenas de fondo, y se incluyen en los contextos morfológicos, *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Presentan por lo general pendientes medias a fuertes (de 12 a 70%), vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con forma rectilínea o cóncavas,

desniveles relativos que van de 50 a 200 metros y forma de cima aguda o redondeada.

3.5.4.11. Morrena frontal, arco morrénico (Gd3)

Estas morrenas, al igual que las anteriores, se encuentran repartidas por todo el extremo noroccidental del cantón, dentro de los contextos morfológicos *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas, Paisajes glaciares y Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Estos depósitos dispuestos al frente del glaciar, presentan pendientes medias a fuertes, vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con formas rectilíneas o cóncavas, desniveles relativos de 50 a 200 metros y cima aguda.

La composición de estos depósitos morrénicos es pobremente clasificada con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino.



Fotos 14 y 15. Morrena frontal, arco morrénico. Sector Loma Sunblucunga (izquierda). Detalle de depósito glacial compuesto de till y tillita. Sector H. Mortiñoloma (derecha). 09/04/2014.

3.5.4.12. Morrenas (Gd4)

Estas morrenas de pendientes suaves a fuerte (de 5 a 70%) no han sido asignadas a ningún tipo de morrena más específico. Se distribuye en el noroeste del cantón, se emplaza en los mismos contextos morfológicos que los depósitos morrénicos anteriores y su composición es similar.

Por lo general presentan cimas agudas o redondeadas, desniveles relativos de 25 a 200 metros y vertientes moderadamente largas a largas con formas rectilíneas, cóncavas o mixtas.

3.5.4.13. Bloques erráticos glaciares (Gd5)

Estos bloques erráticos de origen glaciar se localizan en el extremo noroccidental del cantón, al sur del Cerro Isicsilli. Se encuentra dentro del contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y presentan pendientes suaves (de 5 a 12%).

Su composición incluye tillita (depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino).

3.5.4.14. Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6)

Estos depósitos modelados por diferentes corrientes fluviales, se localizan al noroeste del cantón, dentro de los contextos morfológicos: *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas, Paisajes glaciares y Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*. Se caracterizan por pendientes suaves a medias (de 5 a 25%) y se componen de bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas.

Entre sus características están: vertientes desde muy cortas hasta muy largas (de más de 15 m) con formas cóncavas, convexas, mixtas o irregulares y desniveles relativos variables entre 0-5 y 25-200 metros.

3.5.4.15. Nichos de nivación (Gp1)

Este nicho de nivación desarrollado en la Formación Pisayambo se localiza en el sector noroccidental del cantón, al oeste del Cerro Una Callo, dentro del contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Por lo general presenta pendientes muy suaves (de 2 a 5%), desnivel relativo de 5 a 15 metros, vertientes moderadamente largas con formas cóncavas.

3.5.4.16. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial (Gp2)

Esta geoforma se encuentra repartida por todo sector noroccidental del cantón. Se sitúa en tres contextos morfológicos diferentes: *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas, Paisajes glaciares y Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Estas zonas pantanosas de antiguo origen glaciar están rellenas por depósitos superficiales indiferenciados y presentan pendientes planas a suaves (de 0 a 12%).



Foto 16. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial. Sector Chalupas. 10/04/2014.

3.5.4.17. Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario (Gp3)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona noroeste del cantón, al este de la Loma Tambo Grande.

Son afloramientos de granito que se dan en ambiente periglaciario y se enmarcan en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas*. Se caracterizan por pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%).

3.5.4.18. Rocas en crestas y cuchillas (Gp4)

Estos afloramientos rocosos de la Formación Pisayambo y Volcánicos Chalupas, en el cantón, conforman las cimas agudas de los circos glaciares. Se localizan en la región noroccidental del cantón, sobre las lomas Tambo Grande, Conganauca y los cerros Pailón, Chaupirumi, Conga y en algunas lomas adyacentes. Se emplazan en los contextos morfológicos *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas*.

Se caracterizan por: pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos de entre 0-5 y 15-100 metros, vertientes muy cortas a moderadamente largas (de 15 a 250 m) con formas rectilíneas.

3.5.4.19. Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques (Gp5)

La geoforma se encuentra en la zona occidental del cantón, en Cochas Urcu, dentro del contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas*.

Estas acumulaciones de rocas desmenuzadas por el hielo dispuestas al pie de las laderas, provienen litológicamente de rocas metamórficas de la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates. Entre sus características están: pendientes fuertes (de 40 a 70%), vertientes muy largas (más de 500 m) con formas irregulares y desniveles relativos mayores a 300 metros.

3.5.5. Volcánico

3.5.5.1. Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciario (Vci1)

Se trata del cono volcánico del actualmente extinto volcán Quilindaña. Éste se ubica en el extremo noroccidental del cantón, dentro del contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*. Geológicamente se compone de andesitas piroxénicas y piroclastos de los Volcánicos Quilindaña.

Presenta vertientes muy largas (más de 500 m) con forma general cóncava. A lo largo de sus vertientes presenta pendientes escarpadas (de 100 a 150%), muy fuertes (de 70 a 100%), fuertes (de 40 a 70%), medias a fuertes (de 25 a 40%) y medias (de 12 a 25%) al acercarse al pie del cono volcánico. Es desnivel relativo general de este cono supera los 300 metros.

3.5.5.2. Casquete de cumbre nival, casquete glaciar (Vc4)

Este casquete se ubica en la cumbre del volcán Quilindaña, ubicada a 4.876 msnm. Se enmarca en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y se caracteriza por un desnivel relativo de alrededor de 400 metros, vertientes moderadamente largas con formas cóncavas y pendientes muy fuertes a escarpadas (de 70 a 150%).

3.5.5.3. Rampas de piedemonte de cono volcánico (Vc8)

Se trata de las rampas del cono volcánico del Quilindaña, formadas principalmente por depósitos volcano-sedimentarios de granulometría y distribución variable (ceniza, lapilli y bloques de angulares a redondeados), con frecuentes fragmentos lávicos intercalados. Se incluyen en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Estas rampas de piedemonte tienen vertientes moderadamente largas a muy largas (más de 50 m) con formas cóncavas. A lo largo de estas vertientes presentan pendientes muy suaves a medias (de 2 a 25%) y desniveles relativos que varían entre 0 a 200 metros.



Fotos 17 y 18. Rampas de piedemonte de cono volcánico. Vista general y detalle de depósitos volcano-sedimentarios (ceniza, lapilli y bloques de angulares a redondeados). Sector H. Mortiñoloma. 10/04/2014.

3.5.5.4. Colada de lava antigua (Vc10)

Estas coladas de lava se encuentran en el noroeste del cantón, en los flancos surorientales del volcán Quilindaña. Se emplazan en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*. Se componen de andesitas piroxénicas y piroclastos de los Volcánicos Quilindaña.

El desnivel relativo varía de 5 a más de 300 metros, las vertientes son moderadamente largas a muy largas (más de 50 m) con formas cóncavas, convexas o irregulares y pendientes variables entre muy suaves a fuertes (de 2 a 70%).



Fotos 19 y 20. Colada de lava antigua. Vista general (izquierda), 10/04/2014, y detalle de macizo rocoso de andesitas, riolacitas y piroclastos (derecha). Sector H. Mortiñoloma. 09/04/2014.

3.5.5.5. Abrupto de colada de lava (Vc12)

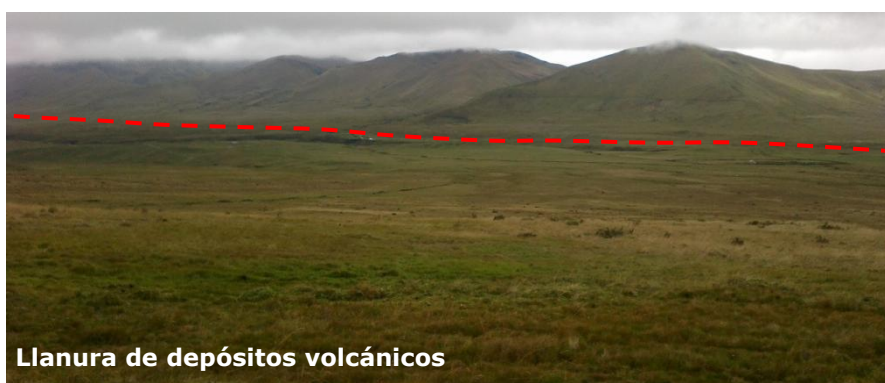
Este abrupto, de pendientes fuertes (de 40 a 70%), se encuentra limitando con la colada de lava por la parte frontal de ésta. La composición litológica y el contexto morfológico en el que se emplaza son exactamente igual al de la colada de lava.

Estas vertientes, en este cantón, son moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con formas cóncavas o convexas y su desnivel relativo está comprendido entre 25-50 y 100-200 metros.

3.5.5.6. Llanura de depósitos volcánicos (Vc13)

Estas llanuras enlazan las rampas de piedemonte del volcán Quilindaña con los valles. Son superficies extensas de valle plano, con pendientes generalmente muy suaves a suaves (de 2 a 12%), conformadas depósitos volcano-sedimentarios de granulometría y distribución variable (ceniza, lapilli y bloques de angulares a redondeados), con frecuentes fragmentos lávicos intercalados.

Se emplazan en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.



Llanura de depósitos volcánicos

Foto 21. Llanura de depósitos volcánicos. Sector H. Mortiñoloma. 10/04/2014.

3.5.5.7. Relieve volcánico montañoso (Rv12)

Esta geoforma se localiza al noroeste de la región central del cantón, se encuentra dentro del contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y se desarrolla sobre el granito de Abitagua-Guacamayos.

Se caracteriza por pendientes fuertes (de 40 a 70%), vertientes muy largas (más de 500 m) con forma rectilínea, forma de valle en V, cimas redondeadas y desniveles relativos mayores a 300 metros.

3.5.6. Meteorización

3.5.6.1. Colinas en media naranja (Met1)

Esta geoforma se encuentra en la zona oriental del cantón: en el sector Huagrapunta, al margen derecho del río Napo, y en el sector San José de Puerto Rico, en el margen izquierdo del río Napo. Se localiza dentro del contexto morfológico *Colinas periandinas occidentales*.

Estas colinas se han originado en las arenas y areniscas de la Formación Arajuno, tienen cimas redondeadas, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas convexas, desniveles relativos de 25 a 50 metros y en conjunto forman valles en V y presentan pendientes medias (de 12 a 25%).



Fotos 22 y 23. Colinas en media naranja. Sector San José de Puerto Rico.
14/08/2014.

3.5.7. Estructural

3.5.7.1. Superficie de mesa o meseta (Eh1)

Esta geoforma se encuentra distribuida en el centro del cantón en las zonas (de oeste a este): El Calvario, Tasayacu, Pasourcu, Puerto Misahuallí y Río Blanco. Se emplaza en los contextos morfológicos *Cordillera del Napo* y *Estribaciones orientales subandinas*.

Estas mesas o mesetas con pendientes suaves (de 5 a 12%), se han desarrollado sobre las capas horizontales de las rocas sedimentarias de la Formación Tiyuyacu (conglomerado de cuarzo, lutita y chert en matriz areno-limosa; areniscas con intercalaciones de lutitas rojas, grises y verdes).



Foto 24. Superficie de mesa o meseta. Sector Muyuna. 06/12/2014.

3.5.7.2. Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2)

Estas mesas o mesetas se muestran disectadas, con incisiones en forma en V de hasta 25 metros de desnivel relativo con vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas rectilíneas o mixtas y cimas planas o redondeadas, en conjunto presenta pendientes suaves a medias (de 5 a 25%).

Dentro del contexto morfológico *Cordillera del Napo*, las mesas o mesetas se han desarrollado en las areniscas y lutitas de la Formación Napo, y en los conglomerados de cuarzo, lutitas, chert y areniscas de la Formación Tiyuyacu. Estas mesas se encuentran en el borde norte del cantón, los sectores: Shigua-Urcu, Agua Pungu y San Miguel de las Palmeras.

Dentro del contexto Estribaciones orientales subandinas, las mesas o mesetas están compuestas por conglomerados de cuarzo, lutitas, chert y areniscas de la Formación

Tiyuyacu; por lutitas rojas abigarradas con yeso de la Formación Chalcana, y por areniscas de la Formación Chambira. Estas mesas se ubican en el borde sur del cantón, en el sector Jatúnyacu.

3.5.7.3. Cornisa de mesa o meseta (Eh3)

Este abrupto limita con las superficies de mesa o meseta con y sin disección desarrolladas sobre la Formación Tiyuyacu. Se emplaza en los contextos morfológicos *Cordillera del Napo* y *Estribaciones orientales subandinas*.

Esta cornisa tiene desniveles relativos de 15 a 200 metros, vertientes cortas a moderadamente largas (de 15 a 250 m) con forma rectilínea y pendientes fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%).

3.5.7.4. Vertiente de mesa o meseta (Eh4)

Estas vertientes enlazan las superficies y cornisas de mesa o meseta con las partes bajas del relieve. Por lo general, son vertientes largas a muy largas (más de 250 m) con formas rectilíneas, cóncavas, mixtas o irregulares, con desniveles relativos de 25 a 200 metros y pendientes medias a muy fuertes (de 12 a 100%).

En este cantón, estas vertientes se incluyen en el mismo contexto morfológico y conservan la misma litología que las superficies de mesa o meseta con las que limitan.

3.5.7.5. Superficie de cuesta (Ei1)

Estas superficies están ligeramente inclinadas en la misma dirección y sentido del buzamiento de las capas sobre las que se desarrollan. Presentan pendientes suaves a medias (de 12 a 25%), longitudes de vertiente moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con formas rectilíneas y desniveles relativos de 25 a 200 metros, en la mayoría de superficies.

Se emplazan en dos contextos morfológicos: en *Cordillera del Napo*, las cuestas se encuentran distribuidas por la zona central del cantón en Santa Inés, Sindy, Pununo, y Apuya; y se desarrollan en las formaciones sedimentarias Napo, Tena, Tiyuyacu, Chalcana y Arajuno. En el contexto *Estribaciones orientales subandinas*, al sur del cantón, en El Icho, las cuestas están compuestas por conglomerados de cuarzo, lutita y chert en matriz areno-limosa; areniscas con intercalaciones de lutitas rojas, grises y verdes, de la Formación Tiyuyacu.

3.5.7.6. Superficie de cuesta disectada (Ei2)

Esta geoforma se encuentra en dos zonas diferentes según el contexto morfológico en el que se emplaza: dentro de *Cordillera del Napo*, se encuentra en gran parte del sector central del cantón, desarrollada sobre las formaciones Hollín, Napo, Tena, Chalcana y Arajuno; y dentro de *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*, se localiza en el sector oriental, al sur del la cuenca alta del río Shiripuno, y se desarrolla sobre las arenas y areniscas con tamaño de grano variable y color

pardo, y niveles de conglomerados con intercalaciones discontinuas de arcilla abigarrada, de la Formación Arajuno.

Las superficies de cuesta exhiben disecciones de hasta 50 metros de desnivel relativo con vertientes cortas a moderadamente largas de formas rectilíneas, cóncavas o convexas, valles en V, cimas planas o redondeadas y en conjunto pendientes suaves a medias (de 5 a 25%).



Fotos 25 y 26. Superficie de cuesta disectada. Vista general (izquierda). 28/11/2014. Detalle de macizo rocoso, Fm. Arajuno (derecha). Sector Quilloyacú. 27/11/2014.

3.5.7.7. Frente de cuesta (Ei3)

Este abrupto limita con la superficie de cuesta. Está compuesto geológicamente de la misma litología y se emplaza en el mismo contexto morfológico de la superficie.

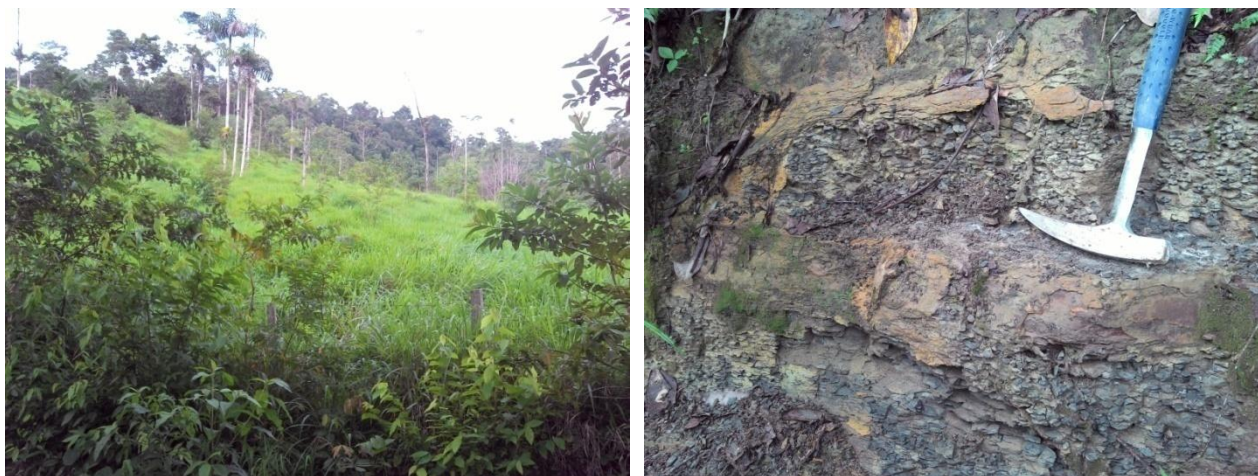
Está caracterizado por pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos que van de 15 a 200 metros y vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con formas rectilíneas o mixtas.

3.5.7.8. Vertiente de cuesta (Ei4)

Estas vertientes se encuentran justo por debajo del frente de cuesta y cuando el frente de cuesta no ha sido mapeado, limitan directamente con la superficie de cuesta.

En este cantón, las vertientes de cuesta se incluyen en el mismo contexto morfológico y se componen de la misma litología que las superficies y frentes de cuesta con las que limitan y se han venido describiendo.

Por lo general, son vertientes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros de longitud) con formas rectilíneas, mixtas o irregulares, el desnivel relativo supera los 25 metros y las pendientes son media a muy fuertes (de 12 a 100%).



Fotos 27 y 28. Vertiente de cuesta. Vista general (izquierda) y detalle de macizo rocoso en formación Napo (derecha). Sector Pununo. 26/11/2014.

3.5.7.9. Superficie de chevron (Ei5)

Esta geoforma se encuentra en dos zonas dentro de la región central del cantón: en el sur en San José de Shalcana y en el noreste en la Cordillera Huachi Urcu. Se incluye en el contexto morfológico *Cordillera del Napo*.

Los chevrones presentan una inclinación mayor que las cuestas. Van acorde al buzamiento de las capas litológicas que conforman estas superficies de chevron. En este cantón se dan en las formaciones sedimentarias Napo (areniscas y lutitas con calizas subordinadas; caliza gris fosilífera; lutitas oscuras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas), Tiyuyacu (conglomerado de cuarzo, lutita y chert en matriz areno-limosa; areniscas con intercalaciones de lutitas rojas, grises y verdes) y Chalcana (capas rojas de lutitas abigarradas con yeso).

Estas superficies de vertientes muy largas (más de 500 m) con formas rectilíneas, desniveles relativos de 100 a 300 metros, presentan en conjunto pendientes medias a fuertes (de 25 a 70%).

3.5.7.10. Frente de chevron (Ei6)

Estos frentes de chevron tienen pendientes fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%), desniveles relativos de 25 a 200 metros y vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 metros) con forma mixta y rectilínea.

Se encuentran limitando con las superficies de chevron antes descritas, por ello se emplazan en las mismas litologías y en los mismos contextos morfológicos que ellas.

3.5.7.11. Vertiente de chevron (Ei7)

Estas vertientes se encuentran justo por debajo del frente de chevron y cuando el frente de chevron no ha sido mapeado, limitan directamente con la superficie de chevron. En este cantón, se incluyen en el mismo contexto morfológico y se

componen de la misma litología que las superficies de chevron con las que limitan y que se han venido describiendo.

Por lo general son vertientes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros de longitud) con formas rectilíneas, el desnivel relativo va de 50 a 100 metros y las pendientes son fuertes (de 40 a 70%).

3.5.7.12. Restos de superficie estructural (Esr)

Estos restos de superficies estructurales se encuentran dentro de los contextos morfológicos *Cordillera del Napo* y *Estribaciones orientales subandinas*, y geográficamente están en la zona central del cantón.

En este cantón, los restos de superficies estructurales se refieren a superficies desgajadas de las superficies estructurales que los rodean (mesas, cuestras y chevrones). Se desarrollan sobre las formaciones sedimentarias Napo, Tena y Tiyuyacu.

Los atributos de esta geofomas son: pendientes dominantes suaves a fuertes (de 5 a 70%), desnivel relativo mayoritario entre 15 y 100 metros y vertientes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con formas rectilíneas o mixtas.



Fotos 29 y 30. Restos de superficie estructural. Vista general (izquierda) y afloramiento de la formación Napo (derecha). Sector Puerto Napo. 25/11/2014.

3.5.7.13. Niveles estructurales sobre lavas endurecidas (Ev1)

Esta geofoma se localiza en el extremo noroccidental del cantón, sobre el cerro El Morro, dentro del contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Estos niveles estructurales se han generado sobre la secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas), de la Formación Pisayambo. Se caracteriza por pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), desniveles relativos entre 100 y 200 metros y vertientes larga (de 250 a 500 metros).

3.5.8. Tectónico-erosivo

3.5.8.1. Relieve colinado muy bajo (Rt2)

Estos relieves se encuentran, principalmente, en la zona oriental del cantón desde Chontapunta hasta el extremo este del cantón. Se emplazan en el contexto morfológico *Colinas Periandinas Occidentales* y se desarrollan sobre las formaciones sedimentarias Chalcana (lulitas abigarradas con yeso) y Arajuno (areniscas y conglomerados). En menor extensión, existen relieves al occidente del cantón, en Verde Loma. Estos relieves se incluyen en el contexto *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Son por lo general relieves de cimas redondeadas, vertientes cortas a moderadamente largas (de 15 a 250 m) con formas convexas, desniveles relativos de 5 a 15 metros y en conjunto presentan valles en V, en U o planos y pendientes suaves a medias (de 5 a 25%).



Foto 31. Relieve colinado muy bajo. Sector Huachiyacu. 14/08/2014.

3.5.8.2. Relieve colinado bajo (Rt3)

Estos relieves se encuentran ocupando gran parte de la región oriental. Donde se emplazan en tres contextos morfológicos diferentes, pero el 95% de estos relieves se encuentran en *Colinas Periandinas Occidentales*, desarrollados en las formaciones Arajuno y Chambira. En el contexto morfológico *Cordillera del Napo*, los relieves se desarrollan en la Formación Napo y en *Estribaciones orientales subandinas* se desarrollan en los materiales de la Formación Arajuno. Se encuentran también, en menor extensión, al occidente del cantón, en el sector Verde Loma, dentro del contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, compuestos de volcano-sedimentarios.

Los relieves colinados bajos se caracterizan por el desnivel relativo comprendido entre 15 y 25 metros. Son relieves de cimas redondeadas o aguda, vertientes cortas a largas (de 15 a 500 m) con forma convexa o mixta, y en conjunto presentan valles en V y en U y pendientes suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%).



Fotos 32 y 33. Relieve colinado bajo. Sector Verde Loma (izquierda) 09/04/2014. Sector Puerto Salazar (derecha). 14/08/2014.

3.5.8.3. Relieve colinado medio (Rt4)

Esta geoforma se encuentra distribuida en las regiones central y oriental del cantón con importantes extensiones. Se emplazan en tres contextos morfológicos: *Cordillera del Napo*, *Estribaciones orientales subandinas* y *Colinas periandinas occidentales*, acentuando su presencia en este último contexto. Se desarrollan en una gran variedad de formaciones geológicas, todas estas de carácter sedimentario, Napo, Tena, Tiyuyacu, Chalcana, Arajuno y Mesa.

En menor extensión, se encuentran relieves colinados medios, al occidente del cantón en Verde Loma, estos dentro del contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Estos relieves, con desnivel relativo de entre 25 y 100 metros, tienen vertientes moderadamente largas a muy largas (más de 50 m) con formas rectilíneas, cóncavas, convexas, mixtas o irregulares, cimas agudas o redondeadas, y en conjunto presentan formas de valle en V y pendientes suaves a fuertes (de 5 a 70%).



Fotos 34 y 35. Relieve colinado medio. Sector Campana Cocha (derecha). Detalles de macizo rocoso, Fm. Arajuno. Sector Guacamayo. 14/08/2014.

3.5.8.4. Relieve colinado alto (Rt5)

Los relieves colinados altos se encuentran repartidos de manera cuasi homogénea en las regiones central y oriental del cantón. Se emplazan en cuatro contextos morfológicos diferentes, acentuando ligeramente su presencia en *Colinas Periandinas Occidentales*. Se desarrollan en las formaciones geológicas Napo, Chalcana, Arajuno y Chambira, indistintamente del contexto morfológico, exceptuando el caso de los relieves colinados del Granito de Abitagua-Guacamayos, que son exclusivos del contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Son relieves de cimas redondeada o agudas, vertientes moderadamente largas a muy largas (más de 50 m) con formas rectilíneas, convexas, mixtas o irregulares, cuyo desnivel relativo está entre 100 y 200 metros, en conjunto presentan valles en V y pendientes medias a muy fuertes (de 12 a 100%).



Foto 36. Relieve colinado alto. Sector Ahuano. 27/11/2014.

3.5.8.5. Relieve colinado muy alto (Rt6)

Estos relieves se encuentran repartidos por la región central del cantón en varias zonas: Loma Monte Verde, Atuniurcu, Cordillera Huachi Urcu y Ahuano.

Se emplazan en diferentes contextos morfológicos: en *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, se desarrollan en el Granito de Abitagua-Guacamayos, dentro de *Cordillera del Napo* se componen de las areniscas cuarzosas de la Formación Hollín, en el contexto *Estribaciones orientales subandinas*, se constituyen de los conglomerados de la Formación Tiyuyacu, y en *Colinas Periandinas Occidentales* se desarrollan en la Formación sedimentaria Arajuno.

Por lo general, son relieves de cima redondeada y rara vez aguda, con vertientes largas a muy largas (más de 250 m) de formas rectilíneas, mixtas o irregulares, desniveles relativos de entre 200 y 300 metros y en conjunto presentan valles en V y pendientes medias a escarpadas (de 12 a 150%).



Foto 37. Relieve colinado muy alto. Sector Inchillaqui. 07/12/2014.

3.5.8.6. Relieve montañoso (Rt7)

A estos relieves se los ubica al occidente del cantón. Dentro del contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* se desarrollan en el Granito de Abitagua-Guacamayos, y en el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, en la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates (esquistos, filitas, pizarras y cuarcitas).

Estos relieves superan los 300 metros de desnivel, se caracterizan por cimas redondeadas o agudas, vertientes muy largas (más de 500 m) con formas rectilíneas, mixtas o irregulares y en conjunto presentan valles en V y pendientes generalmente fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%).



Fotos 38 y 39. Relieve montañoso. Vista general (izquierda) y detalle de macizo, Granito de Abitagua-Guacamayos. Sector Puerto Napo. 25/11/2014.

3.5.9. Poligénicas

3.5.9.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Este coluvio-aluvial se localiza en el extremo noroeste del cantón, en la margen del río Huahui, a la altura de la confluencia con la quebrada de Chalupas. Se emplaza en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, se caracteriza por pendientes suaves (de 5 a 12%) y forma de valle plana y está compuesto de limos, arcillas, arenas, gravas y bloques.

3.5.9.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Los coluvio-aluviales antiguos se encuentran distribuidos por todo el cantón. Se emplazan en tres contextos morfológicos de la región Sierra y en cinco de la región Amazonía, donde su representación se atenúa considerablemente.

Contextos de la región Sierra: *i) Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas, ii) Paisajes glaciares y iii) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).*

Contextos en la región Amazonía: *i) Cordillera del Napo, ii) Estribaciones orientales subandinas, iii) Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas, iv) Colinas periandinas occidentales y v) Medio aluvial amazónico.*

Estos depósitos, por lo general, están rellenando vaguadas y se caracterizan por pendientes suaves a fuertes (de 5 a 70%) y formas de valle planas o en V.

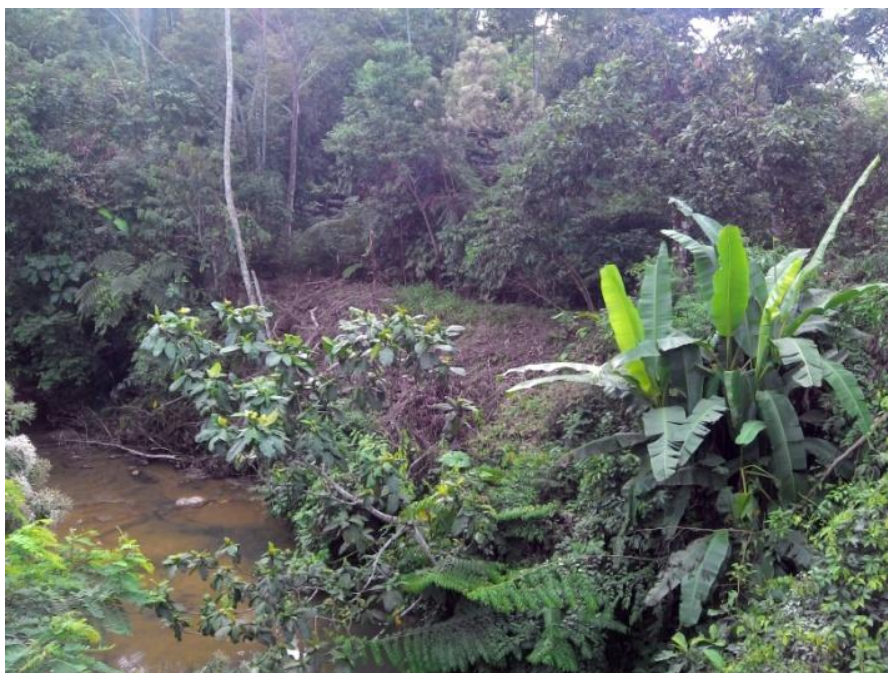


Foto 40. Coluvio-aluvial antiguo. Sector Huagrapunta. 14/08/2014.

3.5.9.3. Superficie horizontal (Sh2)

Esta geoforma se encuentra repartida por la región central del cantón, en distintas zonas: Inchillaqui, Alto Ongota, Shalcana y Río Blanco.

Estas superficies planas a ligeramente onduladas, presentan pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12%). Se emplazan en dos contextos morfológicos y en diferentes formaciones geológicas: en *Cordillera del Napo* se desarrollan en las formaciones Napo, Tiyuyacu y Chalcana; y dentro de *Estribaciones orientales subandinas* en la Formación Arajuno.

3.5.9.4. Superficie horizontal disectada (Sh3)

Esta superficie se localiza en la región central del cantón, en la margen derecha del río Huambuno a la altura de Selva Alegre, presenta marcadas disecciones, incididas entre 5 y 15 metros, con vertientes rectilíneas, valles en V, cimas planas y en conjunto, esta superficie disectada presenta pendientes medias (de 12 a 25%).

Se emplaza en el contexto morfológico *Colinas Periandinas Occidentales* y se compone de las lutitas rojas abigarradas con yeso de la Formación Chalcana.

3.5.9.5. Abrupto de superficie horizontal (Sh4)

Esta geoforma delimita las superficies antes descritas. Se caracteriza por pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%), vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con forma rectilínea y desniveles relativos que van de 25 a 50 metros.

Los abruptos de las superficies horizontales con y sin disección, se conforman geológicamente de los mismos materiales que las superficies y se emplazan en el mismo contexto morfológico.

3.5.9.6. Superficie inclinada (Si2)

Estas superficies inclinadas con pendientes suaves a medias, están en ambiente periglacial, dentro del contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, rodeadas de valles glaciares y depósitos glaciares. Se ubican geográficamente en el occidente del cantón, en Sacha Pite y Yaguil.

Estas superficies se componen litológicamente por lavas y piroclastos de la Formación Pisayambo y se caracterizan por vertientes largas (de 250 a 500 m) con formas irregulares o rectilíneas y desniveles relativos que van de 15 a 50 metros o de 100 a 200 metros.

3.5.9.7. Superficie inclinada disectada (Si3)

Esta geoforma se encuentra en dos zonas: al noroeste del cantón, en Langoa Rumichico, y al sur del cantón, en Cotona y San Pedro.

Se emplazan en tres contextos morfológicos y en diferentes formaciones geológicas: dentro de *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* se desarrollan en la Formación Pisayambo, en *Cordillera del Napo*, en la Formación Arajuno y dentro de *Estribaciones orientales subandinas* se componen de las lutitas rojas de la Formación Chalcana.

Estas superficies inclinadas presentan incisiones que irregularizan el terreno, estas incisiones llegan a 50 metros de desnivel, tienen vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) rectilíneas o irregulares, valles en V o planos, cimas planas o redondeadas y en conjunto pendientes medias (de 12 a 25%).

3.5.9.8. Abrupto de superficie inclinada (Si4)

Este abrupto de pendientes fuertes, limita las superficies inclinadas antes descritas. Presenta desniveles relativos de 25 a 50 metros y vertientes moderadamente largas con forma rectilínea. Se emplazan en los mismos contextos morfológicos y conservan las litologías de las superficies con las que limitan.

3.5.9.9. Superficie alta (Sa1)

Las superficies altas se encuentran en el extremo oeste del cantón en los cerros Languapugo (a 4041 msnm) y Ventanillas (a 4098 msnm). Se emplazan en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Estas superficies presentan pendientes suaves y están compuestas de lavas y piroclastos de la Formación Pisayambo.

3.5.9.10. Superficie alta disectada (Sa2)

Esta geoforma se localiza en el extremo noroccidental del cantón, al oeste de la loma Una Callo (a 4132 msnm). Está dentro del contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Esta superficie se muestra disectada, con incisiones de hasta 25 metros de desnivel relativo, vertientes rectilíneas moderadamente largas, forma de valle plano y cima planas. La pendiente general es suave y el sustrato rocoso es una secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos de la Formación Pisayambo.

3.5.9.11. Abrupto de superficie alta (Sa3)

Estos abruptos de pendientes medias a fuertes (de 12 a 70%) limitan con las superficies altas con y sin disección descritas anteriormente. Tienen desniveles relativos de 15 a 100 metros y vertientes moderadamente largas con formas cóncavas o rectilíneas.

Se incluyen en el mismo contexto morfológico y conservan la litología de las superficies con las que limitan.

3.5.9.12. Cerro testigo (Rr4)

Este cerro testigo está en el valle fluvial del río Napo, a la altura de Puerto Napo. Está desgajado de las otras geoformas estructurales desarrolladas en la Formación Napo (areniscas y lutitas con calizas subordinadas; caliza gris fosilífera; lutitas oscuras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas). Se emplaza en el contexto morfológico *Cordillera del Napo*.

Es un cerro de cima redondeada, desnivel relativo de 25 a 50 metros, vertientes moderadamente largas con formas convexas y en conjunto pendientes medias (de 12 a 25%).

3.5.9.13. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

Estos interfluvios de cimas redondeadas dividen las diferentes vertientes cartografiadas en el área montañosa del norte-noroeste del cantón. Presentan pendientes suaves a fuertes (de 5 a 70%).

Se emplazan en cuatro contextos morfológicos y en diferentes formaciones geológicas: en *Paisajes glaciares* se desarrollan en la Formación Pisayambo; dentro de *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, sobre la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates; dentro de *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* se desarrollan en el Granito de Abitagua-Guacamayos, y dentro de *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* se desarrollan en la granodiorita deformada atribuida a la Unidad Azafrán según CODIGEM-BGS (1994).

3.5.9.14. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Estas aristas están dividiendo las diferentes geoformas de origen glaciar cartografiadas en la zona occidental del cantón. Se emplazan en los contextos *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*. Se desarrollan en rocas graníticas, en las formaciones Cuyuja-Grupo Llanganates y Pisayambo o en los Volcánicos Chalupas.

En el área montañosa del oeste del cantón, los interfluvios de cimas agudas dividen los diferentes tipos de vertientes y presentan pendientes desde suaves a muy fuertes (de 5 a 100%). En este caso se incluyen en el contexto morfológico *Vertientes*

homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real) y se desarrollan en el Granito de Abitagua-Guacamayos.

3.5.9.15. Macizo rocoso (Sdv1)

Esta geoforma se localiza al occidente del cantón, en Cochas Urcu. Está dentro del contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas.*

Se trata de un macizo rocoso de la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates, cuya litología presenta esquistos, filitas, pizarras y cuarcitas. Sus características son pendientes fuertes (de 40 a 70%), desnivel relativo de 100 a 200 metros, vertientes largas (de 250 a 500 m) con forma irregular y forma de cima aguda.

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El cantón Tena cuenta con una superficie total de 3.904 km², de los cuales 2.962 km² forman parte de la zona de estudio del proyecto, ya que las restantes pertenecen al Parque Nacional Llanganates y al Parque Nacional Sumaco Napo-Galeras. El cantón está situado principalmente en la región Amazonía e incluye una porción de región Sierra, del orden del 28% del territorio estudiado. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 300 metros hasta un máximo de 4.200 metros.

En el cantón Tena se pueden diferenciar siete dominios fisiográficos, cuatro enmarcados en la región Sierra y tres en la región Amazonía.

1. **Sistema volcánico.** Este dominio llega a ocupar 114 km², que representan un 3,9% de la superficie estudiada del cantón. Se ubica en el extremo noroccidental y contiene un contexto morfológico denominado *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Las geoformas más representativas de dicho contexto morfológico están dentro del grupo genético volcánico y son: cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar, casquete de cumbre nival, casquete glaciar, algunas coladas de lava, asociado al aparato volcánico del volcán Quilindaña. El grupo genético glaciar-periglacial se representa dentro de este contexto principalmente por morrenas. El sistema fluvial se presenta en los valles en V y barrancos. Existen relieves colinados dentro del grupo genético tectónico-erosivos y coluvio-aluviales de génesis poligénicas.

2. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Presenta una extensión de 211 km² dentro del territorio estudiado, equivalente a un 7,1%. Se encuentra en la zona occidental del cantón y abarca dos contextos morfológicos.

El contexto *Paisajes glaciares* es representado por valles glaciares, vertientes de valle glaciar y depósitos morrénicos del grupo genético glaciar-periglacial. La mayoría del resto de las geoformas mapeadas discriminan distintos tipos de laderas y depósitos asociados a las mismas. En lo que se refiere a la génesis fluvial, aparecen exclusivamente formas de incisión, como son los barrancos. En el grupo estructural se encuentran niveles estructurales sobre lavas endurecidas de la Formación Pisayambo. Las formas poligénicas están representadas por coluvio-aluviales, que son formas mixtas producidas por depósitos aluviales y de ladera.

En el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado glaciar y huellas glaciares poco marcadas*, se han identificado geoformas características, circos y valles glaciares con depósitos asociados a ellos. Respecto a la génesis fluvial existen geoformas de incisión como son los barrancos. Diferentes vertientes y depósitos asociados a ellas, dentro del grupo laderas. Y superficies varias, coluvio-aluviales, de génesis poligénica.

3. **Vertientes externas de la Cordillera Real.** Representa un 16% del área estudiada en el cantón, unos 475 km². Este dominio fisiográfico se desarrolla principalmente sobre rocas metamórficas y cuerpos intrusivos. En el territorio estudiado del cantón, presenta dos contextos morfológicos.

En el contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, las geoformas que predominan en existencia y representación vienen en el grupo genético laderas, con diferentes tipos de vertientes y depósitos asociados a ellas. Otro grupo con vasta representación son los relieves colinados de génesis tectónico-erosivo, existen desde altos a montañosos. En lo que respecta a geoformas de incisión, se dan desde barrancos, valles en V, gargantas y encañonamientos. Otras geoformas, en menor proporción son relieves volcánicos montañosos en el grupo genético volcánico y coluvio-aluviales de génesis poligénica.

El segundo contexto presente es *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, las geoformas más abundantes, al igual que el anterior, son las diferentes vertientes y depósitos asociados. Las geoformas fluviales están representadas por barrancos. Y, también se ha reconocido, dentro del grupo genético tectónico-erosivo, la geoforma Relieve montañoso.

4. **Medio aluvial de Sierra.** Con muy escasa extensión, unos 14 km², este dominio se corresponde con el contexto morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión. Todas sus geoformas son de génesis fluvial y, en el cantón, aparecen asociadas a los sistemas fluviales de los ríos Chalupas, Cedro Yacu, Quilloyacu y Tigreyacu. Las geoformas identificadas son: Valle fluvial-Ilanura de inundación, valle en V, barrancos, encañonamiento y cauces abandonados, meandros abandonados.
5. **Zona Subandina.** Este dominio fisiográfico ocupando casi un 24,7% del total del territorio analizado. Se trata de un territorio integrado por relieves montañosos o submontañosos, fuertemente condicionado por la estructura geológica derivada del levantamiento Napo. En el cantón, este dominio incluye tres contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas* presenta una superficie de 554 km² y ocupa gran parte del centro del cantón. El modelado más característico es el estructural, presentando numerosas geoformas propias de este grupo genético: mesas, cuevas y chevrones. Los relieves colinados desde bajos a muy altos, pertenecientes al modelado tectónico-erosivo, tienen una considerable representación dentro de este contexto. El modelado de laderas tiene, también, un papel destacado, con una amplia representación de tipos de vertientes y depósitos asociados (coluviones y depósitos de deslizamiento). El grupo genético fluvial está representado por barrancos, gargantas y encañonamientos. Las formas poligénicas, coluvio-aluviales y superficies, aparecen con muy escasa extensión.

El contexto morfológico *Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)* se sitúa en el centro y borde sur del cantón y tiene una superficie próxima a los 176 km². Los relieves colinados (bajo, medio, alto y muy alto), dentro del grupo genético tectónico-erosivo, presentan muy buenos ejemplos en este contexto y ocupan algo más de la mitad del mismo. El grupo genético de laderas está representado por vertientes heterogéneas con y sin disecciones y diferentes depósitos asociados a ellas. Dentro del grupo genético estructural existen mesas y cuevas. El modelado fluvial apenas cuenta con representación, al igual que el grupo genético de formas poligénicas, con algunos depósitos coluvio-aluviales y superficies inclinadas disectadas.

6. **Amazonía Periandina.** Este dominio ocupa 907 km² que representan un 30,6% del área estudiada y se ubica en toda la zona oriental del cantón. Está representado por tres contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*, ocupa menos de 1 km² y se representa con conos de deyección disectados del grupo genético fluvial.

El contexto morfológico *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* tiene, por el contrario, una mayor representación en el cantón, con una superficie que se aproxima a los 238 km². Situado en la zona oriental, contiene grandes conos de esparcimiento con y sin disecciones, de origen fluvial. Dentro del grupo genético laderas existen vertientes heterogéneas y dentro del grupo estructural, superficies de cuesta disectadas. Geoformas de origen poligénicas (coluvio-aluvial) tienen escasa representación.

El contexto *Colinas periandinas occidentales*, ocupa una superficie de 669 km², lo que equivale al 22,6% del área estudiada del cantón. Dentro de este contexto las geoformas más concurrentes y representativas son los diferentes relieves colinados, que van desde muy bajo a muy alto. Las geoformas de modelado fluvial son valles indiferenciados, barrancos y testigos de cono de esparcimiento. Dentro del grupo genético laderas existen diferentes tipos de vertientes y depósitos asociados a ellas. Se encuentra también colinas en media naranja como resultado de meteorización en la Formación Arajuno. Y en menor proporción, existen geoformas de génesis poligénicas, coluvio-aluviales y superficies horizontales.

7. **Medio aluvial amazónico.** Ocupa cerca de un 17,2% del territorio objeto de estudio, asociado a la dinámica actual y pasada de los ríos Tena, Pano, Misahuallí, Jatunyacu, Puní, Arajuno, Gusano y Napo. Se corresponde con el contexto morfológico del mismo nombre, ya que este dominio fisiográfico no presenta ninguna otra subdivisión. Las geoformas más características, de génesis fluvial, se corresponden con aquellas que representan sedimentación actual (valles fluviales-llanuras de inundación) o antiguos niveles de sedimentación fluvial (terrazas, de diferentes tipos), geoformas de incisión como valles en V, gargantas, encañonamientos. Complementariamente, se

integran en este contexto geoformas poligénicas (coluviales, recientes y antiguos) que conectan con el sistema fluvial actual.

El cantón Tena exhibe gran diversidad paisajística y geomorfológica, esto se hace evidente en el contraste de los dominios fisiográficos presentes. Estos van desde el Sistema volcánico a alturas desde 4.200 msnm hasta el Medio aluvial amazónico con alturas de 300 msnm.

Las zonas más elevadas empiezan con los aparatos volcánicos de los volcanes Chalupas y Quilindaña. El volcán Quilindaña surgió sobre la caldera del Chalupas y posteriormente fue erosionado por los glaciares los cuales están bien diferenciados en la cartografía del cantón y representan las Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real. Esto ha configurado la característica principal que diferencia muchos de los contextos morfológicos presentes, que es la cobertura de cenizas volcánicas de edad pleistocénica. Conforme se desciende en altitud, se adentra a la Amazonía, donde se encuentran los *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* representados por conos de esparcimiento y testigos de cono de esparcimiento desarrollados en la Formación Mesa.

Otros contextos morfológicos presentes aunque no tienen geoformas habituales características y restringidas a ellos, sí presentan relaciones típicas geoformas-formaciones geológicas, como es el caso del modelado estructural, representado por cuevas disectadas y sin disección de la Formación Napo, dentro del contexto morfológico *Cordillera del Napo*.

Finalmente, los valles fluviales de los ríos Tena, Pano y Misahuallí, afluentes del gran río Napo, dan un modelado aluvial típico de la Amazonía y muy aprovechable para actividades agrícolas.

V. BIBLIOGRAFÍA

5.1. Referencias generales

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.2. Bibliografía citada

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

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

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

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

DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Chalupas (Hoja 86), esc. 1:100.000. *DGGM-INEMIN*. Quito.

DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Puerto Napo (Hoja 102), esc. 1:100.000. *DGGM-INEMIN*. Quito.

DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: S. J. De Poaló (Hoja 87), esc. 1:100.000. *DGGM-INEMIN*. Quito.


DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Tena (Hoja 101), esc. 1:100.000. *DGGM-INEMIN*. Quito.

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

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

ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

Tracasa Ecuador. Formulario de Ficha


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

1. Datos Generales

Identificación

Código Ficha Fecha descripción

Código Salida Código Responsable Número Ficha

Coordenadas

Longitud: Ubicación

Latitud: PROVINCIA

Altitud: CANTON

PARROQUIA

2. Descripción

Contexto Morfológico

Geoforma Pendiente

Forma Cima Desnivel Relativo

Forma Vertiente Longitud Vertiente

Forma Valle Formación

Litología

Descripción Litología

A. Fotos Descripción Geoforma

3. Macizo Rocoso

Macizo Rocoso 1

| | | | |
|---|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| Estructura Macizo Rocoso <input type="text"/> | Humedad <input type="text"/> | Número Muestras <input type="text"/> | Categorización Roca |
| Grado Fracturación <input type="text"/> | Tipo Discontinuidad <input type="text"/> | Buzamiento <input type="text"/> | Clasificación <input type="text"/> |
| Grado Meteorización <input type="text"/> | Espacio entre Discontinuidades <input type="text"/> | Azimuth <input type="text"/> | Tipo <input type="text"/> |
| Grado Compactación <input type="text"/> | Abertura entre Discontinuidades <input type="text"/> | Profundidad <input type="text"/> | Textura <input type="text"/> |
| Afloramiento Agua <input type="text"/> | Material Relleno <input type="text"/> | | |

Macizo Rocoso 2

| | | | |
|---|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| Estructura Macizo Rocoso <input type="text"/> | Humedad <input type="text"/> | Número Muestras <input type="text"/> | Categorización Roca |
| Grado Fracturación <input type="text"/> | Tipo Discontinuidad <input type="text"/> | Buzamiento <input type="text"/> | Clasificación <input type="text"/> |
| Grado Meteorización <input type="text"/> | Espacio entre Discontinuidades <input type="text"/> | Azimuth <input type="text"/> | Tipo <input type="text"/> |
| Grado Compactación <input type="text"/> | Abertura entre Discontinuidades <input type="text"/> | Profundidad <input type="text"/> | Textura <input type="text"/> |
| Afloramiento Agua <input type="text"/> | Material Relleno <input type="text"/> | | |

Macizo Rocoso 3

| | | | |
|---|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| Estructura Macizo Rocoso <input type="text"/> | Humedad <input type="text"/> | Número Muestras <input type="text"/> | Categorización Roca |
| Grado Fracturación <input type="text"/> | Tipo Discontinuidad <input type="text"/> | Buzamiento <input type="text"/> | Clasificación <input type="text"/> |
| Grado Meteorización <input type="text"/> | Espacio entre Discontinuidades <input type="text"/> | Azimuth <input type="text"/> | Tipo <input type="text"/> |
| Grado Compactación <input type="text"/> | Abertura entre Discontinuidades <input type="text"/> | Profundidad <input type="text"/> | Textura <input type="text"/> |
| Afloramiento Agua <input type="text"/> | Material Relleno <input type="text"/> | | |

A. Fotos Macizo Rocoso

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

B. Otros Aspectos Macizo rocoso

4. Depósitos Superficiales

Tipo Depósito Superficial

Composición Depósito Superficiales Porcentaje

A. Fotos Depósitos superficiales

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

B. Otros Aspectos Depósito superficial

#. Observaciones Generales

Sincroniza con Geomorfología

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

| | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| CGg-ÑIII_F3-52-0074 | CGg-OIII_F3-58-0112 | CGg-OIV_A2-55-0691 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0076 | CGg-OIII_F3-58-0113 | CGg-OIV_A2-55-0695 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0080 | CGg-OIII_F3-58-0114 | CGg-OIV_A2-55-0696 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0081 | CGg-OIII_F3-58-0115 | CGg-OIV_A2-55-0698 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0108 | CGg-OIII_F3-58-0116 | CGg-OIV_A2-55-0699 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0109 | CGg-OIII_F3-58-0117 | CGg-OIV_A2-55-0708 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0110 | CGg-OIII_F3-58-0118 | CGg-OIV_A2-55-0710 |
| CGg-ÑIII_F1-52-0111 | CGg-OIII_F3-58-0119 | CGg-OIV_A2-55-0711 |
| CGg-ÑIII_F1-52-0112 | CGg-OIII_F3-58-0120 | CGg-OIV_A2-55-0712 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0113 | CGg-OIII_F3-58-0121 | CGg-OIV_A2-55-0714 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0114 | CGg-OIII_F3-58-0122 | CGg-OIV_A2-55-0716 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0116 | CGg-OIII_F3-58-0123 | CGg-OIV_A2-55-0717 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0118 | CGg-OIII_F3-58-0124 | CGg-OIV_A2-55-0719 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0120 | CGg-OIII_F3-58-0125 | CGg-OIV_A2-55-0720 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0121 | CGg-OIII_F3-58-0126 | CGg-OIV_A2-55-0721 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0123 | CGg-OIII_F3-58-0127 | CGg-OIV_A2-55-0734 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0126 | CGg-OIII_F3-58-0128 | CGg-OIV_A2-55-0742 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0129 | CGg-OIII_F3-58-0129 | CGg-OIV_A2-55-0743 |
| CGg-ÑIII_F1-56-0064 | CGg-OIII_F3-58-0131 | CGg-OIV_A2-55-0750 |
| CGg-ÑIII_F1-56-0067 | CGg-OIII_F3-58-0132 | CGg-OIII_E4-62-0615 |
| CGg-ÑIII_F1-56-0087 | CGg-OIII_F3-58-0133 | CGg-OIII_E4-62-0616 |
| CGg-ÑIII_F1-56-0088 | CGg-OIII_F3-58-0134 | CGg-OIII_E4-62-0617 |
| CGg-ÑIII_F1-56-0090 | CGg-OIII_F3-58-0135 | CGg-OIII_E4-62-0623 |
| CGg-ÑIII_F1-56-0091 | CGg-OIII_F3-58-0136 | CGg-OIII_E4-62-0624 |
| CGg-ÑIII_F1-56-0093 | CGg-OIII_F3-58-0137 | CGg-OIII_E4-62-0625 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0311 | CGg-OIII_F3-58-0138 | CGg-OIII_E4-62-0627 |
| CGg-ÑIII_F3-52-0313 | CGg-OIII_F3-58-0196 | CGg-OIII_E4-62-0629 |
| CGg-OIV_B1-58-0175 | CGg-OIII_F3-58-0203 | CGg-OIII_E4-62-0631 |
| CGg-OIV_B1-58-0176 | CGg-OIV_A1-55-0587 | CGg-OIII_E4-62-0632 |
| CGg-OIV_B1-58-0177 | CGg-OIV_A1-55-0588 | CGg-OIII_E4-62-0633 |
| CGg-OIV_B1-58-0178 | CGg-OIV_A1-55-0611 | CGg-OIII_E4-62-0634 |
| CGg-OIV_B1-58-0179 | CGg-OIV_A1-55-0612 | CGg-OIII_E4-62-0635 |
| CGg-OIV_B1-58-0180 | CGg-OIV_A1-55-0613 | CGg-OIII_E4-62-0636 |
| CGg-OIV_B1-58-0181 | CGg-OIV_A1-55-0616 | CGg-OIII_E4-62-0638 |
| CGg-OIV_B1-58-0184 | CGg-OIV_A1-55-0617 | CGg-OIII_E4-62-0641 |
| CGg-OIV_B1-58-0185 | CGg-OIV_A1-55-0618 | CGg-OIII_E4-62-0642 |
| CGg-OIV_B1-58-0186 | CGg-OIV_A1-55-0619 | CGg-OIII_E3-58-0187 |
| CGg-OIV_B1-58-0187 | CGg-OIV_A1-55-0620 | CGg-OIII_E3-58-0188 |
| CGg-OIV_B1-58-0188 | CGg-OIV_A1-55-0621 | CGg-OIII_E3-58-0189 |
| CGg-OIV_B1-58-0189 | CGg-OIV_A1-55-0624 | CGg-OIII_E3-58-0190 |
| CGg-OIII_F4-58-0139 | CGg-OIV_A1-55-0626 | CGg-OIII_E3-58-0191 |
| CGg-OIII_F4-58-0141 | CGg-OIV_A1-55-0627 | CGg-OIII_E3-58-0192 |
| CGg-OIII_F4-58-0142 | CGg-OIV_A1-55-0630 | CGg-OIII_E3-58-0193 |
| CGg-OIII_F4-58-0143 | CGg-OIV_A1-55-0632 | CGg-OIII_E3-58-0194 |
| CGg-OIII_F4-58-0144 | CGg-OIV_A1-55-0634 | CGg-OIII_E3-58-0195 |
| CGg-OIII_F4-58-0145 | CGg-OIV_A1-55-0636 | CGg-OIII_E3-58-0196 |

| | | |
|---------------------|--------------------|---------------------|
| CGg-OIII_F4-58-0146 | CGg-OIV_A1-55-0642 | CGg-OIII_E3-58-0197 |
| CGg-OIII_F4-58-0147 | CGg-OIV_A2-55-0651 | CGg-OIII_E3-58-0199 |
| CGg-OIII_F4-58-0166 | CGg-OIV_A2-55-0652 | CGg-OIII_E3-58-0201 |
| CGg-OIII_F4-58-0167 | CGg-OIV_A2-55-0653 | CGg-OIII_E3-58-0202 |
| CGg-OIII_F4-58-0201 | CGg-OIV_A2-55-0655 | CGg-OIII_E3-58-0204 |
| CGg-OIII_F3-58-0099 | CGg-OIV_A2-55-0658 | CGg-OIII_E3-58-0205 |
| CGg-OIII_F3-58-0100 | CGg-OIV_A2-55-0659 | CGg-OIII_E3-58-0206 |
| CGg-OIII_F3-58-0101 | CGg-OIV_A2-55-0660 | CGg-OIII_E3-58-0207 |
| CGg-OIII_F3-58-0102 | CGg-OIV_A2-55-0662 | CGg-OIII_E3-58-0208 |
| CGg-OIII_F3-58-0103 | CGg-OIV_A2-55-0664 | CGg-OIII_E3-58-0209 |
| CGg-OIII_F3-58-0105 | CGg-OIV_A2-55-0682 | CGg-OIII_E3-58-0210 |
| CGg-OIII_F3-58-0106 | CGg-OIV_A2-55-0683 | CGg-OIII_E3-58-0211 |
| CGg-OIII_F3-58-0107 | CGg-OIV_A2-55-0684 | CGg-OIII_E3-58-0212 |
| CGg-OIII_F3-58-0108 | CGg-OIV_A2-55-0687 | CGg-OIII_E3-58-0225 |
| CGg-OIII_F3-58-0109 | CGg-OIV_A2-55-0688 | CGg-OIII_E3-58-0233 |
| CGg-OIII_F3-58-0110 | CGg-OIV_A2-55-0689 | CGg-OIII_E3-58-0235 |

ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS

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

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

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

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

-A-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-B-

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

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

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

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

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

BLOQUES ERRÁTICOS GLACIARES: bloques, de dimensiones métricas a decamétricas, depositados por la actividad glaciar, generalmente de litologías distintas a las del material sobre el que se asientan.

-C-

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

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

CAMPO DE REG: desierto pedregoso.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

COLINAS EN MEDIA NARANJA: colinas redondeadas, de contornos elípticos, que se presentan agrupadas con extensiones variables. Son exclusivas de la región Amazonía y obedecen, fundamentalmente, a procesos de intensa meteorización

química, por la progresión en profundidad del frente de alteración en geometrías onduladas.

COLUVIO-ALUVIAL RECIENTE: depósito superficial, cuyos materiales proceden tanto de las laderas que atraviesan como del transporte ligado a una dinámica fluvial restringida. Habitualmente, rellenan vaguadas y los márgenes de pequeños drenajes, aunque también pueden situarse, con límites difusos, en zonas de transición de laderas y sus depósitos de piedemonte a otras geoformas ligadas a drenajes mayores. Por contraposición con la geoforma *coluvio-aluvial antiguo*, en éstos el grado de disección es bajo y no cuentan con una vegetación pionera bien desarrollada.

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

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

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

CONO ADVENTICIO: cono secundario, situado en la ladera de otro cono mayor o en la *caldera* de un volcán.

CONO DE DERRUBIOS: fragmentos rocosos, habitualmente al pie de laderas de pendiente pronunciada, con forma en planta en segmento de cono o abanico, transportados por un canal.

CONO MUY BIEN CONSERVADO CON ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL E INTENSO RETOQUE GLACIAR: cono volcánico, con actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que ha sido recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios. Sus flancos aparecen excavados por valles glaciares, con frecuentes *morrenas* asociadas. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONO MUY BIEN CONSERVADO CON ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL Y MODERADO RETOQUE GLACIAR: cono volcánico, con actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto totalmente por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, el modelado glaciar se limita a la parte superior de la construcción. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONO MUY BIEN CONSERVADO CON ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL Y SIN RETOQUE GLACIAR: cono volcánico, con actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, no existen formas ni depósitos glaciares. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONO SIN ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL E INTENSO RETOQUE GLACIAR: cono volcánico, sin actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que ha sido recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios. Sus flancos aparecen excavados por valles glaciares, con frecuentes *morrenas* asociadas. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONO SIN ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL Y MODERADO RETOQUE GLACIAR: cono volcánico, sin actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto totalmente por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, la remodelación glaciar se limita a la parte superior de la construcción. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONO SIN ACTIVIDAD VOLCÁNICA Y SIN HUELLAS GLACIARES: cono volcánico, sin actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, no existen formas ni depósitos glaciares. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONOS DESMENUZADOS: conos volcánicos, en los que aún se puede reconocer su estructura, constituidos mayoritariamente por piroclastos. Se originan por moderadas explosiones volcánicas con cantidades intermedias de gas y suelen tener un tamaño reducido.

CORDÓN ARENOSO FLUVIAL: bandas arenosas que suelen disponerse en el límite de las depresiones interfluviales pantanosas de la región Amazonía. Aparecen con un desarrollo de varios kilómetros, ancho de varios metros y están sobreelevados de 1 a 3 metros sobre el nivel del pantano.

CORDÓN LITORAL: barra de sedimentos, paralela u oblicua a la línea de costa, situada en las zonas intermareal y submareal.

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

CORNISA DE MESETA VOLCÁNICA: abrupto de una *superficie de meseta volcánica* o de una *superficie de meseta volcánica disectada*, que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de meseta volcánica*.

CRÁTER: apertura, en forma de depresión circular o elíptica en planta, situada en la parte superior de un cono volcánico.

CUBETA GLACIAR: parte más baja del circo glaciar, profundizada o sobreexcavada por la acción del hielo.

CUBETA O CUENCA DE DEFLACIÓN: depresión cerrada, de dimensiones variables y planta redondeada, elíptica o arriñonada, que aparece en ambientes desérticos o semiáridos.

-D-

DEPÓSITO GLACIAR MODELADO POR ACCIÓN FLUVIAL: sedimentos de origen glaciar que no guarda su morfología inicial debido a la acción de las aguas de escorrentía, difusas o canalizadas.

DEPÓSITOS DE DESLIZAMIENTO, MASA DESLIZADA: material originado como consecuencia de un movimiento en masa a través de una superficie de rotura, plana o curva. Es un tipo particular de *coluvión reciente* o de *coluvión antiguo*, en el que aún se pueden apreciar indicios o evidencias de su génesis mediante dicho mecanismo.

DEPRESIÓN DE DECANTACIÓN: depresión endorreica, con acumulación de agua permanente o estacional, en la llanura aluvial antigua de la región Costa.

DEPRESIÓN LAGUNAR: depresión en la que el agua se acumula, de forma temporal o permanente, no ligada a valles fluviales ni terrazas (en estos emplazamientos se les denomina *áreas endorreicas en llanuras aluviales y terrazas*). Quedan asimismo excluidas de este término geofomas similares ligadas al medio glaciar o volcánico con denominaciones específicas (*laguna glaciar, cubeta glaciar, laguna en fondo de cráter o caldera*).

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

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

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

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

-E-

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

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

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

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

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

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

ESPINAZO: resalte morfológico rocoso, de desarrollo predominantemente lineal.

-F-

FLANCOS SUPERIORES RECTILÍNEOS CUBIERTOS CON PROYECCIONES PIROCLÁSTICAS: recubrimiento de piroclastos en las zonas superiores de un edificio volcánico (de tipo estratovolcán), conformando segmentos de ladera sensiblemente rectilíneos.

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

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

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

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

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

-G-

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

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

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

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

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

-H-

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

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

-I-

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

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

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

-K-

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

-L-

LAGUNA COLMATADA: depósito de antigua laguna.

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

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

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

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

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

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

-M-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-N-

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

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

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

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

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

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

-P-

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

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

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

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

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

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

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

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

-R-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-V-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-Y-

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

ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

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

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

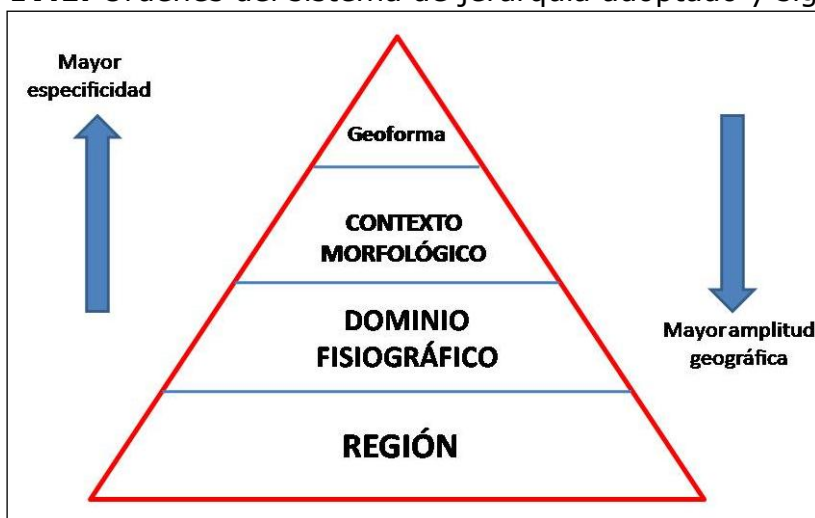
1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico

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

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

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

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



Fuente: CTN

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

Región: Una Región, o sistema geoestructural, puede definirse como una gran unidad geomorfológica resultante de la evolución geológica y tectónica del área en que se encuadra, en la que se manifiestan características del medio físico comunes a todo el amplio territorio incluido en ella. Una Región, típicamente con una extensión del orden de 10^4 a 10^5 km², presenta, a esa escala de análisis, particularidades del relieve condicionadas por las grandes estructuras geológicas (accidentes tectónicos y plegamientos mayores) y su evolución a lo largo del tiempo.

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

Dominio Fisiográfico: Unidad territorial, que agrupa uno o más Contextos Morfológicos, característica de un determinado ambiente morfoclimático (p. ej., ambiente glaciar-periglaciar) o sistema morfogenético (p.ej., volcánico, litoral, aluvial); su diferenciación también se establece, a menudo, en base a unidades tectónicas y estructurales (p.ej., vertientes externas de las cordilleras, paisajes estructurales, grandes sistemas de piedemonte). Representan, en definitiva, un tipo de características del relieve que se diferencian claramente del espacio adyacente y que se localizan en un marco geográfico definido, continuo y de considerable extensión, del orden de 10^3 a 10^4 km².

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

Contexto Morfológico: Territorio con características comunes en cuanto al tipo general de modelado y fisiografía, en el que suele predominar un tipo de sustrato geológico o de formación superficial y muy a menudo caracterizado complementariamente por la presencia generalizada o por la ausencia de cobertura piroclástica. Su extensión fluctúa en órdenes de magnitud de entre 10^2 a 10^3 km².

Agrupan siempre a distintas geoformas, algunas de las cuales son más frecuentes o características del Contexto Morfológico definido. Los contextos pueden hacer referencia, por ejemplo, a vertientes o relieves estructurales sobre determinadas litologías, a construcciones de tipo estrato-volcán, a piedemontes proximales o piedemontes distales con o sin cobertura piroclástica, o a vertientes homogéneas sobre granitos sin cobertura piroclástica.

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

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

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

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

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

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

| | |
|---|--|
| 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 km² para las geoformas mayores.

Una Geoforma debe cumplir con los siguientes requisitos:

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

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

1.1. Justificación del sistema de jerarquía de relieve adoptado

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

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

2. Atributo relacionado con la génesis de la geoforma

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

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

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

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

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

Fuente: CTN

3. Atributos geológicos: formación geológica y litología

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(*) 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

| TIPOS DE DRENAJE |
|-------------------------|
| Dendrítico |
| Subdendrítico |
| Anastomosado |
| Meándrico |
| Paralelo |
| Enrejado |
| Rectangular |
| Angular |
| Radial |
| Asimétrico |
| Subparalelo |
| Pinnado |
| Otras |
| No Aplicable |

Fuente: CLIRSEN, 2012

Cuadro IV.9. Categorías de densidad de drenaje

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

Fuente: CTN

Bibliografía citada en el anexo

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

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

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

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

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

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

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

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

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