

MEMORIA TÉCNICA

CANTÓN PUJILÍ

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

Consorcio 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 Sistema volcánico.....	19
3.2.2.	Dominio Fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	20
3.2.3.	Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Occidental	20
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas.....	21
3.2.5.	Dominio Fisiográfico Relieves de fondo de Cuencas Interandinas	22
3.2.6.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra	22

3.2.7. Dominio Fisiográfico Piedemonte andino occidental	22
3.2.8. Dominio Fisiográfico Medio aluvial costero	24
3.3. Contextos Morfológicos.....	24
3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas	25
3.3.2. Paisajes glaciares	26
3.3.3. Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas	26
3.3.4. Relieves de los márgenes de las cimas frías	26
3.3.5. Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental).....	27
3.3.6. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)	27
3.3.7. Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte	28
3.3.8. Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcánico-sedimentarios y piroclásticos.....	28
3.3.9. Medio aluvial de Sierra	29
3.3.10. Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental	29
3.3.11. Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados	30
3.3.12. Medio aluvial costero	30
3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón	31
3.5. Descripción de geoformas	40
3.5.1. Fluvial	40
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)	40
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2)	40
3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3).....	41
3.5.1.4. Valle en V (E1)	41
3.5.1.5. Barranco (E2)	42
3.5.1.6. Garganta (E3)	42
3.5.1.7. Encañonamiento (E4).....	43
3.5.1.8. Cauces y meandros ocasionalmente funcionales (C2)	44
3.5.1.9. Terraza media (Tm)	44
3.5.1.10. Superficie de cono de esparcimiento (Co1).....	45
3.5.1.11. Superficie de cono de deyección (Cd1)	45
3.5.1.12. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)	46
3.5.1.13. Badlands (Fb1)	46
3.5.2. Laderas	47
3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1).....	47

3.5.2.2.	Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....	49
3.5.2.3.	Vertiente rectilínea con salientes rocosos (Lr3).....	49
3.5.2.4.	Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)	50
3.5.2.5.	Vertiente abrupta (La1)	50
3.5.2.6.	Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)	51
3.5.2.7.	Vertiente heterogénea (Lh1)	51
3.5.2.8.	Vertiente rocosa (Lh3).....	52
3.5.2.9.	Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)	53
3.5.2.10.	Escarpe de deslizamiento (Lh6)	53
3.5.2.11.	Coluvión reciente (Col1)	54
3.5.2.12.	Coluvión antiguo (Col2)	54
3.5.2.13.	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)	55
3.5.2.14.	Glacis de esparcimiento (Pd1).....	56
3.5.2.15.	Glacis de esparcimiento disectado (Pd2)	56
3.5.3.	Glaciar y periglacial	56
3.5.3.1.	Circo glaciar (Gf1)	57
3.5.3.2.	Cubeta glaciar (Gf2).....	57
3.5.3.3.	Fondo de valle glaciar (Gf3)	57
3.5.3.4.	Vertiente de valle glaciar (Gf4).....	58
3.5.3.5.	Valle glaciar colgado (Gf5)	59
3.5.3.6.	Horn (Gf6)	60
3.5.3.7.	Laguna glaciar (Gf8)	60
3.5.3.8.	Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6)	60
3.5.3.9.	Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial (Gp2).....	60
3.5.3.10.	Afloramientos rocosos en ambiente periglacial (Gp3)	61
3.5.4.	Volcánico.....	62
3.5.4.1.	Vestigios de edificios volcánicos (Va3)	62
3.5.4.2.	Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares (Vci3).....	62
3.5.4.3.	Caldera (Vc2)	62
3.5.4.4.	Rampas de piedemonte de cono volcánico (Vc8).....	63
3.5.4.5.	Llanura de depósitos volcánicos (Vc13)	64
3.5.4.6.	Vertiente de llanura de depósitos volcánicos (Vc14)	64
3.5.4.7.	Planicie arenosa de origen lahárico (Vc15)	65
3.5.4.8.	Relieve volcánico colinado muy bajo (Rv7).....	67
3.5.4.9.	Relieve volcánico colinado bajo (Rv8).....	67
3.5.4.10.	Relieve volcánico colinado medio (Rv9).....	67
3.5.4.11.	Relieve volcánico colinado alto (Rv10)	68
3.5.4.12.	Relieve volcánico montañoso (Rv12)	68
3.5.4.13.	Superficie volcánica ondulada (RvSo)	69

3.5.5. Estructural	70
3.5.5.1. Superficie de cuesta (Ei1)	70
3.5.5.2. Frente de cuesta (Ei3)	70
3.5.5.3. Vertiente de cuesta (Ei4)	70
3.5.5.4. Superficie de chevron (Ei5)	70
3.5.5.5. Barra o cresta estructural (Esv)	71
3.5.6. Poligénicas.....	71
3.5.6.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	71
3.5.6.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)	72
3.5.6.3. Superficie horizontal (Sh2)	72
3.5.6.4. Superficie horizontal disectada (Sh3)	73
3.5.6.5. Superficie inclinada (Si2).....	73
3.5.6.6. Superficie inclinada disectada (Si3).....	74
3.5.6.7. Abrupto de superficie inclinada (Si4)	74
3.5.6.8. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1).....	75
3.5.6.9. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)	75
3.5.6.10. Afloramientos rocosos (Sdv3)	76
3.5.7. Otras génesis	77
3.5.7.1. Superficie intervenida (O5)	77
IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES	77
V. BIBLIOGRAFÍA	82
5.1. Referencias generales	82
5.2. Bibliografía citada	83

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 Pujilí.....	16
Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Pujilí	19
Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Pujilí.....	23
Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón	30
Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón	36

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

LISTA DE FOTOS

Fotos 1 y 2. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector Patoa de Quevedo, río Patoa	39
Foto 3. Valle en V. Sector La Cuesta de Muluvi, río Angamarca.....	40
Foto 4. Barranco. Sector cerro El Chivo	41
Foto 5. Encañonamiento. Sector Zanja Loma	42
Foto 6. Cauces y meandros ocasionalmente funcionales. Sector Puembo	43
Foto 7. Superficie de cono de esparcimiento. Sector Guayacán.....	44
Foto 8. Superficie de cono de deyección. Sector Guaguayouchu	45
Foto 9. Badlands. Sector Turuco	46
Foto 10. Vertiente rectilínea. Sector San Nicolás	47
Fotos 11 y 12. Vertiente rectilínea con salientes rocosos. Sector Michaca	49
Fotos 13 y 14. Vertiente abrupta con fuerte disección. Sector El Huerto	50
Foto 15. Vertiente heterogénea. Sector Capillapungo	51
Foto 16. Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector Guataparanga	52
Foto 17. Coluvión antiguo. Sector San Pablo.....	54
Foto 18. Depósito de deslizamiento, masa deslizada. Sector Portada de Yuracyanta	55
Foto 19. Circo glaciar. Sector Hondón Grande	56
Foto 20. Fondo de valle glaciar. Sector Portada de Yuracyanta	57
Fotos 21 y 22. Vertiente de valle glaciar. Sector Rumiloma	58
Foto 23. Valle glaciar colgado. Sector Hondonada de Yuracucha	58
Foto 24. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario. Sector Hondonada de Yanarumi.....	60
Foto 25. Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario. Sector Yanashpa	60
Fotos 26 y 27. Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares. Sector Quilotoa	61
Fotos 28 y 29. Caldera. Sector Torre.....	62
Foto 30. Rampas de piedemonte de cono volcánico. Sector Rumichaca	63
Foto 31. Llanura de depósitos volcánicos. Sector Perpetuo Socorro.....	63
Fotos 32 y 33. Vertiente de llanura de depósitos volcánicos. Sector San Marcos	64
Fotos 34 y 35. Planicie arenosa de origen lahárico. Sector Guápulo Centro	65
Foto 36. Relieve volcánico colinado medio. Sector San Vicente de Puembo	66
Fotos 37 y 38. Superficie volcánica ondulada. Sector Potrerillos.....	67
Fotos 39 y 40. Barra o cresta estructural. Sector Tigua Centro Calicanto	69
Foto 41. Superficie horizontal. Sector Cocha Loma	70

Foto 42. Superficie inclinada. Sector Pucausha	72
Fotos 43 y 44. Interfluvio de cimas redondeadas. Sector Casa Quemada	73
Foto 45. Interfluvio de cimas estrechas. Sector cerro Tzhigua	74
Fotos 46 y 47. Afloramientos rocosos. Sector Quilluyacu	75

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, Acuacultura 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:

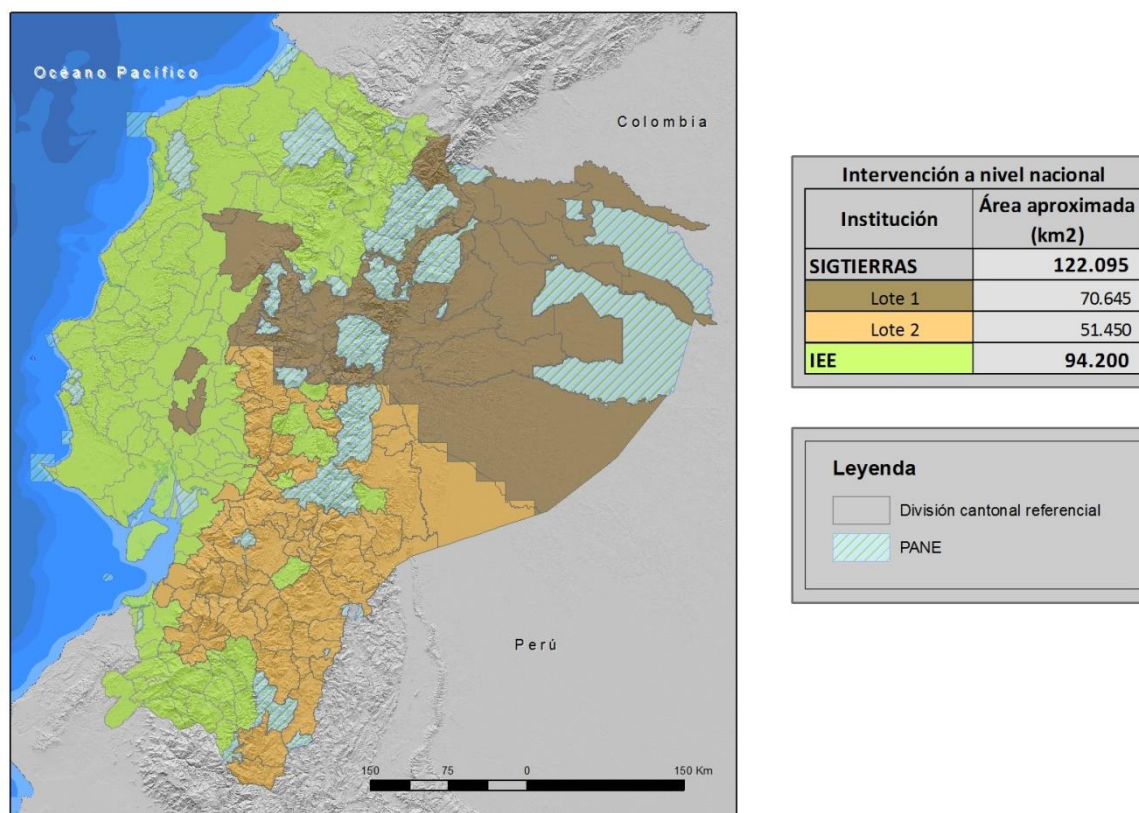
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación 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, Acuacultura y Pesca (MAGAP), gestiona la construcción de una base de datos de tierras rurales y se encarga de obtener y proporcionar información para la planificación del desarrollo nacional, el ordenamiento territorial y las decisiones estratégicas para el área rural, entre otras funciones. Desde 2013 es responsable de continuar con el proyecto de Cartografía Temática, iniciado unos años antes.

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

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

II. METODOLOGÍA

2.1. Características del producto esperado

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

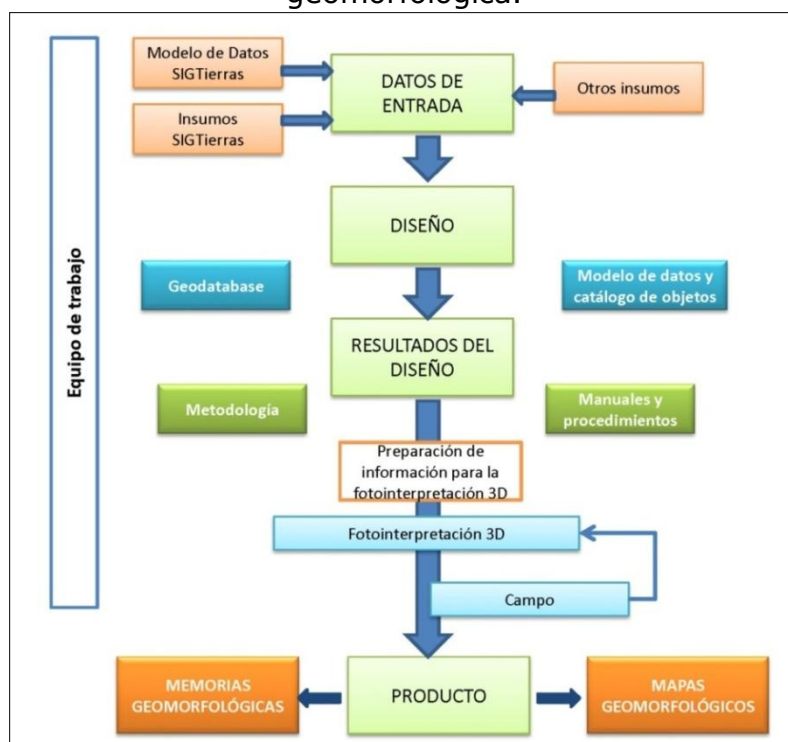
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

- Escala: 1:25.000
- Nivel de Estudio: semi-detallado
- Unidad mínima de mapeo: 1 ha
- Sistema espacial de referencia: SIRGAS UTM Zonas 17S y 18S
- Formato digital de entrega: *.gdb
- Insumos básicos: ortofotos, modelo digital del terreno (MDT), mapas geológicos, de paisaje, geomorfológicos y 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, ArchHydro 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.

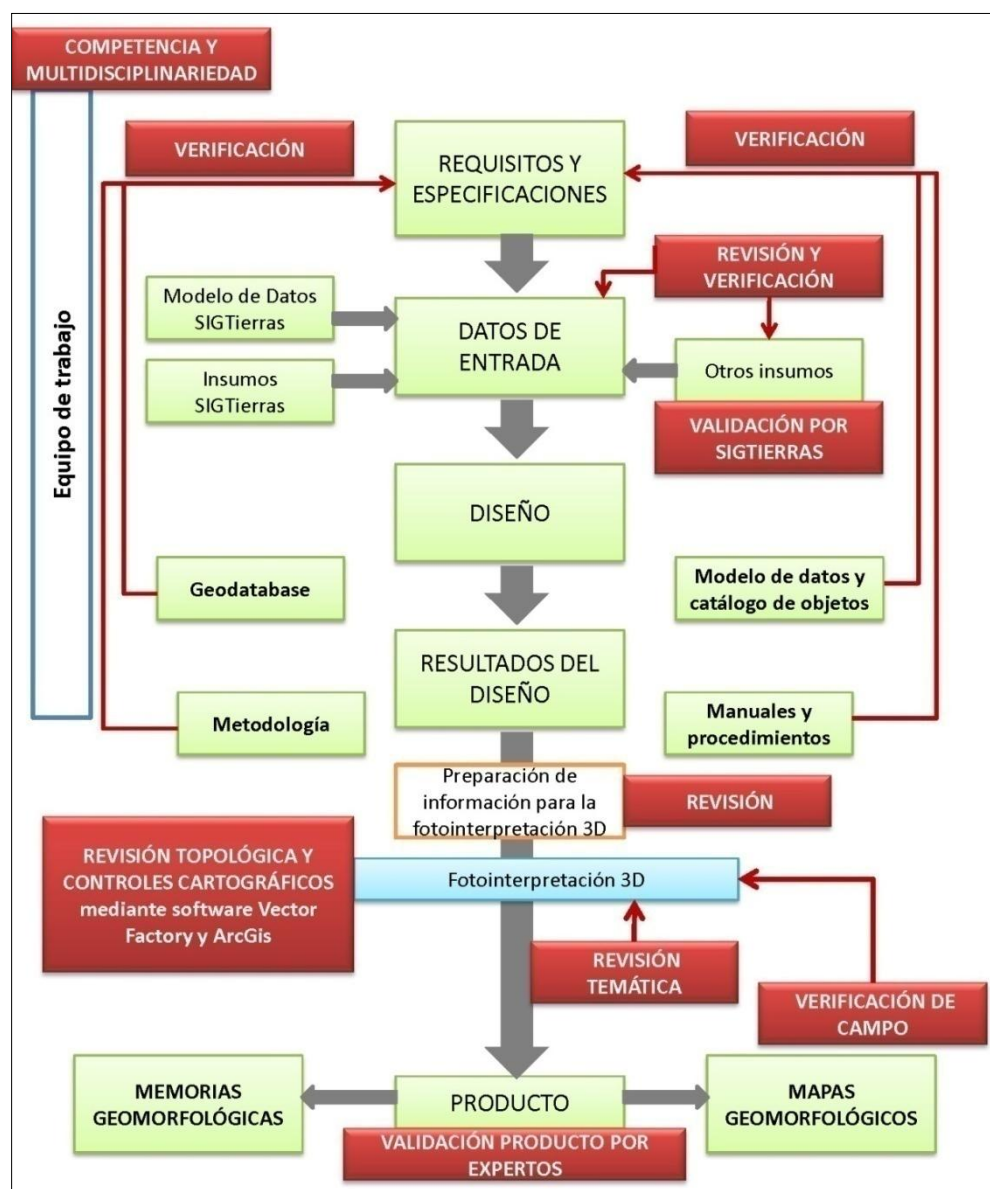
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

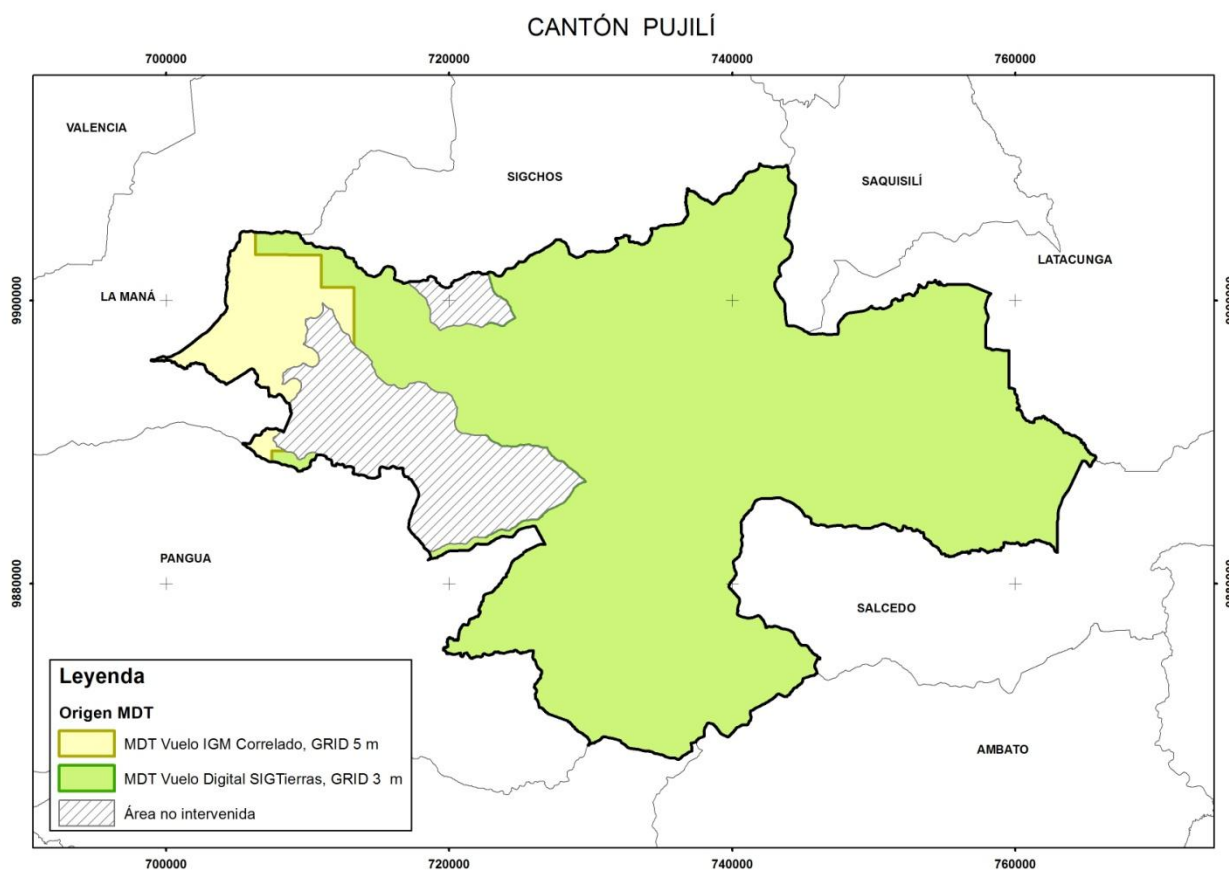
Estos hitos son los siguientes:

- 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 Pujilí 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 Pujilí.



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-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), 1979. Hoja Geológica: Quevedo (Hoja 48), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Latacunga (Hoja 67), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1978. Hoja Geológica: Ambato (Hoja 68), 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 Pujilí.

Código	Cartas Topográficas
NIII_F4	La Maná
NIV_B2	El Corazón
ÑIII_E1	Sigchos
ÑIII_E3	Pilaló
ÑIV_A1	Angamarca
ÑIV_A3	Simiátug
ÑIII_E4	Latacunga
ÑIV_A2	Salcedo

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

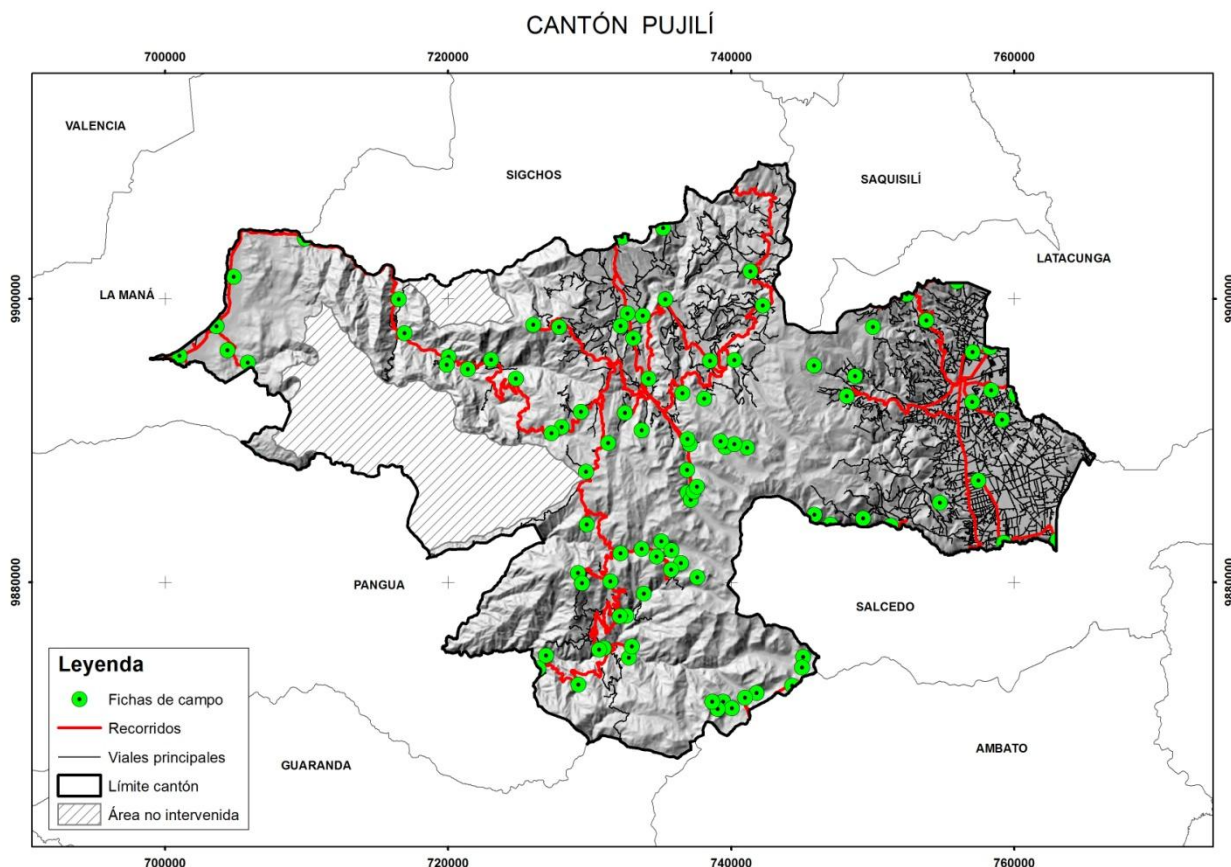
III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Pujilí se realizó entre los días 7 al 12 de abril; 4 de junio y 20 de septiembre de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 92 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 Pujilí.



Fuente: CTN

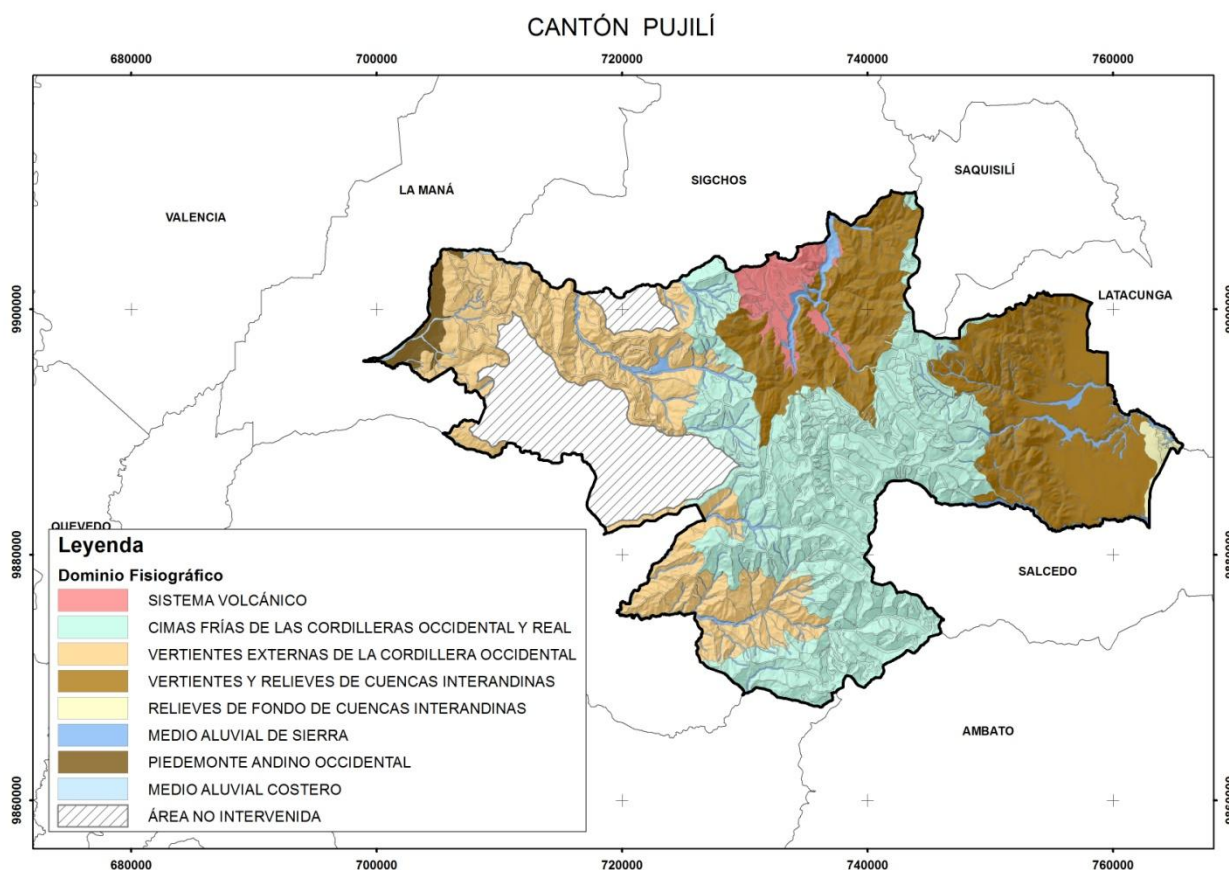
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Pujilí tiene 1.290 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 1.123 km² ya que los restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Reserva Ecológica Los Ilinizas) y/o al área de intervención del Instituto Espacial Ecuatoriano. Todas las cifras porcentuales, parciales y totales que se presentan en esta memoria corresponden exclusivamente al área de intervención de este estudio.

El cantón se encuentra incluido en la región Sierra y en la región Costa. Dentro del cantón se diferencian ocho dominios fisiográficos, seis en la región Sierra y dos 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 Pujilí.



Fuente: CTN

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

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	Superficie	Porcentaje
SIERRA	Sistema volcánico	37 km ²	3,3%
	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	414 km ²	36,8%
	Vertientes externas de la Cordillera Occidental	249 km ²	22,2%
	Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas	332 km ²	29,6%
	Relieves de fondo de Cuencas Interandinas	8 km ²	0,7%
	Medio aluvial de Sierra	64 km ²	5,6%
COSTA	Piedemonte andino occidental	14 km ²	1,2%
	Medio aluvial costero	5 km ²	0,5%

Fuente: CTN

3.2.1. Dominio Fisiográfico Sistema volcánico

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

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

La mayoría de ellos son grandes estratovolcanes cuaternarios, formados por sucesivas erupciones de lavas y piroclastos, en distintos grados de actividad actual. Algunos de ellos, los más antiguos, aparecen muy erosionados y, a veces, difícilmente identificables morfológicamente. En los edificios volcánicos que presentan

los conos bien o muy bien conservados, se pueden establecer diferenciaciones en función de la intensidad del modelado glaciar superpuesto, que en ocasiones es ausente.

En el cantón, este dominio está representado por el sistema volcánico del volcán Quilotoa. Este volcán es considerado potencialmente activo, su última erupción data aproximadamente del siglo XII y altitudinalmente alcanza los 3.900 msnm, siendo un claro ejemplo de volcanismo en el que se ha desarrollado un lago cratérico, con materiales dacíticos propios del arco continental actual. Se encuentra en el norte del cantón, compartido con el cantón Sigchos.

Este dominio fisiográfico presenta una reducida extensión de 37 km² aproximadamente lo cual equivale al 3,3% del total del área estudiada en el cantón. Se encuentra a alturas de entre 3.900 y 3.300 msnm. Se le asocia un solo contexto morfológico denominado *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

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

Las Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real aparecen con una notable fragmentación geográfica, desde la frontera colombiana hasta el sur de Amaluza, en la frontera peruana. Las tierras más frías dibujan dos fajas paralelas con sentido meridiano que coronan las dos cordilleras Andinas, Occidental y Oriental. Además de los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio, también se incluyen en él la franja periglacial que, de forma discontinua, los rodean –los páramos– y los relieves de sus márgenes, caracterizados por el marcado abrupto que da paso al medio interandino.

El dominio de la morfología glaciar empieza a 4.300 msnm, mostrando magníficos conjuntos de circos y valles glaciares. Los circos se localizan sobre los espinazos en relieve, constituidos por lavas andesíticas basálticas y piroclastos de la Formación Pisayambo, cuyos flancos son recortados por una sucesión de anfiteatros de forma semicircular, con paredes verticales y fondo plano. Los valles glaciares en cambio se sitúan en las zonas deprimidas, limitados generalmente por paredes de pendientes pronunciadas. Los paisajes de páramo cuentan con una reducida representación, se presentan a una altura de entre 3.800 y 3.600 msnm, se trata de grandes vertientes y característicos afloramientos rocosos. Finalmente se encuentran los relieves de los márgenes, con alturas de 4.100 y 3.400 msnm; el modelado característico se compone de diferentes tipos de vertientes.

Este dominio fisiográfico se presenta en la zona central del cantón, mayoritariamente en la parte centro-sur, presenta una extensa superficie de 414 km² aproximadamente lo que equivale al 36,8% del total del área estudiada.

3.2.3. 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.

Se presenta en la zona occidental de la superficie estudiada en el cantón, con una superficie aproximada de 249 km² equivalente a 22,2% del total. Se ubica a alturas de entre 3.700 y 500 msnm. Está representado por el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

3.2.4. Dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas

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

Mientras que en las zonas más altas (que llegan a alcanzar los 3.700 msnm) el dominio presenta pendientes elevadas y pronunciada disección, las vertientes inferiores aparecen con pendientes globalmente más suaves y una disección menos acusada; estas vertientes inferiores llegan a descender hasta límites muy variables, en función de la altitud del fondo de las cuencas con las que enlazan, en este cantón llegan a 500 msnm.

Este dominio se presenta en la zona norte y noreste del cantón, extendiéndose por aproximadamente 332 km² equivalente al 29,6% de la superficie estudiada de Pujilí. Se presenta a alturas que descienden desde los 4.000 hasta los 2.900 msnm. Cuenta con dos contextos morfológicos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

3.2.5. Dominio Fisiográfico Relieves de fondo de Cuencas Interandinas

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

Este dominio se presenta en el extremo oriental del cantón, con una superficie de no más de 8 km² equivalente al 0,7% del área de estudio. Altitudinalmente se encuentra entre los 2.900 y los 2.600 msnm. Se le asocia un solo contexto morfológico llamado *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

3.2.6. 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).

En el cantón este dominio ocupa 64 km² equivalente al 5,6%. Está representado por los sistemas fluviales de los ríos: Isinche y Nagsiche, en el este del cantón; Angamarca y Mocata en el sur; Puembo Grande y Pilaló, en el occidente; y, río Toachi en el norte del cantón. Estos ríos presentan formas de drenaje mayoritariamente dendríticas y subdendríticas.

3.2.7. 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 homogeneiza las diferencias que pudieran provenir del sustrato.

Este dominio fisiográfico se presenta en el extremo noroccidental del cantón, con una reducida extensión de 14 km² que equivale al 1,2% del total del área de estudio. Se encuentra a alturas de 390 y 300 msnm y está 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.*

3.2.8. 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).

En este cantón este dominio se asocia a los sistemas fluviales de los ríos San Pablo y Chuquiragua. Estos se encuentran en la zona occidental del cantón, presentan formas mixtas pero con marcado carácter anastomosado.

Este dominio fisiográfico presenta una superficie de 5 km² aproximadamente, que equivale al 0,5% del total del cantón.

3.3. Contextos Morfológicos

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

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRÁFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Sistema volcánico	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Paisajes glaciares
		Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas
		Relieves de los márgenes de las cimas frías
	Vertientes externas de la Cordillera Occidental	Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)

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

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)
		Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte
	Relieves de fondo de Cuencas Interandinas	Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos
	Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra
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
	Medio aluvial costero	Medio aluvial costero

Fuente: CTN

3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas

En este contexto morfológico se incluyen los conos volcánicos y formas menores incluidas en ellos (conos adventicios, cráteres, lagunas en fondos de cráter o caldera, etc.) y un conjunto de geoformas que, aunque ligadas al edificio volcánico propiamente dicho, pueden llegar a sobrepasar ampliamente el entorno de la boca o bocas de emisión: rampas de piedemonte de cono volcánico, flujos de piroclastos, coladas de lava, lahares, etc.

En este contexto morfológico se incluyen las formas asociadas al volcán Quilotoa que alcanza alturas de 3.900 msnm y está situado en la zona norte del cantón. El sistema volcánico se compone por el cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares y la caldera; además de las rampas de piedemonte de cono volcánico.

Geológicamente, este ambiente paisajístico se ve condicionado por los volcano-sedimentos del Quilotoa (Cuaternario) y en menor proporción los materiales de la Formación Pisayambo (Plioceno).

Este contexto morfológico se presenta en la zona norte del cantón, cubriendo una superficie de aproximadamente 37 km² equivalente al 3,3% del total de la superficie estudiada en Pujilí.

3.3.2. Paisajes glaciares

Se presenta en las tierras más frías de las cordilleras Occidental y Real, cuyas morfologías más características se corresponden con formas y depósitos glaciares, actuales y heredados, principalmente anchos valles glaciares con perfil transversal en U que nacen de circos glaciares cuya depresión con forma cóncava anida cubetas glaciares.

Las formas glaciares características se han labrado mayoritariamente en los materiales volcánicos de la Formación Yunguilla (Cretácico), Formación Pisayambo (Plioceno) y volcano-sedimentos del Quilotoa (Cuaternario).

Este contexto morfológico se extiende por la zona centro-sur del cantón, con una superficie de aproximadamente 243 km² equivalente al 22,6% del total del cantón. Altitudinalmente se encuentra entre 4.300 y 3.800 msnm.

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

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

Este contexto morfológico presenta una superficie de aproximadamente 145 km² equivalente al 13,5% del total del área estudiada en el cantón. Se presenta como dos franjas en la zona central del cantón y se encuentra a alturas de 3.800 y 3.600 msnm.

3.3.4. Relieves de los márgenes de las cimas frías

Este contexto morfológico conforma el límite fisiográfico que separa las tierras frías de los Andes de los paisajes accidentados de las vertientes andinas exteriores, representadas por los dominios Vertientes externas de la Cordillera Real y Vertientes y Relieves de fondo de Cuencas Interandinas. Este enlace representa un límite muy marcado en el primer caso, con las vertientes andinas exteriores, que tiene lugar en el extremo noroeste del cantón, ya que da origen a un abrupto de perfil rectilíneo y

pendiente muy pronunciada, cuyo desnivel relativo llega a alcanzar los 400 m. Por el contrario, los límites son mucho menos claros y precisos con las vertientes interandinas, hacia el sur del cantón, que se traduce a menudo en una transición gradual.

Se encuentra en la zona meridional del cantón, con una reducida extensión de aproximadamente 21 km² que equivale al 1,9% del total del área estudiada en el cantón. Se presenta a alturas comprendidas entre 4.100 y 3.400 msnm.

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

Ocupa, al norte de la línea 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 aparece en la zona occidental de la superficie estudiada en el cantón, con una extensión aproximada de 249 km² equivalente al 22,2% del total. Se presenta a alturas que oscilan entre 3.700 y 500 msnm.

3.3.6. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)

Este contexto se extiende a lo largo de la Sierra Norte, alcanzando el límite de las Cimas frías a altitudes de 3.400-3.600 msnm en el reborde occidental de la cuenca de Tulcán; a 3.300-3.400 msnm al oriente de Quito y a 3.200 msnm sobre la Cordillera Real de la cuenca de Riobamba. El límite inferior, con el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*, se localiza de promedio a unos 3.000 msnm, aunque varía asimismo entre los 2.800 y los 3.200 msnm.

Su posición, inmediatamente por debajo de las tierras frías de la Sierra (dominio Cimas frías), origina una marcada discontinuidad y contraste con ellas, marcando una ruptura de pendiente muy clara, y un descenso hacia el valle del río Pastaza abruptas y rápido, siendo la geoformas más representativas vertientes abruptas y vertientes rectilíneas con fuerte disección. Presenta un modelado general disectado, con amplios

desniveles representados por relieves volcánicos altos y muy altos con pendientes de fuertes a muy fuertes

Se presenta en la zona nororiental con una superficie aproximada de 42 km² equivalente al 3,9% del total de la superficie estudiada en el cantón. Altitudinalmente se encuentra entre 4.000 y 3.400 msnm.

3.3.7. Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte

Este contexto se ubica, altitudinalmente, entre el de *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y el correspondiente a los pisos de las cuencas (*Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*). Por tanto, las altitudes en que aparece varían entre los 3.000 y los 1.500 msnm, en función de los diferentes emplazamientos en que aparece.

Son frecuentes las vertientes heterogéneas, con segmentos en su interior de perfil rectilíneo, en las que se manifiestan intensos procesos erosivos actuales. También son comunes las altas colinas de cimas redondeadas, separadas por estrechas incisiones en V –que, al abrirse, se rellenan sus fondos con depósitos coluvio-aluviales-, junto con algunos retazos de terrazas. En el contorno sur y sureste del volcán Quilotoa aparecen superficies de planas a suavemente onduladas e inclinadas según la dirección de la red hidrográfica, condicionadas por la existencia de niveles estructurales formados por intercalaciones de material lávico resistente y por el desarrollo de niveles de terrazas.

La cubierta piroclástica se muestra muy reducida en las laderas más erosionadas, tanto en espesor como en extensión. En áreas más protegidas, se evidencian dos generaciones piroclásticas, la más reciente formada por cenizas de hasta 2 m de espesor, a menudo discontinua; la más antigua, parcialmente cimentada, puede superar la veintena de metros de potencia, dando lugar a un modelado de pequeñas colinas masivas de cimas redondeadas, tal como se reconoce en el valle de Latacunga.

Este contexto morfológico se presenta en la zona norte y nororiental del cantón, alcanza una extensión de aproximadamente 290 km² que equivale al 26,9% del total estudiado. Se dispone a alturas de 4.000 y 2.900 msnm.

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

Los fondos de cuencas interandinas del norte de la Sierra, a los que se refiere este contexto, son esencialmente zonas entre horizontales y suavemente inclinadas, con un modelado superficial notablemente monótono. En ellos se superponen las superficies típicas de relleno con los glaciais provenientes de algunos volcanes (partes distales de las “rampas de piedemonte de conos volcánicos”), los cuales están incluidos en el Sistema volcánico.

La cuenca de Tulcán presenta amplias extensiones horizontales a 2.800-3.000 msnm, junto con un paisaje dominante de superficies inclinadas hacia el suroeste y el sureste. En la cuenca de Riobamba y su prolongación meridional, la de Palmira, las altitudes pasan de 2.700 a 3.200 msnm en esta última; su aspecto diferencial es el modelado eólico presente, entre Guamote y Palmira, a partir de las cenizas volcánicas recientes (manto eólico, nebkas, barjanas). Los fondos de las cuencas que van desde Ibarra, al norte, hasta Riobamba, al sur (cuencas de Ibarra, Tumbaco-Guayllabamba, Latacunga, la propia cuenca de Riobamba) presentan zonas con superficies suavemente inclinadas, que constituyen las partes terminales de las rampas de piedemonte de los volcanes próximos, tal como también ocurre al pie de otros volcanes (Cuicocha, Quilotoa).

El contexto se constituye por aglomerados tobáceos, con pumita, material piroclástico diverso y arena pertenecientes a la Formación Latacunga y por cenizas volcánicas andesíticas de la Formación Cangahua, desarrollándose en el extremo oriental del cantón, con una extensión de 8 km² equivalente al 0,7% del total del área estudiada. Se dispone a alturas de 2.900 y 2.600 msnm.

3.3.9. Medio aluvial de Sierra

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

3.3.10. 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 Tsáchilas, 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 glaciares de esparcimiento que presentan pendientes medias y vertientes cóncavas. Están compuestos por formaciones superficiales destacadamente arcillosas, que incluyen también limos, arenas, gravas y bloques en proporciones variables. Este contexto morfológico se ubica en la zona occidental del cantón, con una superficie aproximada de 4 km² equivalente al 0,3% del total. Se dispone a alturas de entre 390 y 320 msnm.

3.3.11. 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 el extremo occidental del cantón, con una superficie aproximada de 10 km² equivalente al 1% del total estudiado. Altitudinalmente se encuentra entre 350 y 300 msnm.

3.3.12. Medio aluvial costero

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.8.

3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón

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

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas	FLUVIAL	Barranco	2
	LADERAS	Vertiente rectilínea	1
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	2
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	VOLCÁNICO	Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares	14
		Caldera	1
		Laguna en fondo de cráter o caldera	<1
		Rampas de piedemonte de cono volcánico	<1
	POLIGÉNICAS	Interfluvio de cimas estrechas	<1
Paisajes glaciares	FLUVIAL	Barranco	2
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	12
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	9
		Vertiente rectilínea con salientes rocosos	18
		Vertiente rocosa	4
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión antiguo	<1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	17
		Cubeta glaciar	<1
		Fondo de valle glaciar	15
		Vertiente de valle glaciar	107
		Valle glaciar colgado	4
		Horn	<1
		Laguna glaciar	<1
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	8
		Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario	3
		Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario	16

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Paisajes glaciares	VOLCÁNICO	Vestigios de edificios volcánicos	<1
		Caldera	<1
	ESTRUCTURAL	Superficie de cuesta	2
		Frente de cuesta	<1
		Vertiente de cuesta	1
		Superficie de chevron	3
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	16
Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	40
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	20
		Vertiente rectilínea con salientes rocosos	52
		Vertiente abrupta con fuerte disección	9
		Vertiente rocosa	6
		Coluvión reciente	<1
		Coluvión antiguo	2
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	<1
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	1
		Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial	<1
		Afloramientos rocosos en ambiente periglacial	5
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado muy bajo	<1
		Relieve volcánico colinado bajo	<1
		Relieve volcánico colinado alto	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Superficie horizontal	<1
		Superficie horizontal disectada	<1
		Superficie inclinada	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	2
		Interfluvio de cimas estrechas	7
		Afloramientos rocosos	1

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Relieves de los márgenes de las cimas frías	LADERAS	Vertiente rectilínea	3
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	9
		Vertiente rectilínea con salientes rocosos	4
	POLIGÉNICAS	Superficie inclinada	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	2
Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)	FLUVIAL	Barranco	8
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	7
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	4
		Vertiente rectilínea con salientes rocosos	9
		Vertiente abrupta	10
		Vertiente abrupta con fuerte disección	131
		Vertiente heterogénea	10
		Vertiente rocosa	1
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión antiguo	7
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
		Glacis de esparcimiento	3
		Glacis de esparcimiento disectado	<1
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado medio	2
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Superficie inclinada	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	13
Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)	FLUVIAL	Barranco	1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	6
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	18
		Vertiente rectilínea con salientes rocosos	<1
		Vertiente rectilínea con abruptos	<1
		Vertiente abrupta	<1
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	6
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión antiguo	1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	2

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Superficie inclinada	3
		Superficie inclinada disectada	2
		Interfluvio de cimas redondeadas	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	2
		Afloramientos rocosos	<1
Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte	FLUVIAL	Valle en V	<1
		Barranco	4
		Garganta	<1
		Encañonamiento	<1
		Superficie de cono de deyección	3
		Superficie de cono de deyección disectado	1
		Badlands	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	43
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	48
		Vertiente rectilínea con salientes rocosos	27
		Vertiente rectilínea con abruptos	9
		Vertiente abrupta	1
		Vertiente heterogénea	14
		Vertiente rocosa	<1
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	13
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión reciente	<1
		Coluvión antiguo	7
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	1
	VOLCÁNICO	Llanura de depósitos volcánicos	33
		Vertiente de llanura de depósitos volcánicos	3
		Planicie arenosa de origen lahárico	22
		Relieve volcánico colinado bajo	1
		Relieve volcánico colinado medio	5
		Relieve volcánico montañoso	2
		Superficie volcánica ondulada	22

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte	ESTRUCTURAL	Barra o cresta estructural	2
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	7
		Coluvio-aluvial antiguo	3
		Superficie horizontal	<1
		Superficie horizontal disectada	<1
		Superficie inclinada	<1
		Superficie inclinada disectada	<1
		Abrupto de superficie inclinada	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	7
		Interfluvio de cimas estrechas	4
		Afloramientos rocosos	1
	OTRAS GÉNESIS	Superficie intervenida	<1
Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	<1
		Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea con fuerte disección	<1
		Coluvión antiguo	<1
	VOLCÁNICO	Llanura de depósitos volcánicos	<1
		Vertiente de llanura de depósitos volcánicos	<1
		Relieve volcánico colinado bajo	<1
		Relieve volcánico colinado medio	5
		Relieve volcánico colinado alto	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1
	OTRAS GÉNESIS	Superficie intervenida	<1
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	6
		Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación)	<1
		Valle indiferenciado	<1
		Valle en V	10
		Barranco	22
		Garganta	1
		Encañonamiento	16
		Superficie de cono de deyección	2
	LADERAS	Coluvión antiguo	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	3
		Coluvio-aluvial antiguo	2

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental	LADERAS	Glacis de esparcimiento	4
Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados	FLUVIAL	Superficie de cono de esparcimiento	10
Medio aluvial costero	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	<1
		Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación)	2
		Barranco	<1
		Cauces y meandros ocasionalmente funcionales	<1
		Terraza media	1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	2

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)	7
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q _{dl3}	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	6
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	18
Depósitos coluvio aluviales	Q _{dca}	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	19
Depósitos aluviales	Q _{da}	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	9
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	10
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q _{da5}	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	7
Depósitos aluviales (terrazas)	Q _{da8}	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	1

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Depósitos glaciares	Q_{dg}	Cuaternario	Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino	20
Depósitos fluvio glaciares	Q_{dfg}	Cuaternario	Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas	10
Depósitos superficiales	Q_{dsi}	Cuaternario	Depósitos superficiales indiferenciados	3
Depósitos volcánicos	Q_{dv}	Cuaternario	Depósitos volcano-sedimentarios de granulometría y distribución variable (ceniza, lapilli y bloques de angulares a redondeados), con frecuentes fragmentos lávicos intercalados	22
Depósitos volcánicos (laharíticos)	Q_{dv2}	Cuaternario	Cenizas volcánicas con cantos y bloques, de marcada heterometría	2
Volcano-sedimentos del Quilotoa	Q_{dvQ}	Cuaternario	Tobas bien estratificadas, con frecuente carácter lacustre y alternantes con cenizas y lapilli	54
Formación Cangahua	Q_C	Cuaternario	Ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos	7
Formación Latacunga	P_{La}	Pleistoceno	Aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena	65
Formación Pisayambo	Pl_{Py}	Plioceno	Secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)	539
Formación Moraspamba	$MioPl_{Mo}$	Mioceno-Plioceno	Lutitas, areniscas	3

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Formación Yunguilla	K _{Yg}	Cretácico	Limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas	98
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	206
Granodiorita	IN Gd	Sin asignación de edad	Granodiorita	15

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, MioPl=Mioceno-Plioceno, 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, dg=depósitos glaciares, dfg=depósitos fluvio glaciares, dsi=depósitos superficiales, dv=depósitos volcánicos, dvQ=volcano-sedimentos del Quilotoa) o al nombre de la "formación geológica" (C=Cangagua, La=Latacunga, Py= Pisayambo, Mo=Moraspamba, Yg=Yunguilla 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 asocia a los ríos San Pablo, Chuquiraguas, Quillojumi, Polac e Isinche. Se asocia a tres contextos morfológicos: *i) Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos; ii) Medio aluvial de Sierra; y iii) 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 muy suaves a suaves (de 2 a 12%) y formas de valle planas.



Fotos 1 y 2. Valle fluvial, llanura de inundación. Vista general y detalle del depósito: cantos y bloques en una matriz limo-arenosa. Sector Patoa de Quevedo, río Patoa. 07/04/2014.

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

Esta geoforma se encuentra en los extremos oeste y este del cantón, asociada a los ríos San Pablo e Isinche, respectivamente. Se emplaza en los contextos morfológicos *Medio aluvial de Sierra y 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 acarrees de mayor grosor del río, con numerosos cantos y bloques de

considerable tamaño y una baja proporción de elementos texturales más finos (arenas y limos, especialmente). Las pendientes son generalmente muy suaves (de 2 a 5%) y la forma del valle es plana. Los canales son mixtos, con un marcado carácter meándrico.

3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3)

Esta geoforma se encuentra puntualmente en el sector Alpamalak de Acurios, en la zona oriental del cantón. Se emplaza íntegramente en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

Los valles indiferenciados presentan un relleno de depósitos aluviales (arenas, limos, arcillas y conglomerados) en los que el agua tiende a percolar y la escorrentía superficial tiene un escaso desarrollo.

Son valles de fondo plano, con ausencia de dinámica fluvial permanente, presentan pendientes muy suaves (de 2 a 5%).

3.5.1.4. Valle en V (E1)

Esta geoforma se encuentra distribuida mayoritariamente en la zona occidental del cantón, donde forma parte de los cauces en cuencas altas de los ríos Pilaló, Yanayacu, Rumicruz, Chilcas, Milín, San José, Chuquiraguas, San Francisco y Angamarca. Se asocian a los contextos morfológicos *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) y Medio aluvial de Sierra*.

Estos valles en V se inciden en un cuerpo granodiorítico, en los materiales de la Formación Macuchi (Cretácico) y de la Formación Pisayambo (Plioceno).

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 40% 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 La Cuesta de Muluvi, río Angamarca. 10/04/2014.

3.5.1.5. Barranco (E2)

Esta geoforma se encuentra ampliamente por toda la superficie del cantón, se asocia a las partes altas de los ríos. Se emplaza en nueve contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*; ii) *Paisajes glaciares*; iii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; iv) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; v) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; vi) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; vii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*; viii) *Medio aluvial de Sierra*; y ix) *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 medias a fuertes a muy fuertes (de 25 a 100%), con formas de valle en V u ocasionalmente en U y ausencia generalizada de suelos.



Foto 4. Barranco. Sector cerro El Chivo. 10/04/2014.

3.5.1.6. Garganta (E3)

Aparece en tres sectores puntuales de la zona oriental del cantón: Chupapata, Comuna Cañar Alto e Isinche de Tobares Infantes. Se asocia a los cauces de los ríos Isinche, Chililin y Patoa. Se asocia a dos contextos morfológicos *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Medio aluvial de Sierra*.

Estas gargantas erosionan verticalmente las formaciones geológicas Yunguilla (Cretácico), Pisayambo (Plioceno) y Latacunga (Pleistoceno).

La profundidad de encajamiento de estas gargantas oscila entre 25 y 50 metros. Las vertientes que presenta tienen longitudes cortas a moderadamente largas (de 15 a 250 m) y formas rectilíneas con pendientes transversales fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%) y la forma de valle es en V.

3.5.1.7. Encañonamiento (E4)

Los encañonamientos se encuentran asociados a los cursos de los ríos Toachi (en el norte del cantón), Talagche (este del cantón), Isinche (este del cantón) y Nagsiche (sureste del cantón). Se asocian a los contextos morfológicos *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) y Medio aluvial de Sierra*.

Estos encañonamientos se inciden en los materiales de las formaciones Pisayambo (Plioceno), Latacunga (Pleistoceno), Cangahua (Cuaternario) y Volcano-sedimentos del Quilotoa (Cuaternario).

Se trata de una geoforma de incisión fluvial, similar a la garganta, pero con mayor profundidad de encajamiento. En este caso, los desniveles de sus vertientes están comprendidos entre 50 y 300 metros, con pendientes fuertes a escarpadas (de 40 a 150%). Las longitudes de vertiente oscilan entre 50 y 500 metros. Las formas de las vertientes son cóncavas o rectilíneas y la forma de valle es en V.



Foto 5. Encañonamiento. Sector Zanja Loma. 08/04/2014.

3.5.1.8. Cauces y meandros ocasionalmente funcionales (C2)

Esta geoforma se encuentra en la zona noroccidental del cantón, emplazada en el valle fluvial-llanura de inundación del río San Pablo, a la altura del sector Puembo. Se asocia al contexto morfológico *Medio aluvial costero*.

Se refiere a segmentos fluviales curvilíneos abandonados por el cambio de trazado del río en su evolución que en caso de avenidas o intensas precipitaciones, vuelven a ser ocupados por las aguas y a conectarse con el cauce principal. Fruto de esta dinámica, los suelos presentan un cierto carácter pantanoso. Se componen por un depósito superficial aluvial de arenas, limos, arcillas y conglomerados.

Presentan forma de valle plana y pendientes planas (de 0 a 2%).



Foto 6. Cauces y meandros ocasionalmente funcionales. Sector Puembo.
20/09/2014.

3.5.1.9. 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 San Pablo y Chuquiraguas. Se encuentran a una altura promedio de 5-10 metros sobre los ríos ya mencionados.

Se asocian al contexto morfológico *Medio aluvial costero* y litológicamente están constituidas por bloques y gravas, de redondeados a subredondeados, empastados en una matriz areno-limosa.

Son superficies subhorizontales con pendientes principalmente muy suaves a suaves (de 2 a 12%).

3.5.1.10. Superficie de cono de esparcimiento (Co1)

Se encuentra en el extremo occidental del cantón, por los sectores Guayacán, El Progreso, San Vicente y Puembo. Se asocia al contexto morfológico característico *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados*.

Esta superficie corresponde a las zonas más llanas de un abanico aluvial procedente de los relieves de la Cordillera Occidental. Su composición comprende 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.

Presenta pendientes muy suaves (de 2 a 5%), desniveles relativos de 50 a 200 metros, vertientes con formas rectilíneas y de longitudes muy largas (más de 500 m).



Foto 7. Superficie de cono de esparcimiento. Sector Guayacán. 20/09/2014.

3.5.1.11. Superficie de cono de deyección (Cd1)

Esta geoforma se distribuye por la zona central, meridional y nororiental del cantón. Se asocia a cuatro contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; y iv) *Medio aluvial de Sierra*.

Está formada por depósitos aluviales, principalmente limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.

Se caracteriza por pendientes suaves a fuertes (de 5 a 70%), un desnivel relativo variable de 5 a 200 metros y vertientes cortas a muy largas (de 15 a más de 500 m) de formas convexas, rectilíneas y mayoritariamente mixtas.



Foto 8. Superficie de cono de deyección. Sector Guaguayouchu. 12/04/2014.

3.5.1.12. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)

Esta geoforma se encuentra en la zona oriental del cantón, por los alrededores del sector San Isidro y de la comuna Sumaló. Se emplazan en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

La composición de estos depósitos presenta, al igual que los conos sin disección, presenta limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.

Estas superficies de cono de deyección, presentan disecciones causadas por drenajes dendríticos y subdendríticos de densidades de drenaje medias y finas. Las incisiones presentan desniveles de hasta 200 metros, con formas de valle en V, vertientes rectilíneas o mixtas de más de 500 metros de longitud y pendientes suaves a medias (de 5 a 25%).

3.5.1.13. Badlands (Fb1)

Esta geoforma se encuentra en la zona norte del cantón, por los alrededores del sector Turuco. Se asocia al contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Estas áreas 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. Su composición en este caso comprende los volcano-sedimentos del Quilotoa (tobas bien estratificadas, con frecuente carácter lacustre y alternantes con cenizas y lapilli).

Estas zonas presentan disecciones asociadas principalmente a drenajes dendríticos con densidades de drenaje medias. Las incisiones internas presentan desniveles relativos de 25 a 50 metros, valles con formas en V, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas cóncavas y cimas agudas. La pendiente general de estas zonas disectadas está en un rango de 40 a 70%.



Foto 9. Badlands. Sector Turuco. 07/04/2014.

3.5.2. Laderas

3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma se distribuye mayoritariamente en el área montañosa de la zona central y oriental del cantón. Se presenta en siete contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*; ii) *Paisajes glaciares*; iii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; iv) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*; v) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; vi) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; y vii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Estas vertientes se desarrollan sobre un amplio abanico de formaciones geológicas: Macuchi y Yunguilla de edad Cretácica, Moraspamba del Mioceno-Plioceno, Pisayambo del Plioceno, Latacunga de edad Pleistocénica y volcano-sedimentos del Quilotoa y depósitos volcánicos (laharíticos) del Cuaternario.

Son laderas de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con pendientes comprendidas entre 5% y 70%. En *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* presentan esta variabilidad, mientras que en *Paisajes glaciares, Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas y Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* aparecen con pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%). En *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, en cambio, las pendientes van de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 40%), en *Relieves de los márgenes de las cimas frías* las pendientes son medias a fuertes (de 25 a 40%) y, en *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* aparecen con pendientes fuertes (de 40 a 70%).

Los desniveles relativos, en todos los contextos morfológicos, son relativamente importantes y suelen oscilar entre 5 metros y más de 300 metros, con longitudes típicas de vertiente desde menos de 15 metros hasta más de 500 metros.



Foto 10. Vertiente rectilínea. Sector San Nicolás. 08/04/2014.

3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Esta geoforma se encuentra distribuida por todo el cantón, mayoritariamente en la zona central. Se asocia a ocho contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*; ii) *Paisajes glaciares*; iii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; iv) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*; v) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; vi) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; vii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; y viii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Estas vertientes se han desarrollado en diferentes y variadas formaciones geológicas: cuerpos intrusivos granodioríticos, Macuchi, Yunguilla, Moraspamba, Pisayambo, Cangahua y volcano-sedimentos del Quilotoa.

Estas laderas, de perfil longitudinal marcadamente rectilíneo, presentan una intensa disección, asociada a drenajes de formas dendríticas, subdendríticas y paralelas con densidades de drenaje gruesas a finas. A pesar de sus disecciones las vertientes conservan una pendiente de cierta uniformidad a lo largo de las mismas, esta va de media hasta fuerte (de 12 a 70%). Presentan desniveles relativos de 50 a más de 300 metros y longitudes de vertiente moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m).

3.5.2.3. Vertiente rectilínea con salientes rocosos (Lr3)

Estas vertientes se encuentran cartografiadas en la zona central del cantón y se asocian a seis contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*; iv) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; v) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; y vi) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Geológicamente se desarrollan en los materiales volcano-sedimentarios de la Formación Yunguilla (Cretácico) y en los volcánicos de la Formación Pisayambo (Plioceno).

Esta geoforma es muy común en ambientes glaciares, por ello es que en *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* alcanza la mayor representación. Por lo general son vertientes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m), con desniveles relativos de 50 a más de 300 metros, pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%).



Fotos 11 y 12. Vertiente rectilínea con salientes rocosos. Vista general y detalle del afloramiento de la Fm. Pisayambo. Sector Michaca. 09/04/2014.

3.5.2.4. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)

Se encuentran en la zona oriental del cantón, en los sectores Patoapamba, Comuna Sumaló, Jurguapungo, Chisacra y San Isidro. Se asocian a los contextos morfológicos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

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 sobre las lutitas y areniscas de la Formación Moraspamba de edad Mioceno-Plioceno y en los materiales volcánicos de la Formación Pisayambo datada del Plioceno.

Son vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) o muy largas (más de 500 m), presentan desniveles relativos de 50 a 100 metros o de más de 300 metros y pendientes fuertes (de 40 a 70%).

3.5.2.5. Vertiente abrupta (La1)

Esta geoforma se distribuye en las zonas occidental, central y oriental. En la zona occidental se distribuye por los sectores Licamanchi, cerro Cóndor Samana, Chaupicruz, Macuchi y El Huangu; en la central se encuentra puntualmente en Chame Grande; y en la zona oriental en el sector Corral Pinsipana. Asimismo se asocian a tres contextos morfológicos: *i) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; *ii) Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; y *iii) Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Estas vertientes se desarrollan en los materiales volcánicos de la Formación Macuchi de edad Cretácica y de la Formación Pisayambo de edad Pliocénica.

Son laderas escasamente disectadas, con pendientes generalmente muy fuertes a escarpadas (de 70 a 150%). Presentan fuertes desniveles relativos de 100 a más de 300 metros y vertientes cóncavas y longitudes de 50 a más de 500 metros.

3.5.2.6. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)

Estas vertientes se encuentran cartografiadas en la zona occidental del cantón y se asocia a *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas y Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Geológicamente se han desarrollado en diversas formaciones: cuerpos intrusivos granodioríticos, Macuchi, Yunguilla, Pisayambo y volcano-sedimentos del Quilotoa.

Estas vertientes presentan disecciones asociadas a drenajes con formas dendríticas o subdendríticas con densidades gruesas a medias. Presenta pendientes muy fuertes (de 70 al 100%), desnivel relativo de 100 a más de 300 metros y vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con formas predominantemente rectilíneas y ocasionalmente cóncavas.



Fotos 13 y 14. Vertiente abrupta con fuerte disección. Vista general y detalle del afloramiento de la Fm. Macuchi. Sector El Huerto. 20/09/2014.

3.5.2.7. Vertiente heterogénea (Lh1)

Esta geoforma se encuentra dispersamente distribuida en la zona occidental, central y oriental del cantón. En la zona occidental se encuentra por los sectores Guayacán y San Vicente de Puembo; en la zona central en Chame Grande, Yanatura y Centro Calicanto; y, en la zona oriental en los sectores Rumipamba y Capillapungo. Se asocia a los contextos morfológicos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Estas vertientes se han desarrollado en las formaciones geológicas Macuchi y Pisayambo.

Son laderas de perfil mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular, escasamente disectada. Presentan un amplio rango de pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos de 100 a más de 300 metros y longitudes de vertiente desde 250 a más de 500 metros.



Foto 15. Vertiente heterogénea. Sector Capillapungo. 04/06/2014.

3.5.2.8. Vertiente rocosa (Lh3)

Esta geoforma se distribuye por la zona central del cantón, por los sectores Salamalec Chico, Taupopamba, Potrerillos, Potrero Pungu, Quindigua, Cruz Pungu, Sigsipamba y Chinipamba. Se emplaza en cuatro contextos morfológicos: *i) Paisajes glaciares; ii) Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas; iii) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); y iv) Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte).*

Geológicamente se han desarrollado en los materiales de las formaciones Yunguilla y Pisayambo, de edades Cretácicas y Pliocénicas, respectivamente.

Estas laderas son por lo general moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros) con formas irregulares y ocasionalmente planas, presentan desniveles relativos comprendidos entre 100 y más de 300 metros y las pendientes varían entre medias a fuertes hasta muy fuertes (de 25 a 100%).

3.5.2.9. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Se localizan en la zona oriental del cantón, en el borde norte por los sectores Puchulquiza Chico y El Calvario; y en el borde sur por el sector Yacubamba. Se asocia a los contextos morfológicos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Se han desarrollado en las formaciones geológicas Yunguilla de edad Cretácica y Pisayambo de edad Pliocénica.

Estas vertientes presentan disecciones relacionadas a drenajes con formas dendríticas o paralelas, con densidades de drenaje gruesas a finas. Presentan un perfil longitudinal heterogéneo (mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular), pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos muy variables comprendidos entre 50 y más de 300 metros y vertientes de longitudes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m).



Foto 16. Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector Guataparanga.
09/04/2014.

3.5.2.10. Escarpe de deslizamiento (Lh6)

Esta geoforma se encuentra mayoritariamente en la zona oriental del cantón, por los alrededores de Tingo Chico. Se asocian a cinco contextos morfológicos: *i) Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas; ii) Paisajes glaciares; iii) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); iv) Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte); y v) Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Los escarpes de deslizamientos aparecen en la cabecera del movimiento indicando el límite superior del deslizamiento. Se han desarrollado en diversas formaciones geológicas: Macuchi, Yunguilla, Moraspamba, Pisayambo y volcano-sedimentos del Quilotoa.

Los escarpes dan lugar a formas de vertientes cóncavas, rectilíneas o convexas, con pendientes medias a escarpadas (de 12 a 150%), desniveles relativos muy variables de 5 a más de 300 metros y longitud de vertiente variable en función de la magnitud del deslizamiento entre muy corta y muy larga (desde menos de 15 a más de 500 m).

3.5.2.11. Coluvión reciente (Col1)

Esta geoforma se encuentra en la zona central del cantón, puntualmente en los sectores Talatao, Quilota y Santa Bárbara. Se emplaza en los contextos morfológicos *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas y Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Estos depósitos de ladera se presentan ocupando partes medias y bajas de laderas y su composición incluye una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.

Las morfologías típicas de estas geoformas responden a perfiles de laderas cóncavas o convexas, pendientes suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%), con desniveles muy variables, de 5 a 15 metros o de 25 a 100 metros y longitudes de vertiente moderadamente larga a larga (de 50 a 500 m).

3.5.2.12. Coluvión antiguo (Col2)

A diferencia de los coluviones anteriores (Col1), éstos presentan por lo general una superficie disectada y desarrollo de vegetación pionera. Se han cartografiado por toda el área del cantón, ocupando partes medias y bajas de laderas. Se asocian a siete contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; iii) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; iv) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; v) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; vi) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y vii) *Medio aluvial de Sierra*.

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.

Presentan perfiles de ladera muy diversos entre cóncavo, convexo, rectilíneo, mixto o irregular con longitudes de vertiente cortas a muy largas (de 15 a más de 500 m).

Presentan además pendientes muy suaves a fuertes (de 2 a 70%) y desniveles relativos muy variables comprendidos entre 5 y más de 300 metros.



Foto 17. Coluvión antiguo. Sector San Pablo. 10/04/2014.

3.5.2.13. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

Los depósitos de deslizamiento corresponden a las masas de roca y suelo producidas por inestabilidades gravitatorias, situadas teóricamente al pie de los correspondientes escarpes de deslizamiento (Lh6), sin embargo existen depósitos en los que no se diferencia el escarpe. Se han cartografiado mayoritariamente en la zona oriental, en menor proporción en la zona central del cantón.

Se emplazan en seis contextos morfológicos: *i) Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas; ii) Paisajes glaciares; iii) Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas; iv) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); v) Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte); y vi) Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte).*

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

Las pendientes de estos depósitos van de suaves a muy fuertes (de 2 a 100%), con desniveles relativos de 15 a más de 300 metros y vertientes con formas muy variables entre convexas, cóncavas, rectilíneas, mixtas o irregulares, con longitudes de vertientes cortas a muy largas (de 15 a más de 500 m) derivadas de la longitud del movimiento.

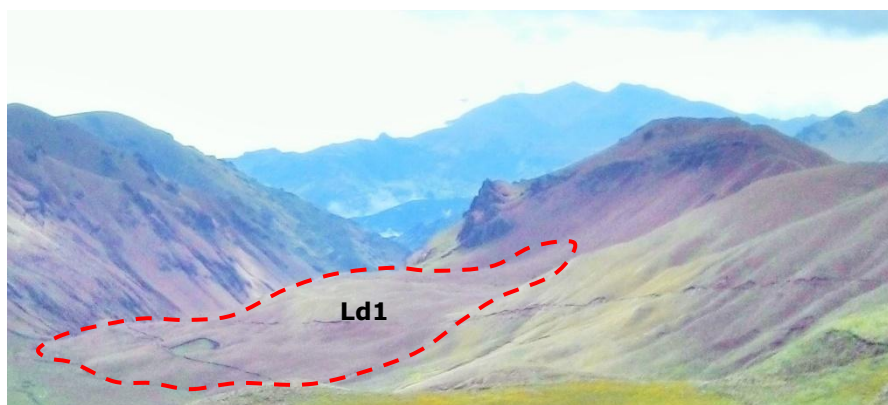


Foto 18. Depósito de deslizamiento, masa deslizada. Sector Portada de Yuracyanta. 11/04/2014.

3.5.2.14. Glacis de esparcimiento (Pd1)

Los glacis de esparcimiento se encuentran en la zona occidental del cantón, por los sectores El Progreso y Puembo. Nacen de las estribaciones de la Cordillera Occidental y se unen a la superficie de cono de esparcimiento. Se asocian a los contextos morfológicos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental*.

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 superficies presentan pendientes medias (de 12 a 25%), vertientes con formas cóncavas de 250 a más de 500 metros de longitud y desniveles relativos variables entre 25 y 200 metros.

3.5.2.15. Glacis de esparcimiento disectado (Pd2)

Estos glacis de esparcimiento disectados se encuentran en la zona occidental del cantón, por los alrededores de La Isla. 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 a medias. Las incisiones presentan desniveles relativos de 24 a 50 metros y presentan vertientes cóncavas de 50 a 250 metros de longitud con pendientes medias (de 12 a 25%).

3.5.3. Glaciar y periglacial

3.5.3.1. Circo glaciar (Gf1)

Esta geoforma se encuentra distribuida por la zona centro-sur del cantón, por los sectores Rumiloma, Yanatogma, Quillourco, Chaquishca Cocha Pata, Quindigua, Hondón Grande y Páramo Chinipungu. Se asocia a los contextos morfológicos característicos *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Geológicamente se desarrollan en las formaciones volcánicas Yunguilla (Cretácico) y Pisayambo (Plioceno).

Se caracterizan por pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%), vertientes cóncavas de longitudes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) y desniveles relativos comprendidos variables entre 25 y más de 300 metros.



Foto 19. Circo glaciar. Sector Hondón Grande. 10/04/2014.

3.5.3.2. Cubeta glaciar (Gf2)

Se localizan dentro de los circos glaciares (Cf1), como depósitos en el fondo cóncavo de que presentan los circos, por tanto se asocian a los mismos contextos morfológicos. Se componen de till (depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino).

Presentan pendientes muy suaves (de 2 a 5%) o medias (de 12 a 25%), vertientes cóncavas de longitudes cortas a moderadamente largas (de 15 a 250 m) y desniveles relativos comprendidos entre 0 y 50 metros.

3.5.3.3. Fondo de valle glaciar (Gf3)

Estos valles glaciares nacen de los circos glaciares (Gf1), por esta razón se encuentran al igual que éstos distribuidos en la zona centro-sur del cantón. Se emplazan en el contexto morfológico característico *Paisajes glaciares*.

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

Se caracterizan por la forma de valle en U y presentan pendientes suaves a medias a fuertes (de 5 a 40%).



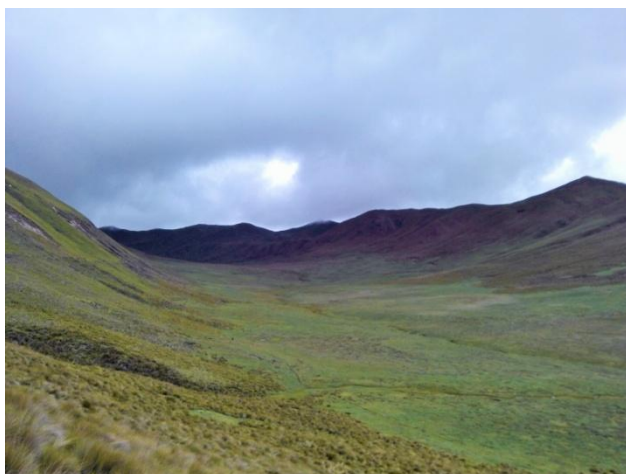
Foto 20. Fondo de valle glaciar. Sector Portada de Yuracyanta. 11/04/2014.

3.5.3.4. Vertiente de valle glaciar (Gf4)

Estas vertientes limitan los fondos de valle glaciar descritos anteriormente (Gf3) y se asocian al contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Se han desarrollado en los materiales sedimentarios de la Formación Yunguilla y en los materiales volcánicos de la Formación Pisayambo, de edades Cretácica y Pliocénicas respectivamente.

Son vertientes modernamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con formas muy variables entre rectilíneas, cóncavas o convexas, de desniveles relativos comprendidos entre 50 y más de 300 metros y pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).



Fotos 21 y 22. Vertiente de valle glaciar. Vista general y detalle del afloramiento: aglomerado de la Fm. Pisayambo. Sector Rumiloma. 09/04/2014.

3.5.3.5. Valle glaciar colgado (Gf5)

Estos valles se encuentran distribuidos en la zona centro-sur del cantón, elevados entre 150 y 250 metros sobre los fondos de valles glaciares (Gf3). Se asocian al contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

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

Presentan, por lo general, pendientes suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%) y formas de valle en U.

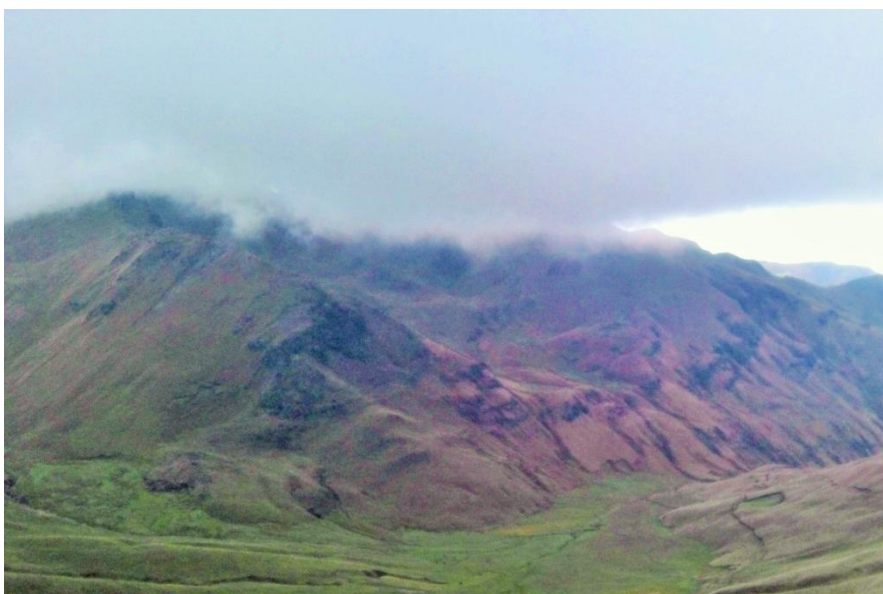


Foto 23. Valle glaciar colgado. Sector Hondonada de Yuracucha. 11/04/2014.

3.5.3.6. Horn (Gf6)

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

Estos picos tienen cimas agudas, desniveles relativos de 100 a 200 metros, vertientes muy largas (más de 500 m) de formas cóncavas y pendientes fuertes (de 40 a 70%).

3.5.3.7. Laguna glaciar (Gf8)

Se trata de las lagunas Cóndor Cocha y Yuracucha, ubicadas por los sectores Burro Huañuna y Páramo Chinipungu, de la zona centro-sur del cantón.

Estas lagunas de origen glaciar se emplazan en el contexto morfológico *Paisajes glaciares* y presentan pendientes planas (de 0 a 2%).

3.5.3.8. Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6)

Esta geoforma se encuentra distribuida en la zona central del cantón y se asocia a los contextos morfológicos *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Estos depósitos se caracterizan por presentar sedimentos de origen glaciar y por una morfología modificada debido a la acción de las aguas de escorrentía, difusas o canalizadas.

Su composición litológica comprende bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas. Se le atribuyen pendientes medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%).

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

Esta geoforma se encuentra distribuida mayoritariamente en la zona centro-sur y puntualmente en la zona norte, en el sector Casca. Se emplaza en dos contextos morfológicos *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Estas zonas pantanosas de antiguo origen glaciar están rellenas por depósitos superficiales indiferenciados y presentan pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12%).

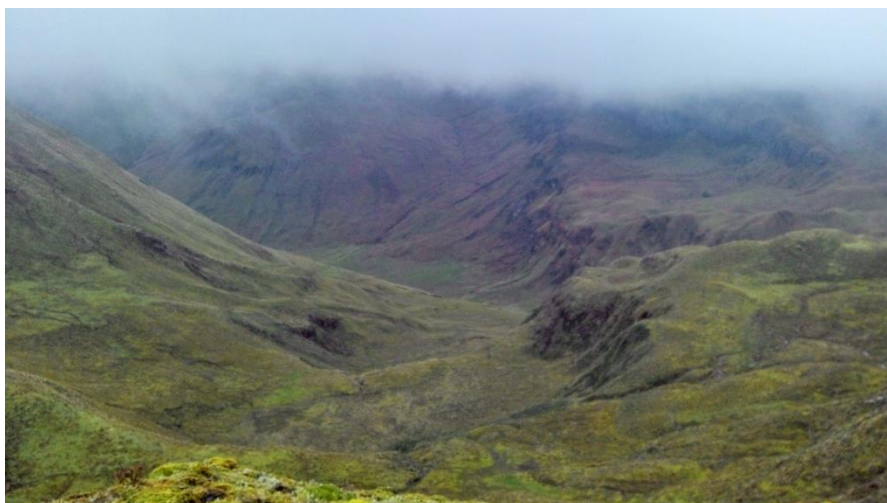


Foto 24. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial. Sector Hondonada de Yanarumi. 11/04/2014.

3.5.3.10. Afloramientos rocosos en ambiente periglacial (Gp3)

Se encuentran por toda la zona central del cantón, asociados a los contextos morfológicos *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial* y *huellas glaciares poco marcadas*.

Son afloramientos rocosos de la Formación Pisayambo cuya litología abarca una secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas).

Presentan pendientes medias a muy fuertes (de 12 a 100%).



Foto 25. Afloramientos rocosos en ambiente periglacial. Sector Yanashpa. 10/04/2014.

3.5.4. Volcánico

3.5.4.1. Vestigios de edificios volcánicos (Va3)

Esta geoforma se presenta en el extremo suroccidental del cantón, por el cerro Quillushapa. Se asocia al contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Estos restos de estratovolcanes, podrían estar asociados al extinto volcán Pilisurco. Se encuentran a una altura de 4.400 msnm. La parte que se conserva de este edificio volcánico es aun reconocible en campo.

Se ha desarrollado en los materiales de la Formación Pisayambo. Como características presenta cima aguda, vertientes con formas cóncavas de más de 500 metros de longitud, pendientes fuertes (de 40 a 70%) y desniveles relativos mayores a 300 metros.

3.5.4.2. Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares (Vci3)

Se trata del cono volcánico del volcán Quilotoa. Este volcán se encuentra a una altura aproximada de 3.900 msnm y es considerado potencialmente activo. Se asocia al contexto morfológico característico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Geológicamente se compone de los volcano-sedimentos del Quilotoa: tobas bien estratificadas, con frecuente carácter lacustre y alternantes con cenizas y lapilli.

Este cono presenta cima aguda, vertientes cóncavas de más de 500 metros de longitud, desniveles relativos de 50 a más de 300 metros y pendientes generales fuertes (de 40 a 70%) aunque existen zonas de pendiente media (de 12 a 25%).



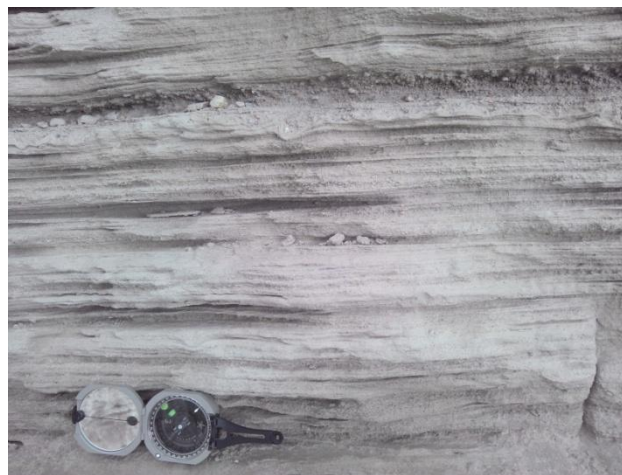
Fotos 26 y 27. Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares. Vista general y detalle del afloramiento: tobas de los volcano-sedimentos del Quilotoa. Sector Quilotoa. 08/04/2014.

3.5.4.3. Caldera (Vc2)

Esta geoforma se ha cartografiado al norte del cantón asociada al volcán Quilotoa y en el sur del cantón, asociada al vestigio de edificios volcánicos (Va3) ya descrito.

La caldera del volcán Quilotoa, está ocupada por un lago cratérico y tiene aproximadamente 3 km de ancho. Se asocia al contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*. Está compuesta por los volcano-sedimentos del Quilotoa y se caracteriza por pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), desniveles relativos mayores a 300 meros y vertientes cóncavas de más de 500 metros de longitud.

La caldera asociada al vestigio de edificios volcánicos tiene una anchura de aproximadamente 0,6 km y se asocia al contexto morfológico *Paisajes glaciares*. Geológicamente se compone de los materiales de la Formación Pisayambo y presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos de 200 a 300 metros y vertientes cóncavas que superan los 500 metros de longitud.



Fotos 28 y 29. Caldera. Vista general y detalle del afloramiento: tobas de los Volcano-sedimentos del Quilotoa. Sector Torre. 08/04/2014.

3.5.4.4. Rampas de piedemonte de cono volcánico (Vc8)

Se trata de las rampas de piedemonte de cono volcánico del volcán Quilotoa, cartografiadas por los sectores Coop. Ocho de Septiembre, Tegma Loma, Macapungu, Iracunga, Pucausha, Huagarapata y Rumichaca.

Se asocian al contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y geológicamente se componen de los materiales volcánicos de la Formación Pisayambo y los volcano-sedimentos del Quilotoa.

Estas rampas de piedemonte tienen vertientes cortas a muy largas (de 15 a más de 500 m) con formas cóncavas. A lo largo de estas vertientes presentan pendientes muy suaves a medias (de 2 a 25%) y desniveles relativos que varían entre 5 a 100 metros.



Foto 30. Rampas de piedemonte de cono volcánico. Sector Rumichaca. 09/04/2014.

3.5.4.5. Llanura de depósitos volcánicos (Vc13)

Esta geoforma se encuentra en la zona oriental del cantón, por los sectores Perpetuo Socorro y San Gerardo de Alpamalag. Se emplaza en los contextos morfológicos *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Estas llanuras se han desarrollado en los materiales de la Formación Pisayambo y de la Formación Cangahua. Son superficies extensas de valle plano, con pendientes generalmente planas a suaves (de 0 a 12%).

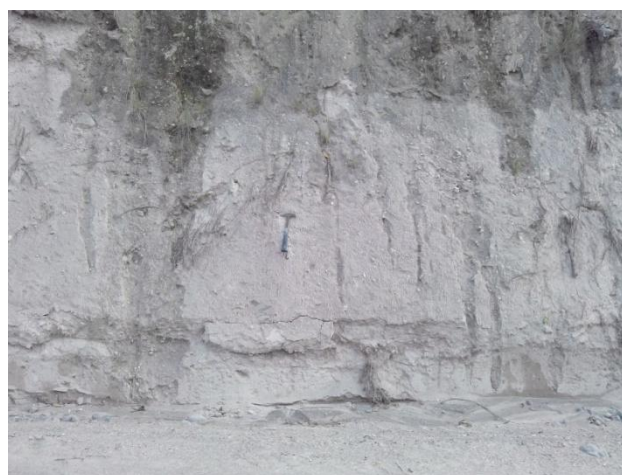


Foto 31. Llanura de depósitos volcánicos. Sector Perpetuo Socorro. 07/04/2014.

3.5.4.6. Vertiente de llanura de depósitos volcánicos (Vc14)

Estas vertientes limitan con las llanuras de depósitos volcánicos (Vc13) descritas, por ello tanto el contexto morfológico como la litología serán coincidentes. Se han mapeado en la zona oriental del cantón, por los sectores San Marcos, Isinche de Tobares Infantes, entre los principales.

Son vertientes de formas rectilíneas o cóncavas de 50 a 250 metros de longitud, presentan desniveles relativos de 15 a 50 metros y pendientes medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%).



Fotos 32 y 33. Vertiente de llanura de depósitos volcánicos. Vista general y detalle del afloramiento: lapilli de la Fm. Latacunga. Sector San Marcos. 07/04/2014.

3.5.4.7. Planicie arenosa de origen lahárico (Vc15)

Estas planicies arenosas se encuentran en la zona nororiental del cantón, por el sector Guápulo Centro. Se asocian al contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Están compuestas de depósitos volcano-sedimentarios de granulometría y distribución variable (ceniza, lapilli y bloques de angulares a redondeados), con frecuentes fragmentos lávicos intercalados. En campo se describe arena fina con limos y escaso transporte de bloques heterométricos menores a 0,5 metros.

Se caracterizan por pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12%) y formas de valle planas.



Fotos 34 y 35. Planicie arenosa de origen lahárico. Vista general y detalle del depósito: arenas de depósitos volcánicos. Sector Guápulo Centro. 07/04/2014.

3.5.4.8. Relieve volcánico colinado muy bajo (Rv7)

Esta geoforma se encuentra en el extremo norte del cantón, por el sector Casa Quemada. Se emplaza en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Geológicamente se ha desarrollado en los materiales volcánicos de la Formación Pisayambo: secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas).

Las características que presenta son: cimas agudas, vertientes cortas (de 15 a 50 m) con formas cóncavas, desniveles relativos característicos comprendidos entre 5 y 15 metros y valles con formas planas. En conjunto, esta geoforma presenta pendientes medias (de 12 a 25%).

3.5.4.9. Relieve volcánico colinado bajo (Rv8)

Estos relieves se encuentran dispersos por la zona nororiental del cantón, por los sectores Casa Quemada, Pujilí e Isinche de San Agustín. Se asocian a los contextos morfológicos: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; y iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Se han desarrollado en los materiales volcánicos de las formaciones Pisayambo y Latacunga, de edades Pliocénicas y Pleistocénicas, respectivamente.

Estos relieves tienen desniveles relativos comprendidos entre 15 y 25 metros. Presentan cimas redondeadas, vertientes con formas cóncavas o mixtas de 15 a más de 500 metros de longitud, formas de valle planas y pendientes muy suaves (de 2 a 5%), medias (de 12 a 25%) o fuertes (de 40 a 70%).

3.5.4.10. Relieve volcánico colinado medio (Rv9)

Esta geoforma se distribuye en la zona occidental y oriental del cantón. En la zona occidental se presenta por los sectores Palmar y San Vicente de Puembo; y, en la zona oriental en los sectores Cashapamba, Isinche de San Agustín, Comuna Cruzpamba, Cochaloma, San Alfonso, Buena Esperanza y San José de Barba. Se emplazan en los contextos morfológicos: i) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; y iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Se ha desarrollado en diversas formaciones geológicas: Macuchi de edad Cretácica, Pisayambo del Plioceno, Latacunga del Pleistoceno y Cangahua del Cuaternario.

Son relieves de desniveles relativos comprendidos entre 25 y 100 metros. Presentan cimas redondeas y ocasionalmente agudas, vertientes moderadamente cortas a muy

largas (de 15 a más de 500 m) con formas muy variables entre convexas, cóncavas, mixtas o irregulares, valles con forma en V y pendientes suaves hasta fuertes (de 5 a 70%).



Foto 36. Relieve volcánico colinado medio. Sector San Vicente de Puenbo. 20/09/2014.

3.5.4.11. Relieve volcánico colinado alto (Rv10)

Estos relieves se encuentran en la zona oriental del cantón, puntualmente en los sectores Casca y San Rafael. Se asocian a los contextos morfológicos *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*. Geológicamente se han desarrollado en los materiales de la Formación Pisayambo y de la Formación Cangahua.

El desnivel relativo de estos relieves está comprendido entre 100 y 200 metros. Son relieves de cimas redondeas y ocasionalmente agudas, vertientes con formas cóncavas o mixtas de 250 a más de 500 metros de longitud, valles con forma en V o planas y pendientes medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%).

3.5.4.12. Relieve volcánico montañoso (Rv12)

Esta geoforma se encuentra en la zona oriental del cantón, en el sector Comuna Cuturibí Grande en el cerro Puntas Eras. Se emplaza en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Se desarrolla en los materiales volcánicos de la Formación Pisayambo: secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas).

Estos relieves presentan desniveles relativos mayores a 300 metros. Son relieves de cima aguda y ocasionalmente redondeada, vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con formas mixtas, valles con forma en V y pendientes fuertes (de 40 a 70%).

3.5.4.13. Superficie volcánica ondulada (RvSo)

Esta geoforma se encuentra en la zona oriental del cantón, en los sectores Pagtag, Potrerillos, Isinche de Cofines, Isinche de Alpamalag y El Relleno. Se emplaza íntegramente en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Estas superficies se han desarrollado en las formaciones Pisayambo y Latacunga, presentan poca pendiente (de 2 a 12%) y ligeras ondulaciones.



Fotos 37 y 38. Superficie volcánica ondulada. Vista general y detalle del afloramiento: ceniza de la Fm. Latacunga. Sector Potrerillos. 04/06/2014.

3.5.5. Estructural

3.5.5.1. Superficie de cuesta (Ei1)

Se encuentra en la zona central del cantón, en el sector Páramo Alto y se emplaza en el contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Es una superficie estructural desarrollada en los materiales de la Formación Pisayambo: secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas).

Presenta pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%), longitudes de vertiente muy largas (más de 500 m) con formas de vertiente rectilíneas y desniveles relativos de 200 a 300 metros.

3.5.5.2. Frente de cuesta (Ei3)

Esta geoforma limita con la superficie de cuesta (Ei1) descrita, por ello presentan similar contexto morfológico y litología.

Está caracterizado por pendientes fuertes (de 50 a 70%), desniveles relativos que van de 50 a 100 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas rectilíneas.

3.5.5.3. Vertiente de cuesta (Ei4)

Esta vertiente se encuentra en contacto con el frente de cuesta (Ei3), formando parte del cuerpo sedimentario estructural, por tanto el contexto morfológico y la litología siguen siendo los mismos.

Esta vertiente presenta formas rectilíneas de más de 500 metros de longitud, el desnivel relativo varía entre 100 y 200 metros y las pendientes son media a fuertes (de 12 a 40%)

3.5.5.4. Superficie de chevron (Ei5)

Esta geoforma se encuentra en la zona central del cantón, en el sector Curiquinghuachama. Se asocia al contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Geológicamente se desarrollan en la Formación Pisayambo de edad Pliocénica.

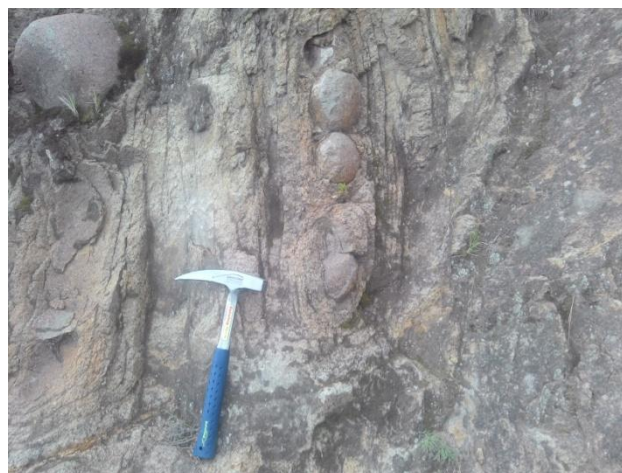
Esta superficie muestra una inclinación predominante media a fuerte (de 25 a 40%) y su geometría es coincidente con la de los estratos sobre los que se desarrolla. Presentan desniveles relativos de 200 a 300 metros y vertientes muy largas (más de 500 m) con formas rectilíneas.

3.5.5.5. Barra o cresta estructural (Esv)

Esta geoforma se sitúa en la zona central del cantón, por los sectores Quindecilla, Páramo Alto, Tigua Centro Calicanto. Se emplaza en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Se desarrolla en los materiales de la Formación Pisayambo: secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas).

Presenta pendientes escarpadas (de 100 a 150%), habituales en esta geoforma, desnivel relativo de 100 a más de 300 metros, longitud de vertiente larga a muy larga (de 250 a más de 500 m) y formas de vertientes rectilíneas o irregulares.



Fotos 39 y 40. Barra o cresta estructural. Vista general y detalle del afloramiento de la Fm. Pisayambo. Sector Tigua Centro Calicanto. 07/04/2014.

3.5.6. Poligénicas

3.5.6.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Esta geoforma se encuentra distribuida ampliamente por el cantón, mayoritariamente en la zona septentrional. Se asocia a seis contextos morfológicos: *i) Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas; ii) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); iii) Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte); iv) Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte); v) Medio aluvial de Sierra; y vi) Medio aluvial costero.*

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 relativamente homogéneas en todos los contextos morfológicos, pendientes suaves hasta fuertes (de 5 a 70%) y formas de valle en V, en U y planas.

3.5.6.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Estos depósitos se encuentran mayoritariamente en la zona oriental del cantón, asociados a seis contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; iii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; iv) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; v) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*; y vi) *Medio aluvial de Sierra*.

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 planas o en V.

3.5.6.3. Superficie horizontal (Sh2)

Esta geoforma se encuentra en la zona central del cantón, en los sectores Cocha Loma, Sarucsha y Chupapata. Se asocia a los contextos morfológicos *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Es una 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.

Se desarrolla en los materiales de las formaciones Yunguilla y Pisayambo y presenta pendientes muy suaves a medias (de 2 a 12%).



Foto 41. Superficie horizontal. Sector Cocha Loma. 10/04/2014.

3.5.6.4. Superficie horizontal disectada (Sh3)

Esta geoforma se ubica puntualmente en los sectores Playas Auchuana y Comuna Collantes Chucutisi. Se asocia a dos contextos morfológicos *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

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 han desarrollado en los materiales de la Formación Yunguilla: limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas.

Las disecciones que presentan estas superficies se atribuyen a drenajes con formas dendríticas y densidades de drenaje gruesas; las incisiones resultantes forman valles de fondo plano de profundidades de entre 5-15 metros o 50-100 metros. Las vertientes laterales son de formas rectilíneas o convexas y de más de 50 metros de longitud, las cimas tienen formas planas y las pendientes son medias (de 12 a 25%).

3.5.6.5. Superficie inclinada (Si2)

Esta geoforma se encuentra mayoritariamente en la zona oriental del cantón, por los sectores Puchulquiza Chico, Muncho, Cunchacápac y Comuna Cuturibí Grande. Se encuentra, en menor proporción, en la zona meridional, en el sector Páramos de Chinipungu; y en la zona occidental en los sectores Chaupibamba Lodal y Pucausha. Se asocian a cinco contextos morfológicos: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; ii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*; iii) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; iv) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; y v) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Superficie de perfil longitudinal rectilíneo y cierta inclinación, de origen incierto o poligénico. 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, Moraspamba y Pisayambo. Estas superficies presentan pendientes medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%), desniveles relativos muy variables desde 25 a 200 metros y las vertientes tienen formas rectilíneas o mixtas de 50 a más de 500 metros de longitud.



Foto 42. Superficie inclinada. Sector Pucausha. 08/04/2014.

3.5.6.6. Superficie inclinada disectada (Si3)

Estas superficies se sitúan en la zona oriental del cantón, en los sectores Comuna Cuturibí Grande y Rancho Alegre. Se encuentran en los contextos morfológicos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Se desarrollan en los materiales de las formaciones Yunguilla y Moraspamba, de edad Cretácica y Mioceno-Pliocénicas, respectivamente.

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 subparalelas y densidades gruesas. Las incisiones que se muestran en las superficies tienen forma de valle en V o plana y desniveles relativos de 25 a 100 metros. Las vertientes tienen formas irregulares o rectilíneas de 50 a 250 metros de longitud. Las cimas tienen formas agudas o planas y las pendientes son medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%).

3.5.6.7. Abrupto de superficie inclinada (Si4)

Esta geoforma se ha identificado en la zona oriental del cantón, en el sector Rancho Alegre, limitando con la superficie inclinada disectada (Si3) descrita. Se asocia al contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Se ha desarrollado en los materiales de la Formación Yunguilla: limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas.

Presenta desniveles relativos de 25 a 100 metros, vertientes con formas rectilíneas de 50 a 250 metros de longitud y pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).

3.5.6.8. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

Estos interfluvios se encuentran cartografiados principalmente en la zona oriental y septentrional del cantón, asociados a tres contextos morfológicos: *i) Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas; ii) Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte); y iii) Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte).*

Se han desarrollado en los materiales de las formaciones Macuchi (Cretácico), Yunguilla (Cretácico) y Pisayambo (Plioceno). 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 cimerales. Presenta pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%).



Fotos 43 y 44. Interfluvio de cimas redondeadas. Vista general y detalle del afloramiento de la Fm. Pisayambo. Sector Casa Quemada. 09/04/2014.

3.5.6.9. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Esta unidad geomorfológica se encuentra ampliamente distribuida por toda la zona montañosa y submontañosa del cantón, en mucha mayor proporción que los interfluvios de cimas redondeadas (Ar1). Se asocia a siete contextos morfológicos: *i) Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas; ii) Paisajes glaciares; iii) Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas; iv) Relieves de los márgenes de las cimas frías; v) Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); vi) Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte); y vii) Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte).*

Presenta un variado sustrato geológico que comprende: cuerpos intrusivos granodioríticos, materiales volcano-sedimentarios de las formaciones Macuchi y

Yunguilla, materiales volcánicos de la Formación Pisayambo y, volcano-sedimentos del Quilotoa.

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 45. Interfluvio de cimas estrechas. Sector cerro Tzhigua. 10/04/2014.

3.5.6.10. Afloramientos rocosos (Sdv3)

Se encuentran distribuidos por la zona central del cantón, por los sectores Niño Loma, Curingue Huachana, Muncho, Yanashpa, Yuracsacha, Cocha Loma y Quillushutu. Se emplazan en tres contextos morfológicos: *i) Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas; ii) Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte); y iii) Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte).*

Se trata de afloramientos rocosos de las formaciones Yunguilla (limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas) y Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos -aglomerados con bloques de andesitas basálticas-).

Presentan pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%), vertientes modernamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con formas cóncavas, mixtas o rectilíneas y desniveles relativos de 50 a 300 metros.



Fotos 46 y 47. Afloramientos rocosos. Vista general y detalle del afloramiento de la Fm. Yunguilla. Sector Quilluyacu. 08/04/2014.

3.5.7. Otras génesis

3.5.7.1. Superficie intervenida (O5)

Estas zonas intervenidas se encuentran en el borde oriental del cantón, en los sectores Cashapamba y Alpamalag de Vásconez. Se emplazan en los contextos morfológicos *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) y Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

Estas zonas se refieren a canteras asociadas a las formaciones Latacunga (aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena) y Cangahua (ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos). Como único atributo de les ha asignado pendientes suaves (de 5 a 12%) o medias a fuertes (de 25 a 40%).

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Pujilí tiene 1.290 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 1.123 km² ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Reserva Ecológica Los Ilinizas). Está situado principalmente en la región Sierra, aunque incluye una muy pequeña porción de región Costa, del orden del 1,8% del territorio estudiado. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 300 metros hasta un máximo de 4.300 metros.

En el cantón Pujilí se pueden diferenciar ocho dominios fisiográficos, los seis primeros enmarcados en la región Sierra y los dos restantes en la región Costa.

1. **Sistema volcánico.** Este dominio fisiográfico presenta una extensión de aproximadamente 37 km² equivalente al 3,3% del total del área de estudio del cantón. Está representado por el sistema volcánico del volcán Quilotoa.

Presenta un contexto morfológico asociado, denominado *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Las geoformas que constituyen el sistema volcánico del volcán ya mencionado son el cono sin actividad volcánica actual y sin huellas glaciares y la caldera del volcán; además de las rampas de piedemonte. Dentro del modelado laderas se han diferenciado vertientes rectilíneas con y sin disección y depósitos de ladera asociados. En menor proporción se encuentra geoformas de incisión fluvial (barrancos) e interfluvios de cimas estrechas en el grupo genético poligénicas.

2. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Es el dominio fisiográfico más extenso en el cantón, con una extensión de aproximadamente 414 km² en el territorio estudiado equivalente al 36,8%. Se dispone en la zona central y centro-sur del cantón y presenta tres contextos morfológicos asociados.

El contexto morfológico *Paisajes glaciares* presenta una superficie de 243 km² aproximadamente. Dentro de este contexto las geoformas representativas son las del grupo glaciar-periglacial con circos glaciares que anidan cubetas y representan el nacimiento de grandes valles glaciares con un perfil suave con forma en U; además se encuentran valles glaciares colgados, depósitos glaciares modelados por acción fluvial, afloramientos rocosos, horn y lagunas glaciares. Dentro del grupo laderas se encuentran vertientes rectilíneas, vertientes rectilíneas con fuertes disección, vertientes rectilíneas con salientes rocosos, vertientes rocosas, escarpes de deslizamiento, masas deslizadas y depósitos coluviales. Dentro del grupo poligénicas se han identificado interfluvios de cimas estrechas y coluvio-aluviales. Se incluye también el grupo genético estructural con cuevas y chevrones desarrolladas en los materiales de la Formación Pisayambo. Con muy poca representación se encuentran geoformas de modelado fluvial: barranco y superficie de cono de deyección. Finalmente se incluye en este contexto vestigios de edificios volcánicos y una caldera, los cuales pueden estar asociados al extinto volcán Pilisurco.

El contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* presenta una extensión de aproximadamente 145 km². Las geoformas que dominan este contexto son de modelado laderas: vertientes rectilíneas y abruptas, principalmente, además de depósitos de ladera asociados. Dentro del grupo poligénicas se han diferenciado interfluvios de cimas estrechas y redondeadas, afloramientos rocosos, coluvio-aluviales recientes y antiguos y superficies tanto horizontales como inclinadas. Dentro del grupo glaciar y periglacial se encuentran los característicos circos glaciares, afloramientos rocosos, depósito glaciar modelado por acción fluvial y hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial. Se suma a todas estas geoformas relieves con sustrato volcánico, éstos son muy bajo, bajo y alto. Finalmente está el modelado fluvial con geoformas de incisión como barrancos.

El contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* ocupa una pequeña superficie de aproximadamente 21 km². Está representado por los grupos genéticos laderas y poligénicas. Dentro del grupo laderas se han diferenciado vertientes rectilíneas, vertientes rectilíneas con fuerte disección y vertientes

rectilíneas con salientes rocosos; y dentro del grupo poligénicas interfluvios de cimas estrechas y superficies inclinadas.

3. **Vertientes externas de la Cordillera Occidental.** Este dominio fisiográfico cuenta con una extensión aproximada de 249 km² equivalente al 22,2% del total del área estudiada en el cantón. Está representado por un solo contexto morfológico denominado *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Dentro de dicho contexto las geoformas mejor identificadas son las del grupo genético laderas, con distintos tipos de vertientes principalmente abruptas, heterogéneas y rectilíneas con y sin disección y depósitos de ladera asociados, asimismo se han diferenciado extensos glaciares de esparcimiento con y sin disección, coluviales y masas deslizadas. Se han diferenciado relieves volcánicos medios dentro del grupo volcánico, pero con muy poca representación. De igual manera se presentan los grupos poligénicas y fluvial. Dentro de poligénicas se encuentran interfluvios de cimas estrechas, coluvio-aluviales y superficies inclinadas; y dentro del grupo fluvial se han diferenciado solamente barrancos.

4. **Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas.** Este dominio ocupa cerca de 332 km² equivalente a 29,6% del total de la superficie del cantón. Presenta dos contextos morfológicos asociados.

El contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* presenta una extensión de 42 km². El grupo genético de laderas es el que cuenta con más representación, con diferentes tipos de vertientes entre rectilíneas, abruptas y heterogéneas y depósitos asociados a ellas, principalmente coluviales y masas deslizadas. El grupo genético poligénicas cuenta con una amplia representación representado por superficies inclinadas con y sin disección, interfluvios de cimas estrechas y redondeadas, afloramientos rocosos y coluvio-aluviales recientes y antiguos. Finalmente se encuentran geoformas de incisión fluvial, barrancos, con muy poca representación.

El contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* presenta una extensión de aproximadamente 290 km². Las geoformas más representativas están dentro del grupo genético laderas, como son diferentes tipos de vertientes principalmente rectilíneas y heterogéneas y depósitos asociados a ellas (coluviales y depósitos de deslizamiento). Con amplia representación también están presentes geoformas de origen volcánico como llanuras de depósitos volcánicos, superficie volcánica ondulada, planicie arenosa de origen lahárico y relieves volcánicos bajos, medios y montañosos. Asimismo, con gran representación se encuentra el grupo poligénicas, con geoformas como coluvio-aluviales recientes y antiguos, interfluvios de cimas redondeadas y estrechas, afloramientos rocosos y superficies horizontales e inclinadas con y sin disección. De modelado fluvial se encuentran geoformas de incisión como barrancos, valles en V, gargantas y encañonamientos, y superficies de cono de

deyección con y sin disección y badlands. Con muy poca representación están los grupos estructural con barras o crestas estructurales y otras génesis con superficies intervenidas.

5. **Relieves de fondo de Cuencas Interandinas.** Ocupa una escasa superficie aproximada de 8 km² del cantón y presenta un solo contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

En dicho contexto morfológico el grupo genético volcánico es el que ocupa mayor superficie, se representa por diferentes tipos de relieves como bajo, medio y alto, además de llanuras de depósitos volcánicos. El grupo genético laderas está representado por vertientes rectilíneas con fuerte disección y depósitos coluviales. Con poca representación están los grupos fluvial con valles fluviales-llanuras de inundación y barrancos; poligénicas con coluvio-aluviales antiguos; y superficies intervenidas en el grupo otras génesis.

6. **Medio aluvial de Sierra.** Ocupa una superficie de aproximadamente 64 km². 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 Isinche y Nagsiche, en el este del cantón; Angamarca y Mocata en el sur; Puembo Grande y Pilaló, en el occidente; y, río Toachi en el norte del cantón. Las geoformas que predominan son de génesis fluvial: valle fluvial-llanura de inundación, terraza baja y cauce actual, valle indiferenciado, barrancos, valles en V, gargantas, encañonamientos y superficies de cono de deyección. Complementariamente, se integran en este contexto geoformas poligénicas (coluvio-aluviales recientes y antiguos) que conectan con el sistema fluvial actual y depósitos de ladera (coluvión antiguo).

7. **Piedemonte andino occidental.** Este dominio fisiográfico presenta una extensión de aproximadamente 14 km² y 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 4 km² aproximadamente. Dentro de este contexto se ha identificado una única geoforma, glacia de esparcimiento dentro del grupo genético laderas.

El contexto morfológico *Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados* cuenta con una extensión de 10 km² aproximadamente. Dentro del cantón este contexto está representado netamente por una superficie de cono de esparcimiento, identificada dentro del grupo genético fluvial.

8. **Medio aluvial costero.** Este contexto ocupa una reducida superficie de 5 km² aproximadamente. 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 San Pablo y Chuquiragua. 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 (terrazza media y cauces y meandros ocasionalmente funcionales), además de geoformas de incisión como barrancos. Además de asocian a este contexto aunque con muy poca representación, coluvio-aluviales recientes que se conectan con el sistema fluvial.

El cantón Pujilí presenta una gran diversidad paisajística asociada a los distintos dominios fisiográficos y a la variabilidad altitudinal que éstos presentan. Las zonas más elevadas alcanzan los 4.300 msnm y están representadas por las Cimas frías de la cordillera, el paisaje en este ambiente se compone de circos y valles glaciares, para luego enlazarse con las grandes vertientes que representan los dominios Vertientes externas de la Cordillera Occidental y Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, que a su vez se enlazan con las zonas deprimidas de la región Sierra representadas por Relieves de fondo de cuencas interandinas, que descienden hasta los 2.600 msnm. La región Costa, apenas presente, está representada principalmente por superficies de cono de esparcimientos y glaciares de esparcimiento, que descienden hasta los 300 msnm.

El volcán Quilotoa marca un hito paisajístico destacado, ya que ha configurado algunas de las características que definen los diferentes contextos morfológicos: la presencia de una cobertura de cenizas volcánicas. Los contextos en los que se desarrolla esta cobertura son: *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte); Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte); y Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*. Además de esta característica, el volcán Quilotoa es un punto llamativo por su caldera de 3 km aproximadamente ocupada por un lago cratérico y su ubicación a unos 3.900 msnm.

En el cantón existe gran variedad geológica, entre formaciones volcánicas, volcano-sedimentarias, sedimentarias y deposicionales. Casi el 50% de la superficie del cantón está dominado por la Formación Pisayambo que comprende una secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas). El restante del cantón está en gran parte ocupado por depósitos volcánicos del Quilotoa y depósitos glaciares.

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. *Blackwell*. Oxford, 429 p.

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

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

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

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

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

5.2. Bibliografía citada

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

CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-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-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1978. Hoja Geológica: Ambato (Hoja 68), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Latacunga (Hoja 67), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1979. Hoja Geológica: Quevedo (Hoja 48), 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	Humedad	Número Muestras	Categorización Roca
Grado Fracturación	Tipo Discontinuidad	Buzamiento	Clasificación
Grado Meteorización	Espacio entre Discontinuidades	Azimuth	Tipo
Grado Compactación	Abertura entre Discontinuidades	Profundidad	Textura
Afloramiento Agua	Material Relleno		

Macizo Rocoso 2

Estructura Macizo Rocoso	Humedad	Número Muestras	Categorización Roca
Grado Fracturación	Tipo Discontinuidad	Buzamiento	Clasificación
Grado Meteorización	Espacio entre Discontinuidades	Azimuth	Tipo
Grado Compactación	Abertura entre Discontinuidades	Profundidad	Textura
Afloramiento Agua	Material Relleno		

Macizo Rocoso 3

Estructura Macizo Rocoso	Humedad	Número Muestras	Categorización Roca
Grado Fracturación	Tipo Discontinuidad	Buzamiento	Clasificación
Grado Meteorización	Espacio entre Discontinuidades	Azimuth	Tipo
Grado Compactación	Abertura entre Discontinuidades	Profundidad	Textura
Afloramiento Agua	Material Relleno		

A. Fotos Macizo Rocoso

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

B. Otros Aspectos Macizo rocoso

4. Depósitos Superficiales

Tipo Depósito Superficial

Composición Depósito Superficiales Porcentaje

A. Fotos Depósitos superficiales

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

B. Otros Aspectos Depósito superficial

#. Observaciones Generales

☒ Sincroniza con Geomorfología

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

CGg-ÑIII_E3-51-0026	CGg-ÑIII_E3-51-0208	CGg-ÑIV_A1-51-0192
CGg-ÑIII_E3-51-0033	CGg-ÑIII_E3-51-0209	CGg-ÑIV_A1-51-0193
CGg-ÑIII_E3-51-0037	CGg-ÑIII_E3-51-0210	CGg-ÑIV_A1-51-0194
CGg-ÑIII_E3-51-0039	CGg-ÑIV_A1-51-0142	CGg-ÑIV_A1-51-0202
CGg-ÑIII_E3-51-0041	CGg-ÑIV_A1-51-0143	CGg-ÑIV_A1-51-0204
CGg-ÑIII_E3-51-0043	CGg-ÑIV_A1-51-0144	CGg-ÑIV_A1-51-0206
CGg-ÑIII_E3-51-0044	CGg-ÑIV_A1-51-0145	CGg-ÑIV_A2-51-0207
CGg-ÑIII_E3-51-0048	CGg-ÑIV_A1-51-0147	CGg-ÑIV_A1-51-0211
CGg-ÑIII_E3-51-0051	CGg-ÑIV_A1-51-0148	CGg-ÑIV_A1-51-0212
CGg-ÑIII_E3-51-0052	CGg-ÑIV_A1-51-0149	CGg-ÑIV_A1-51-0213
CGg-ÑIII_E3-51-0053	CGg-ÑIV_A1-51-0152	CGg-ÑIV_A1-51-0214
CGg-ÑIII_E3-51-0074	CGg-ÑIV_A1-51-0153	CGg-ÑIV_A1-51-0215
CGg-ÑIII_E3-51-0092	CGg-ÑIV_A1-51-0155	CGg-ÑIII_E4-52-0054
CGg-ÑIII_E3-51-0093	CGg-ÑIV_A1-51-0161	CGg-ÑIII_E4-52-0055
CGg-ÑIII_E3-51-0095	CGg-ÑIV_A1-51-0163	CGg-ÑIII_E4-52-0056
CGg-ÑIII_E3-51-0107	CGg-ÑIV_A1-51-0164	CGg-ÑIII_E4-52-0058
CGg-ÑIII_E3-51-0111	CGg-ÑIV_A1-51-0165	CGg-ÑIII_E4-52-0059
CGg-ÑIII_E3-51-0112	CGg-ÑIV_A1-51-0168	CGg-ÑIII_E4-52-0061
CGg-ÑIII_E3-51-0114	CGg-ÑIV_A1-51-0171	CGg-ÑIV_A2-52-0153
CGg-ÑIII_E3-51-0118	CGg-ÑIV_A1-51-0172	CGg-ÑIV_A2-52-0154
CGg-ÑIII_E3-51-0128	CGg-ÑIV_A1-51-0173	CGg-ÑIII_F4-51-0539
CGg-ÑIII_E3-51-0130	CGg-ÑIV_A1-51-0174	CGg-ÑIII_F4-51-0540
CGg-ÑIII_E3-51-0131	CGg-ÑIV_A1-51-0175	CGg-ÑIII_F4-51-0541
CGg-ÑIII_E3-51-0133	CGg-ÑIV_A1-51-0176	CGg-ÑIII_F4-51-0542
CGg-ÑIII_E3-51-0134	CGg-ÑIV_A1-51-0177	CGg-ÑIII_F4-51-0543
CGg-ÑIII_E3-51-0135	CGg-ÑIV_A1-51-0184	CGg-ÑIII_F4-51-0545
CGg-ÑIII_E3-51-0136	CGg-ÑIV_A1-51-0185	CGg-ÑIII_F4-51-0546
CGg-ÑIII_E3-51-0137	CGg-ÑIV_A1-51-0188	CGg-ÑIII_F4-51-0572
CGg-ÑIII_E3-51-0138	CGg-ÑIV_A1-51-0189	CGg-ÑIII_F4-51-0575
CGg-ÑIII_E3-51-0139	CGg-ÑIV_A1-51-0190	CGg-ÑIII_F4-51-0576
CGg-ÑIII_E3-51-0140	CGg-ÑIV_A1-51-0191	

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 periglaciár*.

AFLORAMIENTOS ROCOSOS EN AMBIENTE PERIGLACIAR: 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 geoformas presentan más alargada y aplanada su zona superior, debido a que el frente de alteración adopta un patrón geométrico subparalelo a la superficie. Son exclusivas de la región Amazonía.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-D-

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

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

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

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

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

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

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

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

-E-

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

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

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

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

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

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

ESPINAZO: resalte morfológico rocoso, de desarrollo predominantemente lineal.

-F-

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

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

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

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

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

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

-G-

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

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

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

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

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

-H-

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

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

-I-

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

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

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

-K-

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

-L-

LAGUNA COLMATADA: depósito de antigua laguna.

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

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

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

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

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

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

-M-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-N-

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

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

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

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

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

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

-P-

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

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

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

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

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

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

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

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

-R-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-S-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-T-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-V-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-Y-

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

ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

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

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

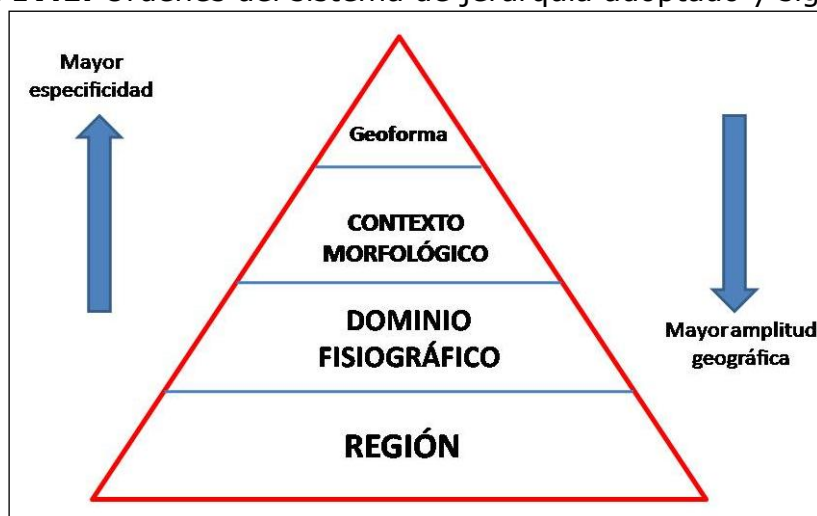
1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico

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

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

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

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



Fuente: CTN

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

Región: Una Región, o sistema geoestructural, puede definirse como una gran unidad geomorfológica resultante de la evolución geológica y tectónica del área en que se encuadra, en la que se manifiestan características del medio físico comunes a todo el amplio territorio incluido en ella. Una Región, típicamente con una extensión del orden de 10^4 a 10^5 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	Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas
	Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas
	Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas
	Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales
	Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)
DOMINIO FISIOGRAFICO: AMAZONIA PERIANDINA	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes
	Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas
	Colinas periandinas occidentales
	Colinas periandinas orientales
DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL AMAZÓNICO	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial amazónico
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	Gran cono tabular de la llanura costera
	Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados
	Llanura aluvial antigua
	Superficies onduladas y transición a la llanura aluvial reciente

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

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

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

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

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

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

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

Son las unidades básicas de mapeo. El tamaño mínimo para su representación es de 1 hectárea, con órdenes típicos de magnitud de entre 5 a 10 hectáreas hasta 10^2 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 (geoformas banales), no ligadas a ningún sustrato litológico concreto, de cierta extensión y continuidad. Las geoformas incluidas en este grupo han sido modeladas por una erosión relativamente uniforme en su conjunto, generalmente sobre materiales que habían sido con anterioridad elevados tectónicamente
Poligénicas	Formas y depósitos que tienen su origen en dos o más grupos genéticos o que son de difícil adscripción a uno de ellos
Otras	Se incluyen en este grupo geoformas de definición poco precisa, difícilmente representables por sus propias características y modo de aparición o áreas de fuerte intervención antrópica que impiden reconocer la geoforma original o representarla

Fuente: CTN

3. Atributos geológicos: formación geológica y litología

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 Ga	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.