

MEMORIA TÉCNICA

CANTÓN SANTO DOMINGO

PROYECTO:

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

GEOMORFOLOGÍA

SEPTIEMBRE, 2015

PERSONAL PARTICIPANTE

Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

José Duque
Sandra González
Xavier Andrade
Óscar Garzón

Consortio TRACASA-NIPSA:

Responsables:

Joaquín del Val
Idurre Barinagarrementería

Memoria:

Javier Reina
Baldomer Corderroure
Jorge Navarro
Katia Olivos
Oriol Pedraza
Isaac Pérez
Anna Pibernat
Lorena Piedra
Marta San Segundo

Fotointérpretes:

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

FISCALIZACIÓN realizada por la Asociación ACOTECNIC – INGEOMATICA

ÍNDICE

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 Vertientes externas de la Cordillera Occidental	19
3.2.2.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra	19
3.2.3.	Dominio Fisiográfico Piedemonte andino occidental	20
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua	20
3.2.5.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial costero	21
3.3.	Contextos Morfológicos.....	21

3.3.1. Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental).....	23
3.3.2. Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental).....	24
3.3.3. Medio aluvial de Sierra	24
3.3.4. Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental	24
3.3.5. Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados .	25
3.3.6. Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados	25
3.3.7. Gran cono tabular de la llanura costera	25
3.3.8. Medio aluvial costero.....	26
3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón	27
3.5. Descripción de geoformas	33
3.5.1. Fluvial	33
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)	33
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2)	34
3.5.1.3. Valle en V (E1)	34
3.5.1.4. Barranco (E2)	35
3.5.1.5. Garganta (E3)	36
3.5.1.6. Superficie disectada (Td)	37
3.5.1.7. Terraza media (Tm)	37
3.5.1.8. Terraza alta (Ta)	38
3.5.1.9. Terraza colgada (Tc)	39
3.5.1.10. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)	39
3.5.1.11. Terrazas escalonadas (Te).....	40
3.5.1.12. Superficie de cono de esparcimiento (Co1).....	40
3.5.1.13. Superficie de cono de esparcimiento disectado (Co2).....	41
3.5.1.14. Abrupto de cono de esparcimiento (Co4).....	42
3.5.1.15. Testigo de cono de esparcimiento (CoT).....	42
3.5.1.16. Superficie de cono de deyección (Cd1)	43
3.5.2. Laderas	43
3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1).....	43
3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....	44
3.5.2.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)	45
3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)	45
3.5.2.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)	46
3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1)	47
3.5.2.7. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)	47
3.5.2.8. Escarpe de deslizamiento (Lh6)	48

3.5.2.9.	Coluvión antiguo (Col2).....	48
3.5.2.10.	Macrocoluvión (Col3).....	49
3.5.2.11.	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)	50
3.5.2.12.	Glacis de esparcimiento (Pd1).....	50
3.5.2.13.	Glacis de esparcimiento disectado (Pd2)	51
3.5.2.14.	Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4).....	51
3.5.3.	Volcánico.....	52
3.5.3.1.	Relieve volcánico colinado bajo (Rv8).....	52
3.5.3.2.	Relieve volcánico colinado medio (Rv9)	52
3.5.3.3.	Relieve volcánico colinado alto (Rv10).....	53
3.5.3.4.	Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11).....	54
3.5.3.5.	Superficie volcánica ondulada (RvSo).....	55
3.5.4.	Tectónico-erosivo	55
3.5.4.1.	Relieve colinado bajo (Rt3)	55
3.5.4.2.	Relieve colinado medio (Rt4).....	55
3.5.4.3.	Relieve colinado alto (Rt5).....	56
3.5.4.4.	Relieve colinado muy alto (Rt6).....	56
3.5.5.	Poligénicas.....	57
3.5.5.1.	Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	57
3.5.5.2.	Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)	57
3.5.5.3.	Superficie horizontal disectada (Sh3)	58
3.5.5.4.	Superficie inclinada (Si2).....	59
3.5.5.5.	Superficie inclinada disectada (Si3).....	59
3.5.5.6.	Abrupto de superficie inclinada (Si4)	60
3.5.5.7.	Superficie alta disectada (Sa2)	61
3.5.5.8.	Abrupto de superficie alta (Sa3)	61
3.5.5.9.	Cerro testigo (Rr4).....	62
3.5.5.10.	Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)	63
3.5.5.11.	Interfluvio de cimas estrechas (Ar2).....	63
3.5.6.	Otras génesis	64
3.5.6.1.	Superficie intervenida (O5)	64
IV.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	65
V.	BIBLIOGRAFÍA	68
5.1.	Referencias generales	68
5.2.	Bibliografía citada	69

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 Santo Domingo.....	16
Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Santo Domingo	19
Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Santo Domingo.....	22
Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón	27
Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón	31

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 Santo Domingo	15
Figura 3.1. Localización de recorridos y fichas de campo del cantón Santo Domingo.....	17
Figura 3.2. Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Santo Domingo	18

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector La Primavera, margen izquierda del río Salgana.....	33
Foto 2. Terraza baja y cauce actual (sobreelevación de cauce en llanura de inundación). Sector Patricia Pilar, río Baba	34
Foto 3. Valle en V. Sector El Tránsito	35
Foto 4. Barranco. Sector Bellavista, quebrada Diablo	36
Foto 5. Garganta. Sector Finca La Reforma, río Las Damas	37
Fotos 6 y 7. Terraza media. Sector Tres ríos, margen derecha del río Blanco.....	38
Fotos 8 y 9. Terraza alta. Sector Colonia Velasco, río Toachi.....	38
Foto 10. Terraza colgada. Sector Valle Hermoso, río Blanco	39
Foto 11. Terrazas escalonadas. Sector margen derecha del río Toachi.....	40
Foto 12. Superficie de cono de esparcimiento disectado. Sector Chugüilpe	41
Foto 13. Abrupto de cono de esparcimiento. Sector El Esfuerzo	42
Foto 14. Testigo de cono de esparcimiento. Sector Cooperativa Luz de América	43
Fotos 15 y 16. Vertiente rectilínea. Sector Las Damas	44
Fotos 17 y 18. Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector borde oriental del cantón ...	45
Foto 19. Vertiente abrupta. Sector Cooperativa Libre	46
Foto 20. Vertiente heterogénea. Sector Coop. Agrícola Mar de La Trinidad.....	47
Foto 21. Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector San Francisco de Tanti	48
Fotos 22 y 23. Coluvión antiguo. Sector Cooperativa Agrícola Chictoa	49
Foto 24. Glacis de esparcimiento. Sector San Vicente de Aquepi.....	50
Foto 25. Glacis de esparcimiento disectado. Sector Provincias Unidas	51
Foto 26. Testigo de glacis de esparcimiento. Sector La Reforma	52
Foto 27. Relieve volcánico colinado medio. Sector Coop. El Paraíso de Mulaute	53
Foto 28. Relieve volcánico colinado alto. Sector Chiguilpe.....	54
Foto 29. Relieve volcánico colinado muy alto. Sector Dos Ríos	54
Foto 30. Relieve colinado medio. Sector Mapali	56
Foto 31. Coluvio-aluvial antiguo. Sector Alluriquín	58
Foto 32. Superficie horizontal disectada. Sector norte, margen izquierda del río Cocaniguas	59
Foto 33. Superficie inclinada disectada. Sector Cooperativa de Trabajadores Libres	60
Foto 34. Superficie alta disectada. Sector La Loma	61

Foto 35. Abrupto de superficie alta. Sector La Loma	62
Foto 36. Cerro testigo. Sector Cooperativa Treinta de Noviembre	62
Foto 37. Interfluvio de cimas estrechas. Sector Chictoa.....	64
Foto 38. Superficie intervenida. Sector norte, margen izquierda del río Toachi	64

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:

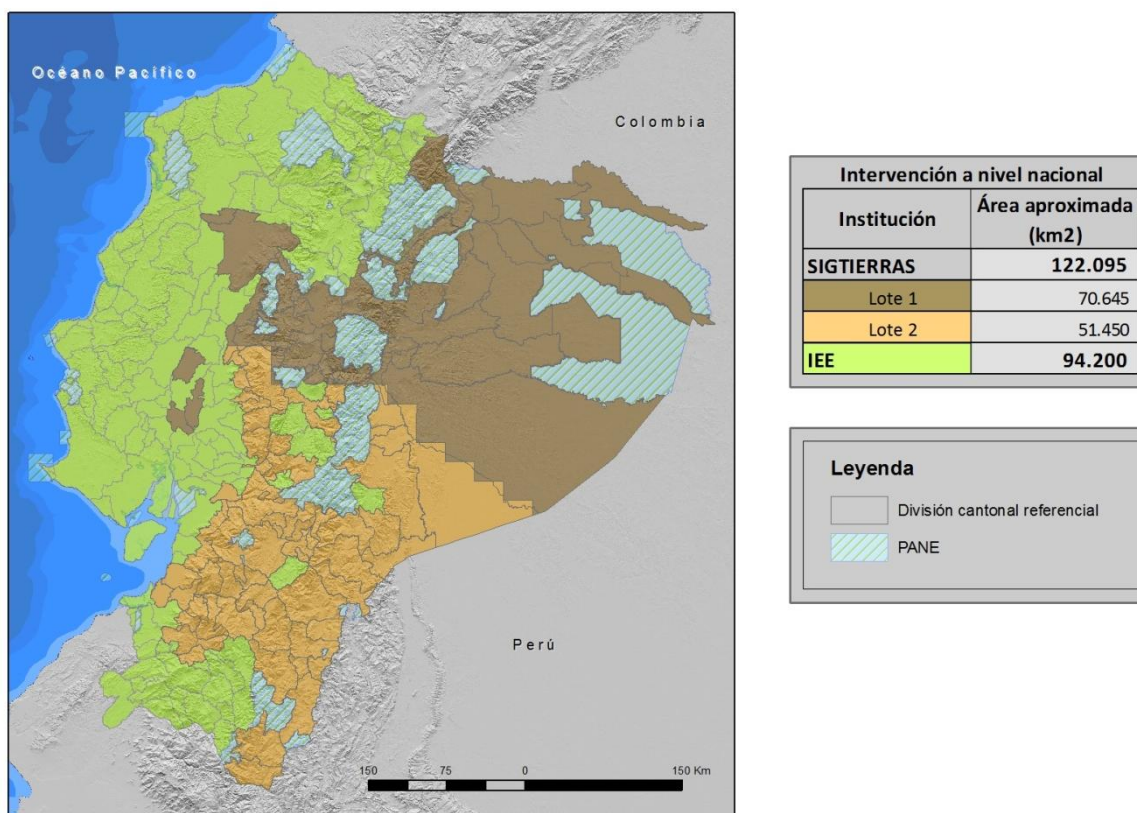
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

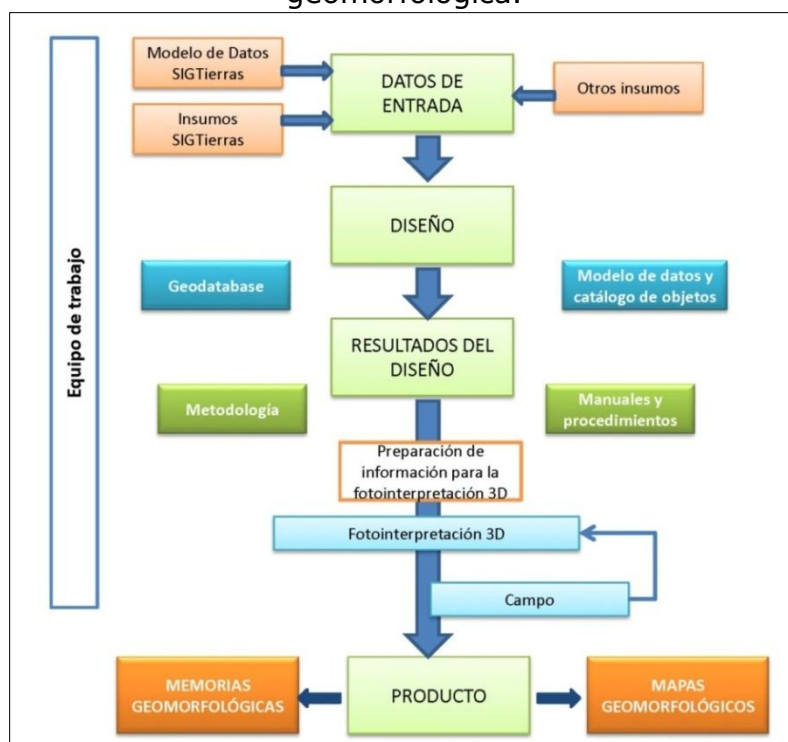
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

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

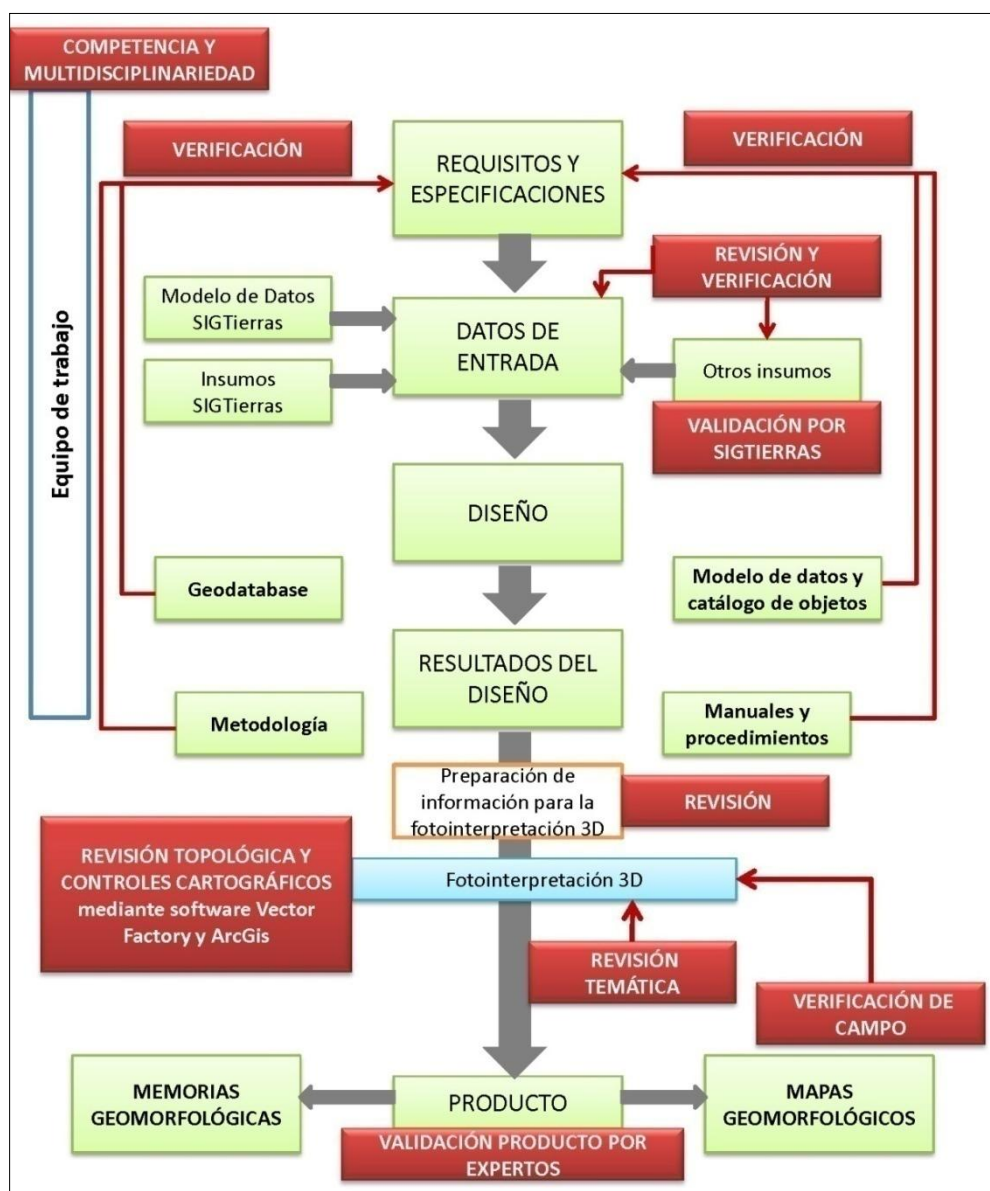
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

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

2.3. Control de calidad

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

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



Fuente: CTN

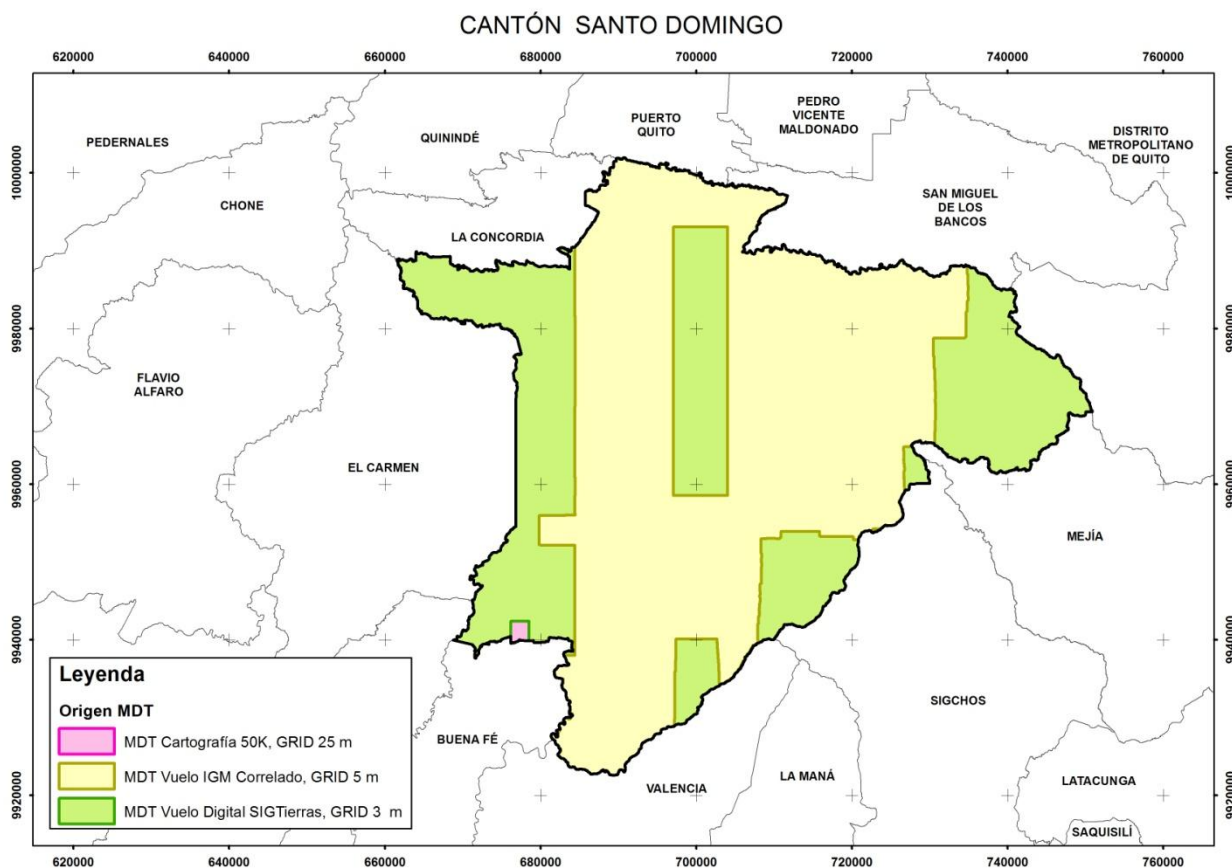
Estos hitos son los siguientes:

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

2.4. Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón

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



Fuente: CTN

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

- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1997 y 1998. Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador, esc. 1:200.000. (Publicado en 5 hojas). *CODIGEM*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Sto. Domingo (Hoja 45), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1979. Hoja Geológica: Las Delicias (Hoja 46), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1979. Hoja Geológica: Valencia (Hoja 47), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Quito (Hoja 65), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1978. Hoja Geológica: Machachi (Hoja 66), esc. 1:100.000. *DGGM*. 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 Santo Domingo.

Código	Cartas Topográficas	Código	Cartas Topográficas
NII_F3	La Concordia	NII_F4	Pedro Vicente Maldonado
NIII_A2	Bocana del Búa	NIII_B1	Monterrey
NIII_B2	Cristóbal Colón	NIII_B3	El Carmen
NIII_B4	Santo Domingo de Los Colorados	NIII_D1	Luz de América
NIII_D2	San Vicente de Aquepi	NIII_D3	Patricia Pilar
NIII_D4	Santa María del Toachi	NIII_F1	Los Vergeles
ÑIII_A1	Mindo	ÑIII_A3	Alluriquín
ÑIII_C1	Manuel Cornejo Astorga	ÑIII_A4	Quito

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

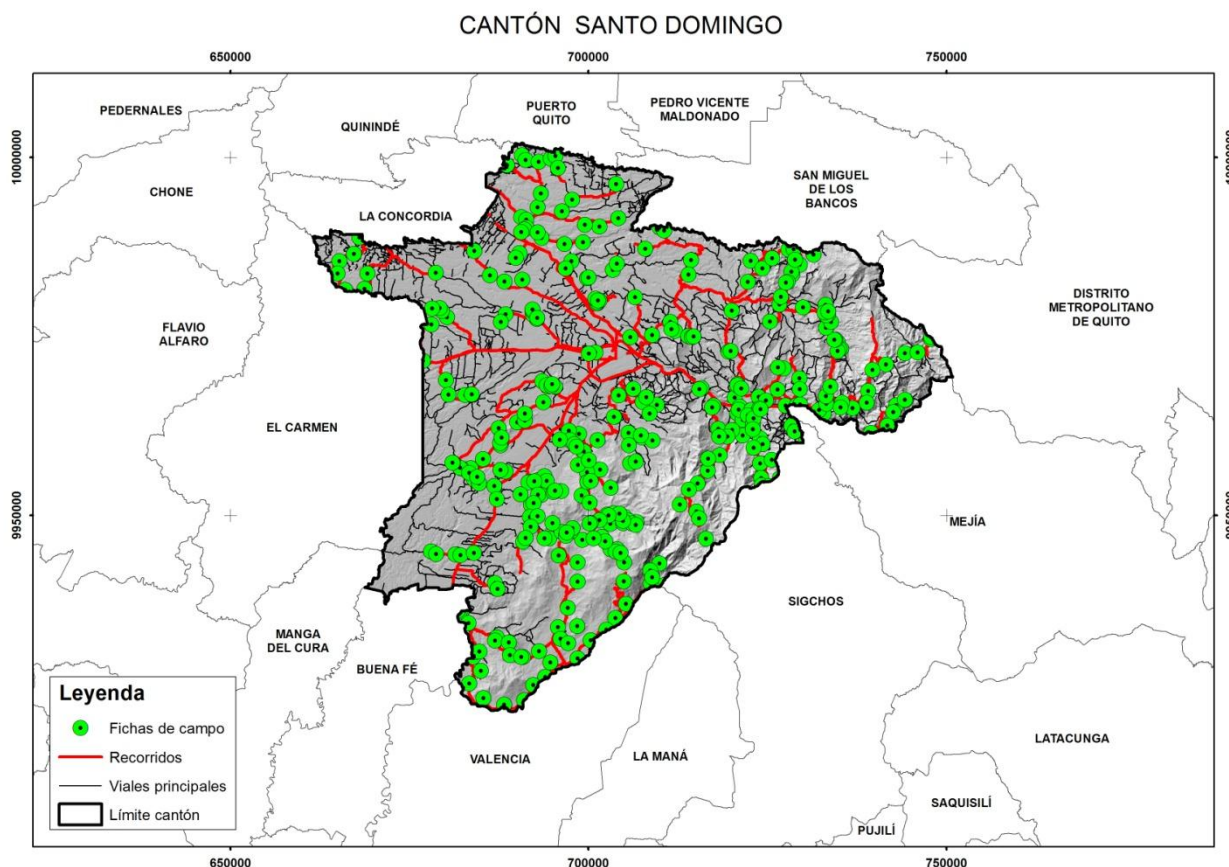
III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Santo Domingo se realizó entre los días 22 al 24 de septiembre y desde el 20 al 24 de octubre de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 348 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 Santo Domingo.



Fuente: CTN

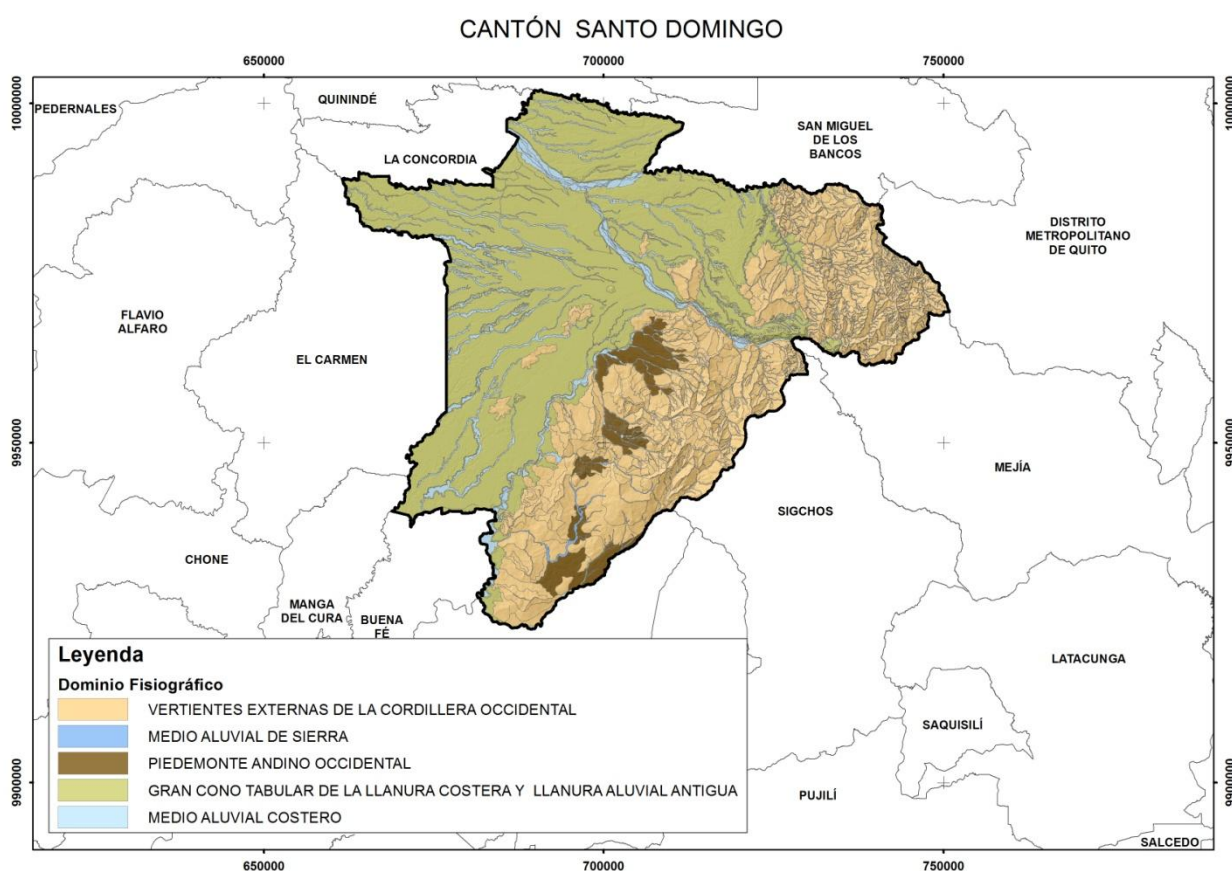
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Santo Domingo tiene 3.453 km² aproximadamente y ha sido estudiado en su totalidad.

El cantón se encuentra incluido en la región Sierra y en la región Costa. Dentro del cantón se diferencian cinco dominios fisiográficos, dos en la región Sierra y tres en la región Costa. Su distribución geográfica se presenta en la Figura 3.2, y la extensión que ocupa cada uno de ellos en el cantón se muestra en el Cuadro 3.1.

Figura 3.2. Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Santo Domingo.



Fuente: CTN

Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Santo Domingo.

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	Superficie	Porcentaje
SIERRA	Vertientes externas de la Cordillera Occidental	1.360 km ²	39,4%
	Medio aluvial de Sierra	11 km ²	0,3%
COSTA	Piedemonte andino occidental	142 km ²	4,1%
	Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua	1.695 km ²	49,1%
	Medio aluvial costero	245 km ²	7,1%

Fuente: CTN

3.2.1. Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Occidental

Entre las zonas más elevadas de la Cordillera Occidental, que se corresponden con el dominio fisiográfico de las Cimas frías, y la región Costa, se encuentra este dominio que, ocupando, dentro del cantón, una anchura de entre 15 y 20 kilómetros, llega a alcanzar desniveles relativos de 200 hasta 2.300 metros, lo que proporciona una idea de lo escarpado del mismo.

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

Este dominio fisiográfico ocupa gran parte de la zona oriental del cantón, con una superficie aproximada de 1.360 km² equivalente a 39,4% del total. Está representado por dos contextos morfológicos: *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

3.2.2. Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra

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

Se consideran pertenecientes a este dominio, con carácter general, los valles fluviales-llanuras de inundación y sistemas de terrazas asociados; se incluyen también las formas poligénicas ligadas directamente al drenaje (coluvio-aluviales). Litológicamente el dominio se constituye mayoritariamente por depósitos aluviales, coluvio-aluviales y en menor medida por las formaciones Macuchi y Silante.

En el cantón este dominio ocupa solamente 11 km² equivalente al 0,3%. Está asociado a los ríos: Saloya, Pilaton, Otongo, Bolo y Bimbe. Estos ríos discurren por la zona oriental del cantón, con una dirección preferencial SE-NO, pasando de este contexto al *Medio aluvial costero* a partir de altitudes aproximadas de 900 msnm en el caso del río Pilatón; 260 msnm en el río Bolo; y a partir de 150 msnm en el río Bimbe. Presentan formas mixtas, con un marcado carácter meándrico.

3.2.3. Dominio Fisiográfico Piedemonte andino occidental

Este dominio se extiende al pie de los relieves andinos, hacia la costa, desde Santo Domingo, al norte, hasta Machala, al sur, a través de una serie continua de conos coalescentes de esparcimiento y deyección. Presentan una anchura promedio de entre 10 a 20 km, aunque al oeste de Bucay, a la altura de Guayaquil, alcanzan 50 km. La altitud varía entre 800 a 1.000 msnm en las zonas apicales de los conos hasta los 200 msnm en la zona de contacto con el dominio Baja Llanura aluvial inundable de la Costa.

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

Este dominio fisiográfico se presenta en el centro y sur del cantón, como franjas o lentes discontinuos, representado por los contextos morfológicos *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental* y *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados*. Presenta una extensión aproximada de 142 km² equivalente al 4,1% del total del cantón. Altitudinalmente se encuentra entre 300 y 800 msnm.

3.2.4. Dominio Fisiográfico Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua

Este dominio, descrito por Winckell (1997) como "Alta llanura central", se encuentra encajado entre la vertiente andina occidental, al este, y los relieves sedimentarios costeros, al oeste. Ocupa dos tercios de la llanura costera y se extiende sobre aproximadamente 250 km, de norte a sur, desde el final de las estribaciones de la vertiente andina septentrional hasta entrar en contacto con el dominio Baja llanura aluvial inundable de la Costa.

El conjunto está formado por depósitos antiguos de grandes conos de esparcimiento, parte de los cuales fueron posteriormente retrabajados e incorporados a la red

fluvial, que se encajó fuertemente sobre ellos, y a su sistema de terrazas. Gran parte del dominio está recubierto por, al menos, dos episodios de sedimentación piroclástica.

Este dominio fisiográfico es el más extenso en el cantón, con una superficie aproximada de 1.695 km² equivalente al 49,1% del total. Ocupa toda la zona occidental, gran parte de la septentrional y una pequeña superficie en la zona oriental. La altura en la que se encuentra oscila entre 150 y 1.200 msnm. Está representado por dos contextos morfológicos: *Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados* y *Gran cono tabular de la llanura costera*.

3.2.5. Dominio Fisiográfico Medio aluvial costero

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

Se consideran pertenecientes a este dominio, con carácter general, los valles fluviales-llanuras de inundación y sistemas de terrazas asociados. Las formas fluviales de incisión (barrancos, valles en V, gargantas) y ciertas formas poligénicas ligadas directamente al drenaje (coluvio-aluviales). Mayoritariamente está constituido por depósitos aluviales y en menor medida por las formaciones Macuchi, San Tadeo y Conglomerados Zarapullo. También presenta depósitos de ladera y depósitos coluvio-aluviales.

Se asocian a muchos ríos, entre los principales están: Toachi, Blanco, Chila y Baba. Estos discurren desde las partes altas de la zona oriental hacia las extensas llanuras en la zona occidental del cantón Santo Domingo. Se trata de ríos mixtos que pasan del contexto *Medio aluvial de Sierra* al contexto *Medio aluvial costero* a partir de altitudes que varían de los 900 msnm en el este del cantón a los 250-150 msnm en la zona central, presentando secciones meándricas y mayoritariamente anastomosadas.

Este dominio fisiográfico presenta una superficie de 245 km² aproximadamente, que equivale al 7,1% del total del cantón.

3.3. Contextos Morfológicos

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

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Vertientes externas de la Cordillera Occidental	Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
		Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra

Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Santo Domingo (continuación).

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
COSTA	Piedemonte andino occidental	Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental
		Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados
	Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua	Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados
		Gran cono tabular de la llanura costera
Medio aluvial costero	Medio aluvial costero	

Fuente: CTN

3.3.1. Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)

Ocupa, al norte de la línea direccional Babahoyo-Alausí, la práctica totalidad de la vertiente andina occidental. Su principal característica es la existencia de una cobertura piroclástica casi continua en todo el contexto, de entre 3 y más de 9 metros, que difumina las formas de relieve subyacentes. Esta cobertura sólo desaparece en los abruptos y paredes, así como en las formas recientes de incisión fluvial, donde aflora el sustrato volcánico antiguo.

En las proximidades de los edificios volcánicos, además, se superponen diversas geoformas volcánicas asociadas a ellos (coladas de lava, flujos piroclásticos, lahares) que, junto con los movimientos posteriores del recubrimiento piroclástico en las laderas, desdibuja aún más la morfología inicial proporcionada por el sustrato.

El modelado se compone de vertientes rectilíneas, abruptas y heterogéneas con y sin disección, las cuales presentan pendientes fuertes, generalmente mayor a 40%. El sustrato volcánico lo conforman mayoritariamente los materiales de la Formación Macuchi (Cretácico).

Este contexto morfológico ocupa gran parte de la zona oriental del cantón, con una superficie de 1.317 km² equivalente al 38,2% del total. Se presenta a alturas que oscilan entre 200 y 2.300 msnm.

3.3.2. Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)

Situado en la parte septentrional de la vertiente andina occidental, al norte del río Blanco, las formas de relieve de este contexto están fuertemente condicionadas por las características estructurales de las formaciones geológicas sobre las que se desarrolla, fundamentalmente de carácter volcanoclástico, con otras litologías en menor proporción (esquistos con cuarcitas). Como resultado, las cimas, cauces y vertientes presentan claros alineamientos en concordancia con la dirección de la estratificación.

El relieve aparece con una intensa disección, pendientes elevadas y afloramientos rocosos con alteritas de poco desarrollo. La cobertura de cenizas, en estas condiciones, resulta discontinua y de escaso espesor, conservándose sobre todo en las partes bajas y sobre los relieves menos energéticos. El sustrato rocoso lo conforman los materiales de la Formación Silante (Paleoceno).

Este contexto morfológico se presenta en el extremo nororiental, con una reducida extensión de 43 km² equivalente al 1,2% del total del cantón. Altitudinalmente se encuentra a 2.300 y 1.800 msnm.

3.3.3. Medio aluvial de Sierra

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.2.

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

Estos conos de esparcimiento se ubican directamente en la zona de contacto con la vertiente andina, extendiéndose desde Santo Domingo de los Colorados, al norte, hasta la altura de Machala, al sur. Presentan un típico perfil longitudinal ligeramente cóncavo, de pendiente comprendida entre el 5% y el 10%, aunque localmente puede alcanzar o sobrepasar el 20%.

Están formados por material detrítico predominantemente grueso, de origen fluvial y fluvio-torrencial. Los situados al pie de la Sierra Norte, hasta la altura de la localidad de Ventanas, están recubiertos por una cobertura piroclástica relativamente potente, que llega a alcanzar más de 4 metros al noreste de Quevedo. La capa de cenizas y lapilli, en las zonas en que aparece, se muestra alterada con un característico color de amarillento a grisáceo; los materiales de los conos también muestran una alteración avanzada y profunda, como se detecta en afloramientos que muestran guijarros fantasmas en una matriz arcillosa y rojiza.

En este cantón, el paisaje está condicionado por extensos glaciares de esparcimiento que presentan pendientes suaves y vertientes rectilíneas. Están compuestos por formaciones superficiales destacadamente arcillosas, que incluyen también limos, arenas, gravas y bloques en proporciones variables. Estos se han desarrollado sobre los materiales volcano-sedimentarios de la Formación Macuchi de edad Cretácica.

Este contexto morfológico se ubica en la zona central del cantón, con una superficie aproximada de 79 km² equivalente al 2,3% del total. Se dispone a alturas de entre 800 y 400 msnm.

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

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

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

Este contexto se encuentra en la zona sur del cantón, con una superficie aproximada de 63 km² equivalente al 1,8% del total. Altitudinalmente se encuentra entre 300 y 400 msnm.

3.3.6. Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados

Este contexto se localiza al sur y al noreste de Alluriquín. Se desarrolla sobre conglomerados fluviales, que aparecen en posición encaramada por el encajamiento de la red hidrográfica con posterioridad a su deposición. La prolongación de las superficies disectadas proporcionadas por estos materiales conecta con la parte alta del contexto Gran cono tabular de la llanura costera.

Este contexto se encuentra poco representado en el cantón, con una superficie aproximada de 21 km² equivalente al 0,6% del total. Se presenta en la zona oriental a alturas comprendidas entre 1.000 y 1.200 msnm.

3.3.7. Gran cono tabular de la llanura costera

Se trata de un gran cono de esparcimiento que, desde el este de Santo Domingo de los Colorados, se expande hasta el río Quinindé, cubierto por una capa continua de cenizas volcánicas en prácticamente toda su extensión. La potencia de esta capa es considerable, llegando a ser de 6 metros en la localidad de Santo Domingo de los Colorados y de 4 metros en la localidad de Quinindé, cerca del extremo noroccidental del cono.

Las superficies a que da lugar muestran ciertas diferencias. Unas aparecen como planas a onduladas, con pendientes inferiores al 15%, en las que la capa de mayor dureza (areniscas o conglomerados) se corresponde con la superficie original del cono. Las superficies disectadas, que ocupan la gran mayoría del cono, dan lugar a cimas redondeadas de bajo desnivel; en ellas, los niveles estructurales originales se pueden aún identificar en las cimas de estas colinas.

Finalmente, la parte más distal del cono, a ambos lados de los ríos Blanco y Guayllabamba, presenta pendientes inferiores al 12% y un modelado plano con escasa disección de la red hidrográfica; se caracteriza por la ausencia casi total de cenizas volcánicas, debido a la erosión de los mencionados ríos.

Este contexto morfológico se extiende por toda la zona occidental y gran parte de la septentrional, con una superficie aproximada de 1.673 km² equivalente al 48,5% del total del cantón. Se presenta a alturas que oscila entre 150 y 900 msnm.

3.3.8. Medio aluvial costero

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.5.

3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón

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

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	<1
		Valle en V	4
		Barranco	39
		Garganta	<1
		Terraza media	<1
		Terraza colgada	1
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	84
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	339
		Vertiente rectilínea con abruptos	3
		Vertiente abrupta	16
		Vertiente abrupta con fuerte disección	2
		Vertiente heterogénea	278
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	269
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión antiguo	17
		Macrocoluvión	4
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
		Glacis de esparcimiento	21
		Glacis de esparcimiento disectado	34
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado bajo	3
		Relieve volcánico colinado medio	55
		Relieve volcánico colinado alto	40
		Relieve volcánico colinado muy alto	5
		Superficie volcánica ondulada	6
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado bajo	<1
		Relieve colinado medio	7
Relieve colinado alto		2	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	11
		Superficie horizontal disectada	<1
		Superficie inclinada	6
		Superficie inclinada disectada	11
		Abrupto de superficie inclinada	6
		Cerro testigo	13
		Interfluvio de cimas redondeadas	1
		Interfluvio de cimas estrechas	35
Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)	FLUVIAL	Barranco	2
	LADERAS	Vertiente rectilínea	3
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	12
		Vertiente abrupta	8
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión antiguo	2
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	5
		Relieve colinado alto	7
		Relieve colinado muy alto	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Superficie inclinada	<1
		Superficie inclinada disectada	1
		Interfluvio de cimas estrechas	2
	Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación
Valle en V			<1
Barranco			<1
Terraza media			<1
POLIGÉNICAS		Coluvio-aluvial antiguo	3
Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	5
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	4
		Vertiente heterogénea	4
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	1
		Coluvión antiguo	2
		Glacis de esparcimiento	60
		Testigo de glacis de esparcimiento	2

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km² (aprox.)
Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Superficie inclinada	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	<1
Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	<1
		Superficie de cono de esparcimiento	9
		Superficie de cono de esparcimiento disectado	42
	LADERAS	Vertiente rectilínea con fuerte disección	<1
		Vertiente heterogénea	2
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	2
		Glacis de esparcimiento	4
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado bajo	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Superficie inclinada	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	<1
Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente abrupta	1
		Vertiente heterogénea	2
		Coluvión antiguo	<1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	<1
	POLIGÉNICAS	Superficie alta disectada	9
		Abrupto de superficie alta	8
Interfluvio de cimas redondeadas		<1	
Gran cono tabular de la llanura costera	FLUVIAL	Valle en V	7
		Barranco	5
		Garganta	5
		Superficie disectada	<1
		Terraza colgada	10
		Vertiente o abrupto de terraza	<1
		Superficie de cono de esparcimiento	37
		Superficie de cono de esparcimiento disectado	1.532
		Abrupto de cono de esparcimiento	62
		Testigo de cono de esparcimiento	2
		Superficie de cono de deyección	<1

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Gran cono tabular de la llanura costera	LADERAS	Vertiente rectilínea	<1
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	1
		Vertiente abrupta	1
		Vertiente heterogénea	4
		Coluvión antiguo	2
		Macrocoluvión	1
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado medio	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	1
		Superficie horizontal disectada	<1
		Superficie alta disectada	<1
		Cerro testigo	2
Interfluvio de cimas redondeadas		<1	
Medio aluvial costero	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	191
		Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación)	15
		Valle en V	1
		Barranco	5
		Terraza media	21
		Terraza alta	6
		Terraza colgada	1
		Vertiente o abrupto de terraza	<1
	Terrazas escalonadas	<1	
	LADERAS	Coluvión antiguo	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	4
	OTRAS GÉNESIS	Superficie intervenida	<1

Fuente: CTN

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

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

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	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)	121
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q _{dl3}	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	<1
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	29
Depósitos coluvio aluviales	Q _{dca}	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	21
Depósitos aluviales	Q _{da}	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	214
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	50
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q _{da5}	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	<1
Depósitos aluviales (terrazas)	Q _{da8}	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	42

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Conglomerados Zarpullo	P _{Za}	Pleistoceno	Guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa	21
Formación San Tadeo	P _{ST}	Pleistoceno	Piroclastos y caolín de alteración en superficie	1.648
Formación Baba	PIP _B	Plioceno-Pleistoceno	Aglomerados volcánicos de origen lahárico, conglomerados polimícticos con matriz arenosa, capas de toba aglomerática y ceniza de grano fino	<1
Formación Silante	PalEo _{Si}	Paleoceno	Conglomerados de cuarzo, chert y andesita en matriz ferruginosa; grauvacas, areniscas tobáceas y lutitas rojas	44
Formación Macuchi	K _M	Cretácico	Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas	1.206
Rocas graníticas indiferenciadas	IN ₃	Sin asignación de edad	Rocas graníticas indiferenciadas	11
Granito, granodiorita	IN G-Gd ₁	Sin asignación de edad	Granito, granodiorita	34

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, Pal=Paleoceno, K=Cretácico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial en el caso de los materiales de edad Cuaternario (dl=depósitos de ladera, dca=depósitos coluvio aluviales, da= depósitos aluviales) o al nombre de la "formación geológica" (Za=Zarpullo, ST=San Tadeo, B=Baba, Si=Silante y M=Macuchi). Los símbolos que inician su denominación con IN se refieren a cuerpos intrusivos sin asignación de edad.

3.5. Descripción de geoformas

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

3.5.1. Fluvial

3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)

Esta geoforma se encuentra distribuida por todo el cantón, asociada a muchos ríos, por lo que se mencionarán los de mayor importancia, que son: Toachi, Blanco, Chila, Salgana y Baba; éstos discurren desde las partes altas en la zona oriental hasta las extensas llanuras de la zona occidental del cantón. Debido a que atraviesan el cantón, se asocian a cuatro contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); ii) Medio aluvial de Sierra; iii) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados; y iv) Medio aluvial costero.*

Los valles fluviales-llanuras de inundación presentan depósitos aluviales de granulometría muy diversa transportados y depositados por los canales fluviales. Los terrenos a los que dan lugar se inundan, parcial o totalmente, durante épocas de crecidas.

Presentan pendientes planas a muy suaves (de 0 a 5%), formas de valle planas y drenajes mayoritariamente meándricas y subdendríticas.



Foto 1. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector La Primavera, margen izquierda del río Salgana. 24/10/2014.

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

Esta geoforma se encuentra en el norte y sur del cantón, asociada principalmente a los ríos Blanco, Toachi y Baba. Se emplaza en el contexto morfológico *Medio aluvial costero*.

Esta geoforma representa 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. Son parte de la propia llanura de inundación y están formadas por los acarreos 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).

Las pendientes son generalmente planas a muy suaves (de 0 a 5%) y la forma del valle es plana y ocasionalmente en V. Los canales son mixtos, con un marcado carácter anastomosado, con barras interiores y laterales a los cursos de agua.



Foto 2. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación). Sector Patricia Pilar, río Baba. 23/10/2014.

3.5.1.3. Valle en V (E1)

Esta geoforma se encuentra distribuida en la zona septentrional del cantón. Forma parte de los cauces en cuencas altas de los ríos Toachi, El Transito, Santa Ana, Chicton, Las Palmeras, Saloya, El Dorado, Mulaute, Cocaniguas, Cristal, Salazar, Mache y otros innominados. Se asocian a los contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); ii) Medio aluvial de Sierra; iii) Gran cono tabular de la llanura costera; y iv) Medio aluvial costero.*

Estos valles en V se inciden en materiales volcánicos y volcano-sedimentarios de las formaciones Macuchi (Cretácico), Silante (Paleoceno) y San Tadeo (Pleistoceno).

Los valles con un perfil transversal en forma de V son típicos de los cursos altos de los ríos. Las dos vertientes laterales presentan pendientes desde 12% hasta un máximo de 100% y el río erosiona verticalmente. Las dimensiones longitudinales de estos valles son por lo general de orden kilométrico y las anchuras de orden hectométrico.



Foto 3. Valle en V. Sector El Tránsito. 21/10/2014.

3.5.1.4. Barranco (E2)

Esta geoforma se encuentra ampliamente en la zona nororiental, asociada a las cuencas altas de los ríos. En menor proporción se presentan en la zona oriental y suroriental y en la zona norte se presenta de manera puntual en algunos sectores. Se emplaza en siete contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); ii) Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); iii) Medio aluvial de Sierra; iv) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental; v) Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados; vi) Gran cono tabular de la llanura costera; y vii) Medio aluvial costero.*

Su distribución, al igual que los valles en V, no guarda ninguna relación especial con determinadas formaciones geológicas.

Tiene similares características que la geoforma anterior (E1), aunque menores dimensiones. Las pendientes transversales son generalmente fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%), con formas de valle en V, en U o planas y ausencia generalizada de suelos. Existen barrancos con pendientes menores, de rangos comprendidos entre 5

y 25%. Estas incisiones no muy profundas y de poca pendiente no presentan depósitos, razón por la cual son denominadas igualmente barrancos.

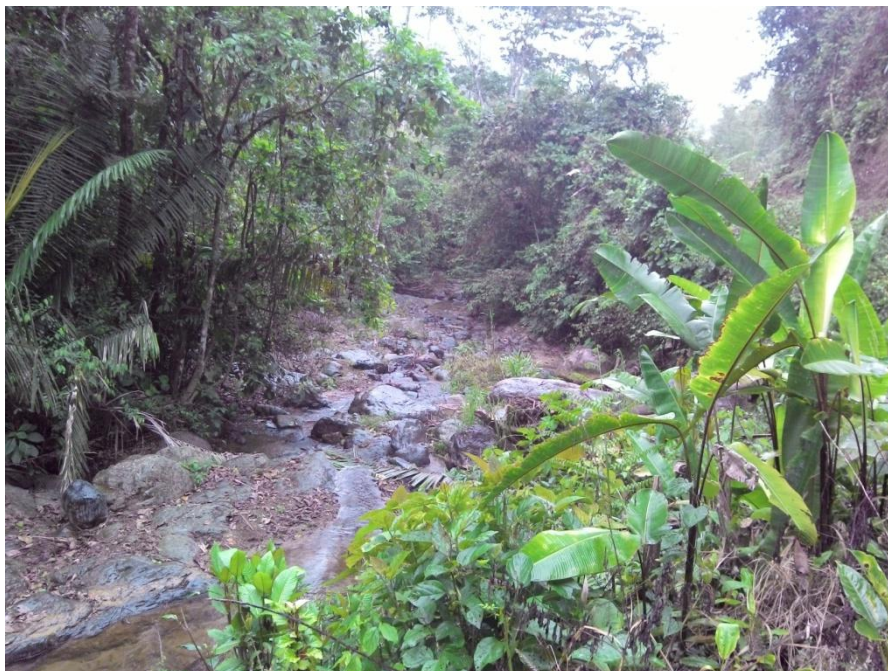


Foto 4. Barranco. Sector Bellavista, quebrada Diablo. 23/20/2014.

3.5.1.5. Garganta (E3)

Aparece en tres zonas puntuales: en la zona nororiental, asociada al río Las Palmeras; en la zona central asociada al río Las Damas y otros innominados; y finalmente, en la zona suroccidental se asocian a varios ríos innominados. Se desarrollan en dos contextos morfológicos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Gran cono tabular de la llanura costera*.

Estas gargantas erosionan verticalmente las formaciones geológicas Macuchi y San Tadeo. La profundidad de encajamiento de estas gargantas oscila entre 15 y 50 metros. Las vertientes que presenta tienen longitudes cortas (de 15 a 50 m) y formas rectilíneas, mixtas o irregulares, con pendientes transversales fuertes (de 40 a 70%) y la forma de valle es en V.



Foto 5. Garganta. Sector Finca La Reforma, río Las Damas. 24/10/2014.

3.5.1.6. Superficie disectada (Td)

Esta geofoma se encuentra puntualmente en el sector Guabal Tres en la zona occidental del cantón. Se asocia al contexto morfológico *Gran cono tabular de la llanura costera*.

Está compuesta de materiales deposicionales que comprenden principalmente limo-arenoso, arcilla-limosa.

Son superficies con un grado de disección intermedio; las disecciones presentan desniveles relativos que varían entre 25 y 50 metros, cimas con formas redondeadas, vertientes mixtas de 50 a 250 metros de longitud y formas de valle en U. Las pendientes son medias (de 12 a 25%).

3.5.1.7. Terraza media (Tm)

Se trata del primer nivel de terrazas por encima de los depósitos fluviales actuales y que representan, por tanto, la última llanura de inundación abandonada por la excavación vertical del río al que se asocian, en este caso de los ríos Blanco, Toachi, Baba, Mulaute, Lindiche y Chila. Cabe descartar que sea en los dos primeros ríos donde presentan más desarrollo. Se encuentran a una altura de entre 5-10 y 10-20 metros sobre los ríos ya mencionados.

Se asocian a los contextos morfológicos *Medio aluvial de Sierra* y *Medio aluvial costero* y litológicamente están constituidas por bloques y gravas, de redondeados a subredondeados, empastados en una matriz areno-limosa. La descripción porcentual realizada en un punto de campo dicta: 25% de bloque redondeado, 15% de grava y 60% de arena.

Son superficies subhorizontales con pendientes principalmente planas a muy suaves (de 0 a 2%), existen unas superficies con pendientes suaves (de 5 a 12%) por la presencia de incisiones que irregularizan el terreno.

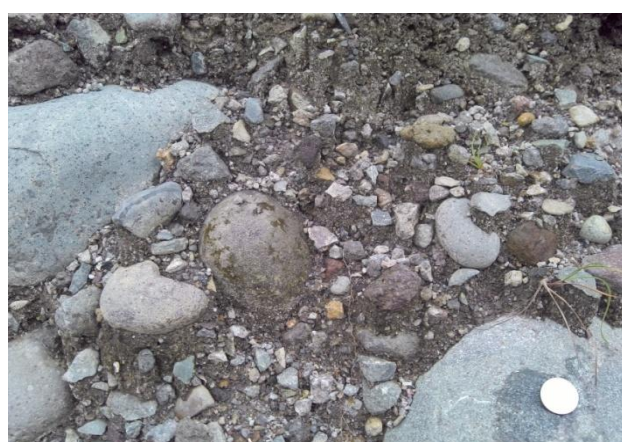


Fotos 6 y 7. Terraza media. Vista general y detalle del depósito: bloque redondeado, grava y arena. Sector Tres ríos, margen derecha del río Blanco. 21/10/2014.

3.5.1.8. Terraza alta (Ta)

Esta geoforma representa el segundo nivel de terrazas, por encima de las terrazas medias (Tm). Éstas se elevan claramente unos 20 a 30 metros sobre el cauce de los ríos Blanco, Toachi y Baba.

Se asocian al contexto morfológico *Medio aluvial costero* y su composición litológica es igual al de las terrazas ya descritas: bloques y gravas, de redondeados a subredondeados, empastados en una matriz areno-limosa. En la descripción realizada en campo se ve una distribución porcentual de: 30% de bloque redondeado, 25% de grava y 55% de arena. Presentan pendientes planas a suaves (de 0 a 12%) en la gran mayoría de su superficie.



Fotos 8 y 9. Terraza alta. Vista general y detalle del depósito: bloque redondeado, grava y arena. Sector Colonia Velasco, río Toachi. 21/10/2014.

3.5.1.9. Terraza colgada (Tc)

Estas terrazas se encuentran más elevadas que las terrazas altas, en promedio entre 40-50 y 50-80 metros, representando superficies aluviales más antiguas. Se elevan sobre los ríos Toachi y Blanco.

Se asocian a los contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); ii) Gran cono tabular de la llanura costera; y iii) Medio aluvial costero.* Su composición litológica comprende bloques y gravas, de redondeados a subredondeados, empastados en una matriz areno-limoso.

Presentan pendientes planas a suaves (de 0 a 12%). En campo se describió la composición del depósito, resultando: 20% de bloque redondeado, 15% de grava, 55% de arena y 10% de limo.



Foto 10. Terraza colgada. Detalle del depósito: bloque redondeado, grava, arena y limo. Sector Valle Hermoso, río Blanco. 22/10/2014.

3.5.1.10. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)

Se trata de la vertiente que limita con la superficie de terraza. Ésta se ha podido mapear asociada a terrazas altas y colgadas, por tratarse de geoformas de mayor desarrollo y tamaño cartografiable a la escala de trabajo.

Se emplazan en los contextos morfológicos *Gran cono tabular de la llanura costera y Medio aluvial costero;* y su composición litológica no difiere de la de las superficies con las que limita. En campo se describe la composición como 70% de bloque redondeado y 30% de arena.

Estas vertientes presentan pendientes fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%), desniveles relativos de 25 a 100 metros y formas de vertiente rectilíneas de 50 a 250 metros de longitud.

3.5.1.11. Terrazas escalonadas (Te)

Esta geoforma se encuentra a lo largo del río Toachi, encierra varios niveles de terrazas, con su superficie y abruptos. Se asocia al contexto morfológico *Medio aluvial costero*.

Su composición litológica comprende bloques y gravas, de redondeados a subredondeados, empastados en una matriz areno-limosa; y la pendiente general es muy suave (de 2 a 5%).



Foto 11. Terrazas escalonadas. Sector margen derecha del río Toachi. 20/10/2014.

3.5.1.12. Superficie de cono de esparcimiento (Co1)

Esta geoforma se sitúa en tres zonas: en el norte en los sectores San Antonio del Toachi y San José de Pilatón; en el centro en Santa Marianita; y en el sur en Provincias Unidas y H. Mirador. Se asocia a los contextos morfológicos *Conos de esparcimiento* y *formas de piedemonte distales, planos a poco disectados* y *Gran cono tabular de la llanura costera*.

Esta superficie corresponde a las zonas más llanas de un abanico aluvial procedente de los relieves de la Cordillera Occidental. Se compone de diferentes materiales, en *Conos de esparcimiento* y *formas de piedemonte distales, planos a poco disectados* su composición incluye depósitos aluviales como 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; mientras que los que asocian al contexto *Gran cono tabular de la llanura costera* se

han desarrollado en los materiales de la Formación San Tadeo (piroclastos y caolín de alteración en superficie) que se intercala con depósitos aluviales.

Se caracteriza por pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12%), desniveles relativos de 15 a 200 metros, vertientes con formas principalmente convexas, aunque localmente pueden presentar irregularidades, con segmentos ligeramente cóncavos o rectilíneos y de longitudes moderadamente largas (de 50 a 250 m) o muy largas (más de 500 m).

3.5.1.13. Superficie de cono de esparcimiento disectado (Co2)

Esta geoforma se encuentra mayoritariamente en la zona occidental del cantón y en menor proporción en la zona suroriental, nacen de los relieves de la Cordillera Occidental. Se emplazan en dos contextos morfológicos *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados y Gran cono tabular de la llanura costera.*

Estas extensas superficies se componen de materiales deposicionales de origen aluvial, conformados por 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; en este cantón están adscritos a la Formación Baba (aglomerados volcánicos de origen lahárico, conglomerados polimícticos con matriz arenosa, capas de toba aglomerática y ceniza de grano fino) y la Formación San Tadeo (piroclastos y caolín de alteración en superficie).

Las disecciones que presentan estas superficies se atribuyen a drenajes con formas dendríticas, subdendríticas o subparalelas, con densidades de drenaje desde gruesas hasta finas; estas incisiones forman valles con formas en V, planas y rara vez en U, que llegan a tener entre 5 y 50 metros de desnivel relativo. Las vertientes presentan formas rectilíneas, convexas, mixtas o irregulares de 15 a 250 metros de longitud y pendientes muy suaves a medias (de 2 a 25%) y, finalmente la forma de cima es plana o levemente redondeada.



Foto 12. Superficie de cono de esparcimiento disectado. Sector Chugüilpe. 20/10/2014.

3.5.1.14. Abrupto de cono de esparcimiento (Co4)

Es el escarpe o escalón limítrofe con las superficies de cono de esparcimiento, mayoritariamente con las que presentan disecciones. Se ha mapeado con mayor claridad en las márgenes de los ríos: Blanco, Mulaute, Toachi, Chila, Baba, entre los principales.

Esta geoforma se asocia al contexto morfológico *Gran cono tabular de la llanura costera* y se ha desarrollado en los materiales de la Formación San Tadeo (Piroclastos y caolín de alteración en superficie).

Presenta pendientes medias a muy fuertes (de 12 a 100%), un desnivel relativo muy variable comprendido entre 5 y 200 m, una vertiente corta a muy larga (de 15 a más de 500 m) y formas rectilíneas, mixtas o irregulares.



Foto 13. Abrupto de cono de esparcimiento. Sector El Esfuerzo. 22/10/2014.

3.5.1.15. Testigo de cono de esparcimiento (CoT)

Esta geoforma se sitúa en dos zonas: en la oriental, en el sector Pizotanti; y en la occidental en la Cooperativa Luz de América. Se localiza íntegramente en el contexto morfológico *Gran cono tabular de la llanura costera*.

Se han desarrollado en los materiales de la Formación San Tadeo (*Piroclastos y caolín de alteración en superficie*).

Se caracteriza mayoritariamente por dos tipos de pendientes: suaves a medias (de 5 a 25%) en las zonas superiores y medias (de 12 a 25%) en las zonas de abrupto. Su desnivel relativo varía entre 15 y 50 metros, con vertientes de longitud moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m) y formas mixtas o convexas. Por último presenta formas redondeadas en la zona cimera.



Foto 14. Testigo de cono de esparcimiento. Sector Cooperativa Luz de América. 22/10/2014.

3.5.1.16. Superficie de cono de deyección (Cd1)

Esta geoforma se localiza en el sector nororiental del cantón, en las zonas bajas de la Cordillera Occidental, en los alrededores de los sectores: San José de Meme, Coop. El Paraíso de Mulaute y El Carmen. Se asocia a dos contextos morfológicos diferentes *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Gran cono tabular de la llanura costera*.

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

Se caracteriza por pendientes suaves a medias (de 5 a 25%), un desnivel relativo variable de 5 a 50 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) de formas cóncavas.

3.5.2. Laderas

3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma se distribuye ampliamente por toda la zona oriental del cantón y se encuentra asociada a cuatro contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; *ii) Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; *iii) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental*; y *iv) Gran cono tabular de la llanura costera*.

Estas vertientes se desarrollan sobre un amplio abanico de formaciones geológicas: cuerpos intrusivos de granito-granodiorita, materiales volcano-sedimentarios de la Formación Macuchi (Cretácico) y de la Formación Silante (Paleoceno).

Son laderas de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con pendientes comprendidas entre 5% y 70%. En *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* presentan esta variabilidad, mientras que en *Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* aparecen con pendientes medias a fuertes (de 12 a 70%). En *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental*, en cambio, las pendientes van de medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%); y en *Gran cono tabular de la llanura costera* con pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).

Los desniveles relativos, en todos los contextos morfológicos, son relativamente importantes y suelen oscilar entre 15 metros y más de 300 metros, con longitudes típicas de vertiente entre los 50 y más de 500 metros.



Fotos 15 y 16. Vertiente rectilínea. Vista general y detalle del afloramiento de la Fm. Misahuallí. Sector Las Damas. 22/10/2014.

3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Esta geoforma se encuentra ampliamente representada en la zona oriental del cantón, en mayor proporción que las vertientes antes descritas (Lr1). Se asocian a cinco contextos morfológicos: i) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; ii) *Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; iii) *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental*; iv) *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados*; y v) *Gran cono tabular de la llanura costera*.

Estas vertientes se han desarrollado en diferentes y variadas formaciones geológicas: cuerpos intrusivos de granito-granodiorita y otras rocas graníticas indiferenciadas, la Formación Macuchi y la Formación Silante.

Estas laderas, de perfil longitudinal marcadamente rectilíneo, presentan una intensa disección, asociada a drenajes de formas dendríticas, subdendríticas, paralelas y subparalelas con densidades de drenaje gruesas y medias. A pesar de sus disecciones las vertientes conservan una pendiente de cierta uniformidad a lo largo de las mismas, esta va de suave a fuerte (de 5 a 70%). Presentan desniveles relativos de 15 a más de 300 metros y longitudes de vertiente moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m).



Fotos 17 y 18. Vertiente rectilínea con fuerte disección. Vista general y detalle del afloramiento de la Fm. Macuchi. Sector borde oriental del cantón. 20/10/2014.

3.5.2.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)

Estas vertientes se encuentran muy poco representadas en el cantón, se sitúan en la zona oriental, a la altura de San Francisco de Tanti y La Reforma. Se asocian a un único contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Se trata de laderas predominantemente rectilíneas, con presencia de una o más zonas de ruptura de pendiente, en las que se crean escalones por un brusco incremento de la pendiente general de la ladera. El motivo principal de estos incrementos de inclinación suele estar ligado a la aparición de litologías más resistentes a la erosión dentro de la misma formación geológica. En este caso se han desarrollado en los materiales volcano-sedimentarias de la Formación Macuchi: areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.

Presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos de 200 a más de 300 metros y longitudes de vertientes muy larga (más de 500 m).

3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)

Esta geoforma se encuentra en la zona oriental del cantón con mayor representación en el norte que en el sur. Se asocia a cuatro contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica*

(Cordillera Occidental); ii) Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); iii) Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados; y iv) Gran cono tabular de la llanura costera.

Estas vertientes se desarrollan en distintas formaciones: cuerpos intrusivos de rocas graníticas indiferenciadas o en las formaciones Macuchi y Silante.

Son laderas escasamente disectadas, con pendientes generalmente muy fuertes a escarpadas (de 70 a 150%). Presentan fuertes desniveles relativos de 50 a más de 300 metros y longitudes de vertiente de 50 a más de 500 metros, con formas rectilíneas.



Foto 19. Vertiente abrupta. Sector Cooperativa Libre. 21/10/2014.

3.5.2.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)

Estas vertientes se encuentran en la zona oriental, a la altura de la Cooperativa Trabajadores Libres. Se ha identificado exclusivamente en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Se disponen sobre los materiales volcano-sedimentarios de la Formación Macuchi: areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas.

Estas vertientes presentan disecciones asociadas a drenajes con formas paralelas o subparalelas con densidades gruesas a medias. Presenta pendientes muy fuertes (de 70 al 100%), desnivel relativo de 100 a más de 300 metros y vertientes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con formas predominantemente rectilíneas.

3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1)

Esta geoforma se reparte ampliamente por toda la zona oriental del cantón y se asocia a cinco contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); ii) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental; iii) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados; iv) Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados; y v) Gran cono tabular de la llanura costera.*

Estas vertientes se han desarrollado en diferentes y variadas formaciones geológicas: cuerpos intrusivos de granito-granodiorita y otras rocas graníticas indiferenciadas, en la Formación Macuchi y en los Conglomerados Zarapullo.

Son laderas de perfil mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular, escasamente disectada. Presentan un amplio rango de pendientes de suaves a muy fuertes (de 5 al 100%), desniveles relativos de 25 a más de 300 metros y longitudes de vertiente desde 50 a más de 500 metros.



Foto 20. Vertiente heterogénea. Sector Coop. Agrícola Mar de La Trinidad. 22/10/2014.

3.5.2.7. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Se localizan por toda la zona oriental, en las estribaciones de la Cordillera Occidental dentro del cantón. Se asocia a tres contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); ii) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental; y iii) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados.*

Se han desarrollado en cuerpos graníticos de granito-granodiorita y en los materiales volcano-sedimentarios de la Formación Macuchi.

Estas vertientes presentan disecciones relacionadas a drenajes con formas dendríticas, subdendríticas, paralelas o subparalelas, con densidades de drenaje gruesas a medias, y su perfil longitudinal sigue siendo heterogéneo (mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular). Presentan pendientes medias a muy fuertes (de 12 a 100%), desniveles relativos muy variables comprendidos entre 15 y

más de 300 metros y vertientes de longitudes moderadamente largas a muy largas (de 250 a más de 500 m).



Foto 21. Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector San Francisco de Tanti. 21/10/2014.

3.5.2.8. Escarpe de deslizamiento (Lh6)

Se encuentran cartografiados en la zona oriental de cantón, por los alrededores del sector El Carmen. Se asocian a dos contextos morfológicos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Los escarpes de deslizamientos aparecen en la cabecera del movimiento indicando el límite superior del deslizamiento. Se han desarrollado en las formaciones geológicas Macuchi (Cretácico) y Silante (Paleoceno).

Los escarpes dan lugar a formas de vertiente rectilíneas, con pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), desniveles relativos de 25 a 50 metros y longitud de vertiente variable en función de la magnitud del deslizamiento entre corta y moderadamente larga (de 15 a 250 m).

3.5.2.9. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geoforma se encuentra cartografiada en toda el área montañosa del la zona oriental del cantón, ocupando partes medias y bajas de laderas. Debido a su amplia distribución se asocia a seis contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); ii) Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); iii) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental; iv)*

Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados; v) Gran cono tabular de la llanura costera; y vi) Medio aluvial costero.

Están formados por material textural y composicionalmente heterogéneo, en que predominan fragmentos de carácter angular y subangular englobados en una matriz arenosa o limosa, escasamente clasificados y sin estratificación. En campo se describe la composición del depósito de ladera como: bloque redondeado en un 15%, grava en un 20%, arena en un 30% y limo en un 35%.

Las morfologías típicas de estas geoformas responden a perfiles de ladera cóncavo, convexo, mixto o irregular con longitudes muy variables de 50 a más de 500 metros. Presentan además pendientes suaves a fuertes (de 5 a 70%) y desniveles relativos muy variables comprendidos entre 5 y 200 metros.



Fotos 22 y 23. Coluvión antiguo. Vista general y detalle del depósito: bloque redondeado, grava, arena y limo. Sector Cooperativa Agrícola Chictoa. 20/10/2014.

3.5.2.10. Macrocoluvión (Col3)

Esta geoforma se ha identificado en la zona oriental del cantón, por los sectores Bolívar y Precoperativa Ecuador. Se asocia a los contextos morfológicos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Gran cono tabular de la llanura costera*.

Genética y morfológicamente se trata de un coluvión, sólo denominado así por presentar unas dimensiones mayores a 140 ha. En este caso de 437 ha y 137 ha aproximadamente.

Presenta pendientes suaves a medias (de 5 a 25%), desniveles relativos de 15 a 25% o superiores a 300 metros, vertientes de longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m) o muy larga (más de 500 m) y formas de vertiente mixtas o irregulares.

3.5.2.11. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

Los depósitos de deslizamiento corresponden a las masas de roca y suelo producidas por inestabilidades gravitatorias, situadas al pie de los correspondientes escarpes de deslizamiento (Lh6), por ello, tanto la ubicación geográfica como el contexto morfológico serán los mismos.

Están compuestos por material de alteración y meteorización de las laderas y por fragmentos angulares rocosos de las formaciones de las que proceden: Macuchi y Silante.

Las pendientes de estos depósitos van de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%), con desniveles relativos de 25 a 100 metros y vertientes con formas convexas de longitudes moderad ante largas (de 50 a 250 m) derivadas de la longitud del movimiento.

3.5.2.12. Glacis de esparcimiento (Pd1)

Estos glacis nacen de las estribaciones de la Cordillera Occidental y se extienden hacia las planicies de la zona occidental del cantón, se encuentran por los sectores Comuna Polanco, Agrupación Austro, La Reforma, Taguaza, Julio Moreno, San Vicente de Aquepi, San Gabriel de Baba y La Florida. Se asocian a los contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); ii) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental; y iii) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados.*

Están formados por una delgada cobertera de depósitos de ladera que comprende gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas).

Estas extensas superficies presentan vertientes muy largas (más de 500 m) con formas cóncavas, presentan también pendientes suaves a medias (de 5 a 25%) y desniveles relativos comprendidos entre 25 y 300 metros.

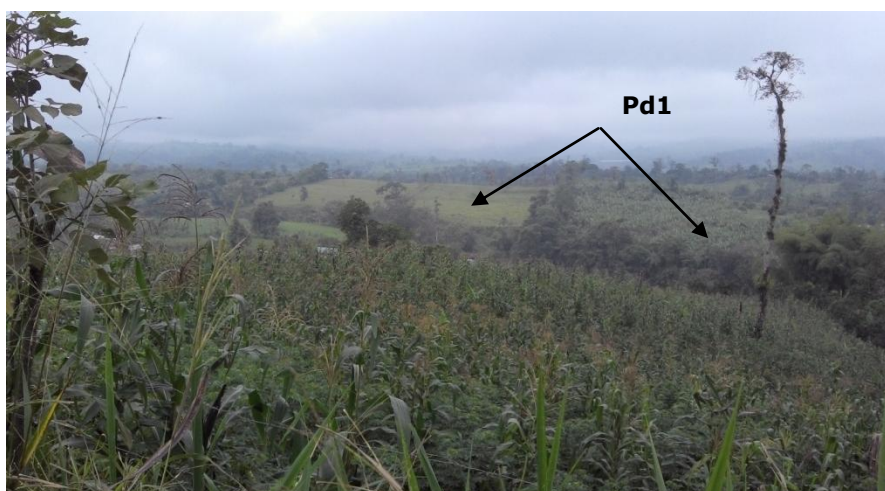


Foto 24. Glacis de esparcimiento. Sector San Vicente de Aquepi. 22/10/2014.

3.5.2.13. Glacis de esparcimiento disectado (Pd2)

Estos glacis se presentan en la zona suroriental del cantón, por los alrededores de El Bolo, Provincias Unidad y El Mirador. Se emplazan íntegramente en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

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

Estas superficies se presentan disectadas por drenajes con formas dendríticas y densidades de drenaje gruesas. Las incisiones llegan a tener 50 metros de profundidad y presentan vertientes convexas de 50 a 250 metros de longitud con pendientes medias (de 12 a 25%).

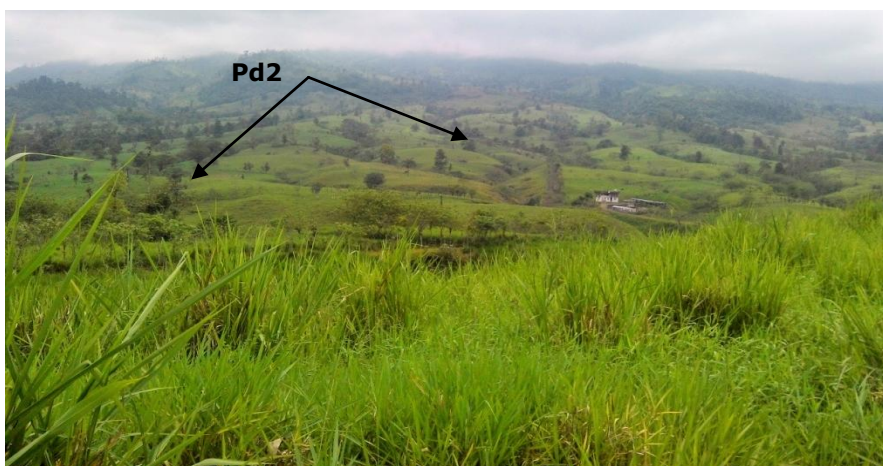


Foto 25. Glacis de esparcimiento disectado. Sector Provincias Unidas. 24/09/2014.

3.5.2.14. Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4)

Se han cartografiado en la zona suroriental del cantón, en zonas aledañas a los sectores La Reforma y Pedro Pablo Gómez. Se asocian al contexto morfológico *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental*.

Estos depósitos formados por una delgada cobertera de depósitos detríticos, gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables con elementos finos (limos, arcillas y arenas) no conservan la forma típica en planta de un glacis de esparcimiento.

Se caracterizan por pendientes suaves a media (de 5 a 25%), desniveles relativos de entre 25 a 100 metros y vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con formas mixtas.



Foto 26. Testigo de glacia de esparcimiento. Sector La Reforma. 23/10/2014.

3.5.3. Volcánico

3.5.3.1. Relieve volcánico colinado bajo (Rv8)

Estos relieves se encuentran dispersos por la zona central y oriental del cantón, por los sectores: San Miguel, Alegría del Bolo, La Florida, El Tesoro y Coop. El Paraíso de Mulaute. Se asocia a dos contextos morfológicos: *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados*.

Geológicamente se han desarrollado en la Formación Macuchi: areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.

Estos relieves tienen desniveles relativos comprendidos entre 15 y 25 metros. Presentan cimas redondeadas, planas y ocasionalmente agudas, vertientes con formas rectilíneas, convexas, mixtas o irregulares de longitudes cortas a moderadamente largas (de 15 a 250 m), formas de valle en V o en U y pendientes suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%).

3.5.3.2. Relieve volcánico colinado medio (Rv9)

Esta geoforma se distribuye ampliamente en las zonas central y oriental del cantón; se encuentra asociada principalmente al contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; no obstante se encuentra también emplazada en el contexto *Gran cono tabular de la llanura costera*, como relieves que sobresalen de la extensa superficie de cono de esparcimiento disectado que caracteriza dicho contexto.

Se ha desarrollado en un sustrato volcano-sedimentario atribuido a la Formación Macuchi de edad Cretácica.

Son relieves de desniveles relativos comprendidos entre 25 y 100 metros. Presentan cimas redondeadas y otras veces agudas, vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con formas muy variables entre rectilíneas, convexas, cóncavas,

mixtas o irregulares, valles con forma en V o en U y pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%).



Foto 27. Relieve volcánico colinado medio. Sector Coop. El Paraíso de Mulaute. 22/10/2014.

3.5.3.3. Relieve volcánico colinado alto (Rv10)

Estos relieves se encuentran distribuidos en la zona oriental del cantón y se asocian al contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Geológicamente se han desarrollado en los materiales de la Formación Macuchi, al igual que los relieves ya descritos (Rv8 y Rv9).

El desnivel relativo de estos relieves está comprendido entre 100 y 200 metros. Son relieves de cimas redondeas y ocasionalmente agudas, vertientes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con formas rectilíneas, convexas, mixtas o irregulares, valles con forma en V y pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%).



Foto 28. Relieve volcánico colinado alto. Sector Chiguilpe. 22/10/2014.

3.5.3.4. Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11)

Estos relieves se encuentran en la zona centro-este del cantón, en los sectores Cooperativa La Magdalena y Dos Ríos. Se emplazan en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Se desarrollan en los materiales de la Formación Macuchi: areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfíricos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.

Estos relieves muestran desniveles relativos comprendidos entre 200 y 300 metros. Presentan redondeadas, vertientes de formas rectilíneas o convexas de más de 500 metros de longitud, valles con forma en V y pendientes medias (de 12 a 25%) o fuertes (de 40 a 70%).



Foto 29. Relieve volcánico colinado muy alto. Sector Dos Ríos. 21/10/2014.

3.5.3.5. Superficie volcánica ondulada (RvSo)

Esta geoforma se encuentra en la zona meridional, por la Cooperativa Redención Social. Se emplazan en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Son superficies de poca pendiente (de 5 a 12%) con ligeras ondulaciones desarrolladas en formaciones volcánicas (Formación Macuchi).

3.5.4. Tectónico-erosivo

3.5.4.1. Relieve colinado bajo (Rt3)

Esta geoforma se encuentra en la zona oriental del cantón, puntualmente en el sector Coop. El Paraíso de Mulaute. Se asocia al contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y geológicamente se compone de rocas graníticas indiferenciadas.

Este tipo de relieves tienen desniveles relativos de 15 a 25 metros. Presentan cimas agudas, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con forma rectilínea y en conjunto presentan valles en V y en U y pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%).

3.5.4.2. Relieve colinado medio (Rt4)

Estos relieves se encuentran en la zona oriental del cantón, ocupando los sectores Los Faisanes, El Carmen y Guajalito. Se sitúan en tres contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); ii) Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); y iii) Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados.*

Se desarrollan en diversas formaciones geológicas: cuerpos intrusivos de granito-granodiorita y rocas graníticas indiferenciadas, y en la Formación Silante y en los Conglomerados Zarpullo.

Su desnivel relativo fluctúa entre 25 y 100 metros, presentan cimas agudas u ocasionalmente redondeadas, vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con formas rectilíneas o irregulares y valles con forma en V o en U. Las pendientes son medias hasta fuertes (de 12 a 70%).



Foto 30. Relieve colinado medio. Sector Mapali. 22/10/2014.

3.5.4.3. Relieve colinado alto (Rt5)

Se encuentran en la zona oriental del cantón, distribuidos en los sectores Las Damas y El Arrayan. Se asocian a dos contextos morfológicos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Geológicamente se desarrollan en rocas graníticas indiferenciadas o en la Formación Silante. Presenta un desnivel relativo de 100 a 200 metros, formas de cimas agudas o redondeadas, vertientes de formas rectilíneas o mixtas de 50 a más de 500 metros de longitud, los valles tienen formas en V o en U y las pendientes son medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).

3.5.4.4. Relieve colinado muy alto (Rt6)

Esta geoforma se encuentra puntualmente hacia el este de la Cooperativa Agrícola Chictoá, en la zona oriental del cantón. Se asocian al contexto morfológico *Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Se desarrollan en los materiales de la Formación Silante: conglomerados de cuarzo, chert y andesita en matriz ferruginosa; grauvacas, areniscas tobáceas y lutitas rojas.

Este tipo de relieves presentan un desnivel relativo comprendido entre 200 y 300 metros. Se componen de cimas agudas, con vertientes muy largas (más de 500 m) de formas rectilíneas, valles con forma en V y pendientes fuertes (de 40 a 70%).

3.5.5. Poligénicas

3.5.5.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Esta geoforma se encuentra en la zona suroriental del cantón, en el sector Provincias Unidas. Se sitúa íntegramente en el contexto morfológico *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados*.

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

Sus características son pendientes medias (de 12 a 25%) y formas de valle en U.

3.5.5.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Estos depósitos se encuentran distribuidos en la zona oriental del cantón, con mayor profusión en la zona noreste. Se asocian a siete contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); ii) Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); iii) Medio aluvial de Sierra; iv) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental; v) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados; vi) Gran cono tabular de la llanura costera; y vii) Medio aluvial costero.*

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

Presentan pendientes muy variables entre muy suaves y fuertes (de 2 a 70%) y formas de valle en V, planas o en U.

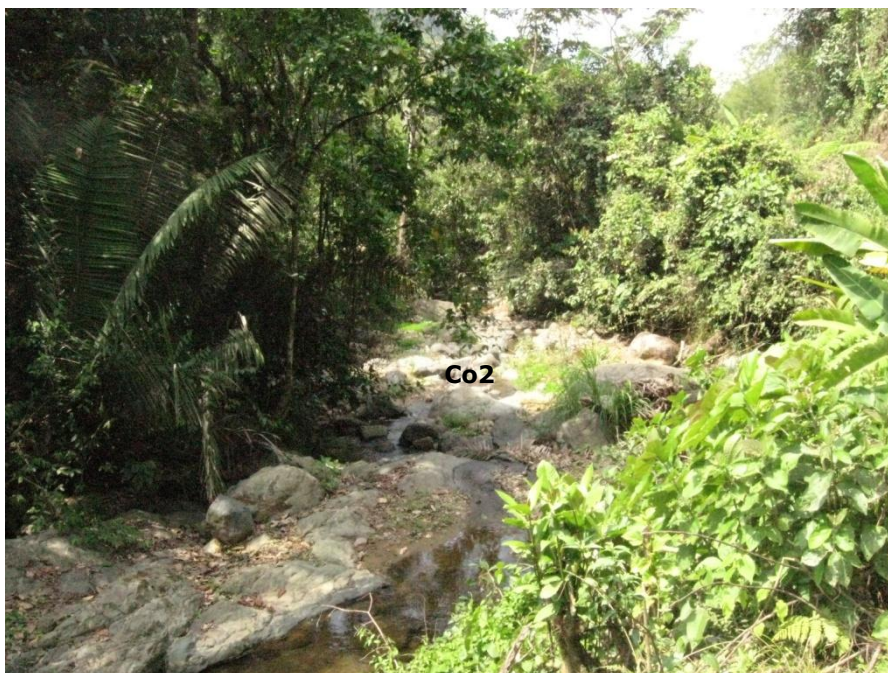


Foto 31. Coluvio-aluvial antiguo. Sector Alluriquín. 19/11/2014.
Fuente: ACOTECNIC – INGEOMATICA.

3.5.5.3. Superficie horizontal disectada (Sh3)

Esta geoforma se ubica en el borde norte del cantón, en la margen izquierda del río Cocaniguas. Se asocia a dos contextos morfológicos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental) y Gran cono tabular de la llanura costera.*

Es una superficie plana o ligeramente ondulada, próxima a la horizontal, de origen incierto o de difícil adscripción genética, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

Se ha desarrollado en los materiales volcano-sedimentarios de la Formación Macuchi: areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.

Estas superficies se presentan disectadas por drenajes con formas de formas diversas y densidades gruesas; las incisiones resultantes forman valles en V de hasta 15 metros de desnivel relativo. Las vertientes laterales son de forma mixta y de unos 15 a 250 metros de longitud, las cimas son planas y las pendientes suaves (de 5 a 12%).



Foto 32. Superficie horizontal disectada. Sector norte, margen izquierda del río Cocaniguas. 24/10/2014.

3.5.5.4. Superficie inclinada (Si2)

Esta geoforma se distribuye mayoritariamente en la zona oriental y en menor proporción se encuentra en la zona central, en el sector Colorados de Peripa. Se asocia a cuatro contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); ii) Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); iii) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental; y iv) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados.*

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.

Geológicamente se desarrolla en las formaciones Macuchi del Cretácico y Silante del Paleoceno. Estas superficies presentan pendientes suaves a medias (de 5 a 25%), desniveles relativos muy variables desde 5 metros pudiendo alcanzar los 300 metros y las vertientes tienen formas rectilíneas, convexas, mixtas o irregulares de 50 a más de 500 metros de longitud.

3.5.5.5. Superficie inclinada disectada (Si3)

Estas superficies se sitúan en la zona oriental del cantón, mayoritariamente en el noreste. Se encuentran en los contextos morfológicos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y

Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental).

Se desarrollan, al igual que la geoforma anterior (Si2), en los materiales de las formaciones Macuchi y Silante.

En estas superficies inclinadas la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje. Los drenajes responsables tienen formas subdendríticas o subparalelas y densidades gruesas a medias. Las incisiones que se muestran en las superficies tienen forma de valle en V y desniveles relativos de 5 a 50 metros. Las vertientes tienen formas irregulares y alcanzan los 250 metros de longitud. Las cimas tienen formas planas o levemente redondeadas y las pendientes son suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%).



Foto 33. Superficie inclinada disectada. Sector Cooperativa de Trabajadores Libres. 21/10/2014.

3.5.5.6. Abrupto de superficie inclinada (Si4)

Se ha identificado este abrupto asociado solamente a las superficies inclinadas disectadas (Si3) cartografiadas en la zona nororiental por el sector Las Palmeras y emplazadas en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Presenta como sustrato materiales volcano-sedimentarios de la Formación Macuchi: areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.

Este abrupto tiene un desnivel relativo de 50 a 200 metros, las vertientes son de formas rectilíneas y longitudes moderadamente largas (de 50 a 250 m). Presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%).

3.5.5.7. Superficie alta disectada (Sa2)

Esta geoforma se encuentra en la zona oriental del cantón, en las zonas altas de los sectores San José de Meme, San José de Pilatón y La Loma. Se asocian a dos contextos morfológicos: *Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados* y *Gran cono tabular de la llanura costera*; y se desarrollan geológicamente en los Conglomerados Zarapullo (guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa).

Estas superficies se presentan disectadas por drenajes con formas subparalelas de densidades gruesas a medias; las incisiones forman valles en V de 5 a 50 metros de desnivel. Las vertientes tienen formas irregulares y longitudes de 15 a 250 metros. Las cimas son redondeadas o planas y las pendientes son medias (de 12 a 25%).



Foto 34. Superficie alta disectada. Sector La Loma. 21/10/2014.

3.5.5.8. Abrupto de superficie alta (Sa3)

Este abrupto ha sido cartografiado asociado a las superficies altas disectadas descritas en el contexto morfológico *Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados*.

La litología de este abrupto la compone los Conglomerados de Zarapullo y como características presenta desniveles relativos de 50 a 300 metros, vertientes irregulares de longitudes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) y pendientes fuertes (de 40 a 70%).



Foto 35. Abrupto de superficie alta. Sector La Loma. 21/10/2014.

3.5.5.9. Cerro testigo (Rr4)

Cerros testigos encontramos en la zona central del cantón, emplazados y sobresaliendo de extensas superficies de cono de espaciamiento en su mayoría disectadas. Se asocian a dos contextos morfológicos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Gran cono tabular de la llanura costera*.

Geológicamente se han desarrollado en los materiales volcano-sedimentarios de la Formación Macuchi: areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.

Se trata de cerros de cima redondeada, desniveles relativos de 25 a 200 metros, vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con formas convexas o irregulares y en conjunto pendientes medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%).



Foto 36. Cerro testigo. Sector Cooperativa Treinta de Noviembre. 22/10/2014.

3.5.5.10. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

Estos interfluvios se encuentran cartografiados en el área montañosa del oriente del cantón, asociados a cinco contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); ii) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental; iii) Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados; iv) Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados; y v) Gran cono tabular de la llanura costera.*

Se desarrolla en los materiales de la Formación Macuchi (Cretácico) y en los Conglomerados Zarapullo (Pleistoceno).

Se trata de una geoforma de desarrollo lineal y estrecho, a ambos lados de una divisoria de aguas de perfil transversal suave y redondeado, que ocupa posiciones cimeras. Presenta pendientes suaves a fuertes (de 5 a 70%).

3.5.5.11. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Esta unidad geomorfológica se encuentra ampliamente distribuida por toda la zona montañosa oriental del cantón, en mucha mayor proporción que los interfluvios de cimas redondeadas (Ar1). Se asocia a dos contextos morfológicos: *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental) y Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental).*

Presenta un variado sustrato geológico que comprende: cuerpos graníticos de granito-granodiorita y rocas graníticas indiferenciadas, además de materiales volcano-sedimentarios de la Formación Macuchi y otros materiales de la Formación Silante.

Se refiere a una 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. Presenta pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%).



Foto 37. Interfluvio de cimas estrechas. Sector Chictoá. 20/10/2014.

3.5.6. Otras génesis

3.5.6.1. Superficie intervenida (O5)

Se trata de una zona de extracción de áridos ubicada en la zona norte del cantón, en la margen izquierda del río Toachi, cerca a la confluencia con el río Meme.

Se asocia al contexto morfológico *Medio aluvial costero* y son materiales aluviales, principalmente cantos, arenas, limos y arcillas. Se le ha asignado pendientes medias (de 12 a 25%).



Foto 38. Superficie intervenida. Sector norte, margen izquierda del río Toachi. 21/10/2014.

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Santo Domingo tiene 3.453 km² aproximadamente y ha sido estudiado en su totalidad. Está situado en la región Sierra y en la región Costa. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 150 metros hasta un máximo de 2.300 metros.

En el cantón Santo Domingo se pueden diferenciar cinco dominios fisiográficos, los dos primeros enmarcados en la región Sierra y el resto en la región Costa.

1. **Vertientes externas de la Cordillera Occidental.** Este dominio fisiográfico es el segundo en extensión, con una superficie aproximada de 1.360 km² equivalente al 39,4% del total del cantón. Está representado dentro del cantón por dos contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* cuenta con una superficie de 1.317 km² equivalente al 38,2% del total de área del cantón. Las geoformas mejor representadas en este contexto son las del grupo genético laderas, con tipos de vertientes principalmente heterogéneas y rectilíneas con y sin disección y depósitos de ladera asociados, como extensos glacis de esparcimiento, coluviales y masas deslizadas. Se han diferenciado relieves submontañosos con sustrato volcánico dentro del grupo volcánico. De modelado fluvial se encuentran principalmente geoformas de incisión como barrancos, valles en V, gargantas y otras en menor proporción: valles fluviales y terrazas, conjuntamente con superficies de cono de deyección. En menor proporción se presenta el grupo genético tectónico-erosivo con relieves colinados bajos, medios y altos. Y por último, pero con mayor representación se encuentra el grupo poligénicas representado por interfluvios de cimas estrechas y redondeadas, coluvio-aluviales, cerros testigos y superficies horizontales o inclinadas con y sin disección.

El contexto morfológico *Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* presenta una pequeña extensión aproximada de 43 km² equivalente a 1,2% del total del cantón. Este contexto está representado principalmente por diferentes tipos de laderas rectilíneas y abruptas, a más de depósitos coluviales y mazas deslizadas. Dentro del grupo tectónico-erosivo se han diferenciado relieves colinados medio, alto y muy alto. En menor representación se encuentran las geoformas poligénicas: coluvio-aluviales, superficies inclinadas con y sin disección e interfluvios de cimas estrechas. En cuanto a geoformas de modelado fluvial se presentan solo barrancos.

2. **Medio aluvial de Sierra.** Con muy escasa extensión, unos 11 km² equivalentes al 0,3% del total, este dominio se corresponde con el contexto morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión. Está representado por los sistemas fluviales de los ríos Saloya, Pilaton, Otongo, Bolo y Bimbe. Las geoformas que predominan son de génesis fluvial: valle fluvial-llanura de inundación, terraza media, barrancos y valles en V.

Complementariamente, se integran en este contexto geoformas poligénicas (coluvio-aluviales antiguos) que conectan con el sistema fluvial actual.

- 3. Piedemonte andino occidental.** Este dominio fisiográfico presenta una extensión de aproximadamente 142 km² equivalente al 4,1% del total del cantón. Está representado por dos contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental* presenta una superficie de 79 km² aproximadamente que equivale al 2,3% del cantón. Dentro de este contexto las geoformas representativas son las del grupo laderas, diferentes tipos de vertientes pero sobre todo extensas superficies de glaciares de esparcimiento. Se han diferenciado también, aunque con menor representación, geoformas de origen poligénicas y fluviales, dentro del primer grupo están: superficies inclinadas, coluvio-aluviales e interfluvios de cimas redondeadas y en el grupo fluvial, barrancos.

El contexto morfológico *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados* cuenta con una reducida extensión de aproximadamente 63 km² equivalente al 1,8% del total del cantón. Dentro de este contexto las geoformas más representativas son superficies de conos de esparcimiento con y sin disección además de valles fluviales-llanuras de inundación. Se han identificado geoformas de modelado laderas como vertientes rectilíneas, vertientes heterogéneas y sobre todo superficies de glaciares de esparcimiento. En menor representación se presentan los grupos poligénicas, con geoformas como coluvio-aluviales, interfluvios de cimas redondeadas y superficies inclinadas; y en el grupo volcánico se ha identificado relieve volcánico colinado bajo.

- 4. Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua.** Es el dominio fisiográfico más extenso, con una superficie de aproximadamente 1.695 km² equivalente al 49,1% del total del cantón. A este dominio fisiográfico se asocian dos contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados* presenta una reducida extensión de 21 km² aproximadamente que equivale al 0,6% del total del cantón. Las geoformas más abundantes en dicho contexto son las del grupo poligénicas, donde constan superficies altas e interfluvios de cimas redondeadas. Seguido se diferencian también geoformas de modelado de laderas, especialmente vertientes heterogéneas y abruptas además de coluviales. Los grupos tectónico-erosivo y fluvial, apenas cuentan con representación, con geoformas como relieve colinado medio y barrancos, respetivamente.

El contexto morfológico *Gran cono tabular de la llanura costera* es el más amplio en el cantón, cuenta con una superficie de aproximadamente 412 km² equivalente al 48,5% del total. Las geoformas que mejor representan a este contexto son de modelado fluvial, donde se destacan extensas superficies de cono de esparcimiento mayoritariamente disectadas, conjuntamente se han

diferenciado geoformas de incisión como valles en V, barrancos y gargantas, otras geoformas dentro de este grupo son terrazas colgadas, superficies disectadas y superficies de conos de deyección. Las geoformas del grupo genético laderas cuentan con una amplia representación, principalmente se destacan vertientes heterogéneas, rectilíneas y abruptas, a las que se asocian depósitos coluviales. Se han identificado también con importante representación geoformas poligénicas como: coluvio-aluviales antiguos, cerros testigos, superficies horizontales disectadas, superficies altas disectadas e interfluvios de cimas redondeadas. Finalmente, con muy poca representación, se han cartografiado relieves volcánicos colinados medios dentro del grupo genético volcánico.

5. **Medio aluvial costero.** Este contexto ocupa una superficie aproximada de 245 km² que equivale al 7,1% del cantón. Se corresponde con el contexto morfológico del mismo nombre, ya que este dominio fisiográfico no presenta ninguna otra subdivisión. Está sujeto a la acción y modelado de los ríos Toachi, Blanco, Chila y Baba. Las geoformas más características, de génesis fluvial, se corresponden con aquellas que representan sedimentación actual (valles fluviales-llanuras de inundación y terraza baja y cauce actual) o antiguos niveles de sedimentación fluvial (terrazas medias y altas), además de geoformas de incisión como barrancos y valles en V. Además de asocian a este contexto aunque con muy poca representación, coluvio-aluviales que se conectan con el sistema fluvial; superficies intervenidas; y coluviales del grupo genético laderas.

El paisaje y modelado del cantón Santo Domingo se ve influenciado por varios factores. Uno de ellos y el más importante es el paisajístico conjuntamente con la variabilidad altitudinal. Empieza con las vertientes de la Cordillera Occidental a alturas de 2.300 msnm, para pasar a zonas más homogéneas, típicas de la región Costa, representadas por el Piedemonte andino occidental y el Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua, que descienden hasta los 150 msnm.

La zona montañosa y submontañosa que domina la zona oriental del cantón marcan el origen de las grandes superficies de conos de esparcimiento mayoritariamente disectadas que se abren y dominan la zona occidental. En esas extensas superficies se emplazan valles fluviales-llanuras de inundación, barrancos y algunos valles en V, de dichas superficies sobresalen además cerros testigos. Otro factor a destacar es el sistema fluvial del río Toachi, que aguas abajo pasa a llamarse río Blanco, a este río se asocian terrazas de diferentes tipos (medias, altas, colgadas y escalonadas).

Entre la gran variedad geológica que se presenta en el cantón, es importante destacar que son las formaciones Macuchi de edad Cretácica y litología volcano-sedimentaria y la Formación San Tadeo de edad Pleistocénica compuesta por piroclastos y caolín de alteración en superficie, las que dominan fuertemente el cantón.

V. BIBLIOGRAFÍA

5.1. Referencias generales

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.2. Bibliografía citada

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

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

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

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

DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Sto. Domingo (Hoja 45), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1978. Hoja Geológica: Machachi (Hoja 66), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1979. Hoja Geológica: Las Delicias (Hoja 46), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.


DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Quito (Hoja 65), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1979. Hoja Geológica: Valencia (Hoja 47), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

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

ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

Tracasa Ecuador. Formulario de Ficha


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

1. Datos Generales

Identificación

Código Ficha Fecha descripción

Código Salida Código Responsable Número Ficha

Coordenadas

Longitud:

Latitud:

Altitud:

Ubicación

PROVINCIA

CANTON

PARROQUIA

2. Descripción

Contexto Morfológico

Geoforma Pendiente

Forma Cima Desnivel Relativo

Forma Vertiente Longitud Vertiente

Forma Valle Formación

Litología

Descripción Litología

A. Fotos Descripción Geoforma

3. Macizo 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-NIII_D4-51-0626	CGg-ÑIII_A3-53-0660	CGg-ÑIII_C1-53-0701
CGg-NIII_D4-51-0627	CGg-NIII_D1-66-0102	CGg-ÑIII_A3-53-0702
CGg-NIII_D4-51-0630	CGg-NIII_B1-60-0030	CGg-NIII_D2-64-0239
CGg-NIII_D4-51-0638	CGg-NIII_B1-60-0031	CGg-NIII_D2-64-0243
CGg-NIII_D4-51-0639	CGg-ÑIII_A3-53-0661	CGg-NIII_D2-64-0244
CGg-NIII_D4-51-0643	CGg-NIII_D1-66-0103	CGg-NIII_D2-64-0245
CGg-NIII_D4-51-0644	CGg-NIII_D2-64-0172	CGg-ÑIII_C1-53-0704
CGg-NIII_D4-51-0645	CGg-NIII_D1-66-0105	CGg-ÑIII_C1-53-0705
CGg-NIII_D4-51-0646	CGg-NIII_B1-60-0032	CGg-NIII_D2-64-0247
CGg-NIII_D4-51-0647	CGg-NIII_D2-64-0173	CGg-NIII_D1-66-0157
CGg-NIII_D4-51-0648	CGg-NIII_B2-60-0033	CGg-ÑIII_C1-53-0706
CGg-NIII_D4-51-0650	CGg-NIII_B2-60-0034	CGg-NIII_D2-64-0248
CGg-NIII_D4-51-0652	CGg-NIII_D2-64-0175	CGg-NIII_D2-64-0252
CGg-NIII_D4-51-0654	CGg-NIII_D1-66-0107	CGg-ÑIII_C1-53-0707
CGg-NIII_D4-51-0655	CGg-NIII_D1-66-0108	CGg-NIII_D2-64-0253
CGg-NIII_D4-51-0657	CGg-NIII_B2-60-0035	CGg-NIII_D2-64-0255
CGg-NIII_D4-51-0659	CGg-NIII_B2-60-0036	CGg-ÑIII_C1-53-0710
CGg-NIII_D4-51-0664	CGg-NIII_D2-64-0177	CGg-NIII_D2-64-0258
CGg-NIII_D4-51-0665	CGg-NIII_D1-66-0110	CGg-NIII_D2-64-0260
CGg-ÑIII_C1-53-0623	CGg-NIII_D2-64-0179	CGg-ÑIII_C1-53-0711
CGg-ÑIII_A3-53-0624	CGg-NIII_B2-60-0037	CGg-ÑIII_C1-53-0712
CGg-ÑIII_A3-53-0625	CGg-NIII_D2-64-0180	CGg-NIII_D2-64-0261
CGg-ÑIII_A3-53-0628	CGg-NIII_B2-60-0038	CGg-NIII_D2-64-0262
CGg-ÑIII_A3-53-0629	CGg-NIII_D2-64-0183	CGg-NIII_D2-64-0263
CGg-NIII_B3-66-0066	CGg-NIII_B3-66-0111	CGg-NIII_D2-64-0264
CGg-NIII_B4-64-0129	CGg-NIII_B3-66-0112	CGg-NIII_B1-60-0081
CGg-NIII_B4-64-0130	CGg-NIII_B3-66-0113	CGg-NIII_D2-64-0265
CGg-NIII_B4-64-0131	CGg-NIII_D2-64-0186	CGg-NIII_D2-64-0266
CGg-NIII_B3-66-0069	CGg-NIII_B2-60-0039	CGg-NIII_D2-64-0267
CGg-ÑIII_C1-53-0630	CGg-NIII_B4-64-0190	CGg-NIII_B1-60-0082
CGg-NIII_B1-60-0005	CGg-NIII_B2-60-0042	CGg-NIII_D3-66-0162
CGg-NIII_B3-66-0071	CGg-NIII_B3-66-0115	CGg-NIII_D2-64-0268
CGg-NIII_B1-60-0006	CGg-NIII_B4-64-0192	CGg-NIII_A2-60-0083
CGg-NIII_B3-66-0072	CGg-NIII_B3-66-0116	CGg-NIII_D2-64-0269
CGg-NIII_B1-60-0007	CGg-NIII_B4-64-0193	CGg-NIII_D3-66-0165
CGg-NIII_B3-66-0073	CGg-NIII_B2-60-0043	CGg-NIII_D2-64-0270
CGg-NIII_B3-66-0074	CGg-NIII_B2-60-0044	CGg-NIII_D2-64-0272
CGg-NIII_B1-60-0008	CGg-NIII_B4-64-0195	CGg-NIII_A2-60-0084
CGg-NIII_B3-66-0076	CGg-NIII_B4-64-0196	CGg-NIII_D2-64-0273
CGg-NIII_B4-64-0132	CGg-NIII_B2-60-0045	CGg-NIII_D2-64-0274
CGg-NIII_B4-64-0133	CGg-NIII_D2-64-0198	CGg-NIII_D3-66-0172
CGg-NIII_B4-64-0134	CGg-NIII_B1-60-0048	CGg-NIII_A4-60-0086
CGg-NIII_B4-64-0135	CGg-NIII_B1-60-0049	CGg-NIII_D2-64-0275
CGg-ÑIII_A3-53-0631	CGg-ÑIII_A3-53-0665	CGg-NIII_D3-66-0175
CGg-NIII_B4-64-0136	CGg-ÑIII_A3-53-0666	CGg-NIII_D2-64-0278
CGg-NIII_B4-53-0632	CGg-NIII_D1-66-0119	CGg-NIII_D2-64-0279

CGg-NIII_B4-64-0137	CGg-ÑIII_A3-53-0669	CGg-NIII_B1-60-0087
CGg-ÑIII_A3-53-0633	CGg-ÑIII_A3-53-0670	CGg-NIII_D2-64-0281
CGg-NIII_B1-60-0009	CGg-ÑIII_A3-53-0672	CGg-NIII_D2-64-0282
CGg-NIII_B3-66-0077	CGg-NIII_B4-64-0200	CGg-NIII_D3-66-0176
CGg-ÑIII_A3-53-0636	CGg-NIII_B4-64-0201	CGg-NIII_D2-64-0283
CGg-NIII_B3-66-0079	CGg-NIII_D1-66-0121	CGg-NIII_B1-60-0088
CGg-ÑIII_A3-53-0638	CGg-ÑIII_A3-53-0673	CGg-NIII_D2-64-0284
CGg-NIII_B3-66-0082	CGg-ÑIII_A3-53-0674	CGg-NIII_D2-64-0286
CGg-NII_F3-60-0011	CGg-NIII_D1-66-0122	CGg-NIII_D2-64-0287
CGg-NIII_B4-64-0138	CGg-ÑIII_A3-53-0676	CGg-NIII_D3-66-0177
CGg-NIII_B3-66-0083	CGg-NIII_D1-66-0123	CGg-NIII_D2-64-0288
CGg-NIII_B1-60-0012	CGg-NIII_B4-64-0206	CGg-NIII_D3-66-0180
CGg-NIII_B1-60-0013	CGg-ÑIII_A3-53-0677	CGg-NIII_D3-66-0181
CGg-NIII_B4-64-0139	CGg-ÑIII_A3-53-0678	CGg-NIII_D2-64-0290
CGg-ÑIII_A3-53-0639	CGg-ÑIII_A3-53-0679	CGg-NIII_D2-64-0291
CGg-NIII_B1-60-0014	CGg-NIII_B4-64-0208	CGg-NIII_D3-66-0182
CGg-ÑIII_A3-53-0641	CGg-ÑIII_A3-53-0680	CGg-NIII_D2-64-0292
CGg-NIII_B4-64-0141	CGg-NIII_D1-66-0124	CGg-NIII_B1-60-0089
CGg-NII_F4-60-0015	CGg-ÑIII_A3-53-0683	CGg-ÑIII_C1-53-0740
CGg-NIII_B4-64-0142	CGg-ÑIII_A3-53-0684	CGg-NIII_D3-66-0184
CGg-NIII_B3-66-0084	CGg-NIII_B4-64-0209	CGg-NIII_D2-64-0294
CGg-NIII_B4-64-0143	CGg-ÑIII_A3-53-0685	CGg-NIII_D2-64-0295
CGg-NIII_B2-60-0016	CGg-NIII_D1-66-0125	CGg-NIII_D3-66-0185
CGg-NIII_B2-60-0017	CGg-ÑIII_A3-53-0686	CGg-NIII_D2-64-0297
CGg-ÑIII_A3-53-0642	CGg-NIII_D1-66-0126	CGg-ÑIII_C1-53-0742
CGg-ÑIII_A3-53-0643	CGg-NIII_B4-64-0211	CGg-NIII_D2-64-0298
CGg-NIII_B2-60-0018	CGg-ÑIII_A3-53-0688	CGg-NIII_D2-64-0300
CGg-NIII_B3-66-0086	CGg-NIII_B4-64-0212	CGg-ÑIII_C1-53-0743
CGg-NIII_B4-64-0146	CGg-NIII_D1-66-0127	CGg-NIII_D2-64-0303
CGg-ÑIII_A3-53-0644	CGg-NIII_D1-66-0128	CGg-NIII_D3-66-0186
CGg-NIII_B3-66-0088	CGg-ÑIII_A3-53-0691	CGg-NIII_D2-64-0306
CGg-NIII_B3-66-0091	CGg-NIII_D1-66-0129	CGg-ÑIII_A3-53-0744
CGg-NIII_B3-66-0092	CGg-ÑIII_A1-53-0692	CGg-NIII_D2-64-0308
CGg-NIII_B3-66-0093	CGg-NIII_D1-66-0134	CGg-NIII_F1-66-0191
CGg-NIII_B1-60-0019	CGg-ÑIII_A1-53-0693	CGg-NIII_F1-66-0192
CGg-ÑIII_A3-53-0645	CGg-ÑIII_A1-53-0694	CGg-NIII_D3-66-0193
CGg-ÑIII_A3-53-0646	CGg-NIII_D1-66-0135	CGg-NIII_D3-66-0194
CGg-NIII_B2-60-0021	CGg-ÑIII_A1-53-0695	CGg-NIII_D3-66-0198
CGg-NIII_B4-64-0150	CGg-ÑIII_A1-53-0697	CGg-NIII_D3-66-0199
CGg-NIII_D1-66-0095	CGg-NIII_D2-64-0215	CGg-NIII_D3-66-0201
CGg-ÑIII_A3-53-0647	CGg-NIII_D2-64-0216	CGg-NIII_D3-66-0203
CGg-ÑIII_A3-53-0648	CGg-NIII_D1-66-0136	CGg-NIII_B4-64-0309
CGg-NIII_B2-60-0022	CGg-ÑIII_A3-53-0699	CGg-ÑIII_A1-53-0746
CGg-ÑIII_A3-53-0649	CGg-NIII_D2-64-0217	CGg-NIII_B4-64-0310
CGg-NIII_B1-60-0023	CGg-NIII_D2-64-0219	CGg-NIII_D3-66-0204
CGg-ÑIII_A3-53-0650	CGg-NIII_D2-64-0222	CGg-NIII_B4-64-0311
CGg-ÑIII_A3-53-0651	CGg-NIII_D1-66-0137	CGg-ÑIII_A1-53-0747
CGg-NIII_B4-64-0158	CGg-NIII_D2-64-0223	CGg-ÑIII_A1-53-0749

CGg-ÑIII_A3-53-0652	CGg-NIII_D1-66-0139	CGg-NIII_B4-64-0312
CGg-ÑIII_A3-53-0653	CGg-NIII_D1-66-0140	CGg-NIII_D1-66-0210
CGg-NIII_B3-66-0096	CGg-NIII_D1-66-0142	CGg-ÑIII_A1-53-0751
CGg-ÑIII_A3-53-0654	CGg-NIII_D2-64-0224	CGg-ÑIII_A1-53-0753
CGg-ÑIII_A3-53-0655	CGg-NIII_D1-66-0143	CGg-ÑIII_A1-53-0755
CGg-NIII_D2-64-0164	CGg-NIII_D1-66-0144	CGg-NIII_B4-64-0314
CGg-NIII_D2-64-0165	CGg-NIII_D1-66-0147	CGg-ÑIII_A1-53-0757
CGg-NIII_B2-60-0026	CGg-NIII_D1-66-0148	CGg-NIII_B4-64-0315
CGg-NIII_D1-66-0097	CGg-NIII_D1-66-0149	CGg-NIII_D3-66-0211
CGg-NIII_B2-60-0027	CGg-NIII_D1-66-0150	CGg-NIII_D3-66-0212
CGg-NIII_B4-64-0166	CGg-NIII_B4-64-0228	CGg-NIII_B4-64-0317
CGg-ÑIII_A3-53-0657	CGg-NIII_B1-60-0069	CGg-NIII_B4-64-0318
CGg-ÑIII_A3-53-0658	CGg-NIII_B4-64-0229	CGg-NIII_B4-64-0319
CGg-NIII_D1-66-0099	CGg-NIII_B1-60-0070	CGg-NIII_B4-64-0321
CGg-NIII_B2-60-0028	CGg-NIII_B1-60-0072	CGg-NIII_B4-64-0322
CGg-NIII_D2-64-0167	CGg-NIII_D2-64-0233	CGg-NIII_D1-66-0213
CGg-NIII_D2-64-0168	CGg-NIII_B1-60-0073	CGg-NIII_B4-64-0323
CGg-NIII_D1-66-0100	CGg-NIII_D1-66-0152	CGg-NIII_B4-64-0326
CGg-ÑIII_A3-53-0659	CGg-NIII_D2-64-0234	CGg-NIII_D3-66-0214
CGg-NIII_B2-60-0029	CGg-NIII_D2-64-0236	CGg-NIII_B4-64-0327
CGg-NIII_D1-66-0101	CGg-NIII_D2-64-0238	CGg-ÑIII_A3-64-0328
CGg-NIII_D2-64-0169	CGg-ÑIII_A3-53-0700	CGg-NIII_D1-66-0217

ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS

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

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

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

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

-A-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-B-

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

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

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

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

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

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

-C-

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

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

CAMPO DE REG: desierto pedregoso.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-D-

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

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

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

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

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

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

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

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

-E-

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

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

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

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

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

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

ESPINAZO: resalte morfológico rocoso, de desarrollo predominantemente lineal.

-F-

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

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

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

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

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

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

-G-

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

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

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

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

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

-H-

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

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

-I-

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

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

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

-K-

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

-L-

LAGUNA COLMATADA: depósito de antigua laguna.

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

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

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

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

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

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

-M-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-N-

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

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

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

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

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

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

-P-

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

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

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

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

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

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

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

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

-R-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ROCAS EN CRESTAS Y CUCHILLAS: afloramientos rocosos en ambiente glaciar-periglacial, sin cobertura edáfica o muy escasa, con perfil muy quebrado y salientes puntiagudos. Se utiliza preferentemente esta geofoma para designar afloramientos rocosos de las características descritas, que no presentan ningún rasgo morfológico específico desde el punto de vista funcional, dinámico o genético.

-S-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SUPERFICIE DISECTADA, NIVEL INFERIOR: superficie situada topográficamente por debajo de una *superficie de mesa o meseta*, labrada sobre un paquete o nivel de la misma secuencia sedimentaria que ésta. La escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un cierto grado de incisión en dichas formas de drenaje.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-T-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-V-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-Y-

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

ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

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

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

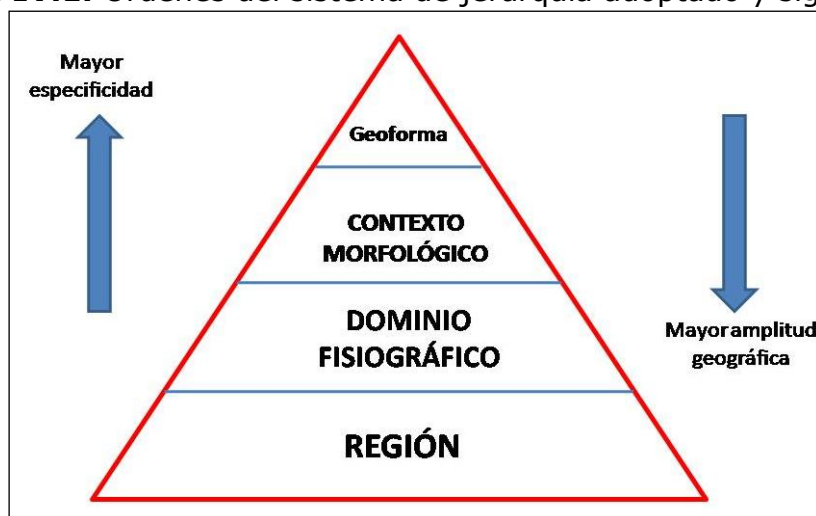
1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico

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

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

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

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



Fuente: CTN

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

Región: Una Región, o sistema geoestructural, puede definirse como una gran unidad geomorfológica resultante de la evolución geológica y tectónica del área en que se encuadra, en la que se manifiestan características del medio físico comunes a todo el amplio territorio incluido en ella. Una Región, típicamente con una extensión del orden de 10^4 a 10^5 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-periglacial) o sistema morfogenético (p.ej., volcánico, litoral, aluvial); su diferenciación también se establece, a menudo, en base a unidades tectónicas y estructurales (p.ej., vertientes externas de las cordilleras, paisajes estructurales, grandes sistemas de piedemonte). Representan, en definitiva, un tipo de características del relieve que se diferencian claramente del espacio adyacente y que se localizan en un marco geográfico definido, continuo y de considerable extensión, del orden de 10^3 a 10^4 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 10² 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.