

MEMORIA TÉCNICA

CANTÓN RIOBAMBA

PROYECTO:

“LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ESCALA 1:25.000, LOTE 2”

GEOMORFOLOGÍA

AGOSTO, 2015

PERSONAL PARTICIPANTE

Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

José Duque
Sandra González
Xavier Andrade
Óscar Garzón

Consortio TRACASA-NIPSA:

Responsables:

Joaquín del Val
Idurre Barinagarrementería

Memoria:

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

Fotointérpretes:

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

FISCALIZACIÓN realizada por la Asociación ACOTECNIC – INGEOMATICA

ÍNDICE

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

3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas	23
3.3.2. Paisajes glaciares	24
3.3.3. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	25
3.3.4. Paisajes de páramo con modelado eólico	25
3.3.5. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)	25
3.3.6. Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte	26
3.3.7. Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos	26
3.3.8. Medio aluvial de Sierra	26
3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón	27
3.5. Descripción de geoformas	36
3.5.1. Fluvial	36
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)	36
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2)	36
3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3)	37
3.5.1.4. Valle en V (E1)	37
3.5.1.5. Barranco (E2)	38
3.5.1.6. Garganta (E3)	38
3.5.1.7. Encañonamiento (E4)	38
3.5.1.8. Terraza media (Tm)	39
3.5.1.9. Terraza alta (Ta)	39
3.5.1.10. Terraza colgada (Tc)	40
3.5.1.11. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)	40
3.5.1.12. Terrazas escalonadas (Te)	41
3.5.1.13. Terrazas indiferenciadas (Ti)	41
3.5.1.14. Superficie de cono de esparcimiento (Co1)	41
3.5.1.15. Abrupto de cono de esparcimiento (Co4)	42
3.5.1.16. Superficie de cono de deyección (Cd1)	42
3.5.1.17. Abrupto de cono de deyección disectado	42
3.5.2. Laderas	43
3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)	43
3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)	43
3.5.2.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)	44
3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)	44
3.5.2.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)	45
3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1)	45
3.5.2.7. Vertiente rocosa (Lh3)	46

3.5.2.8.	Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)	47
3.5.2.9.	Morfología abollada (Lh5)	47
3.5.2.10.	Escarpe de deslizamiento (Lh6)	47
3.5.2.11.	Coluvión reciente (Col1)	48
3.5.2.12.	Coluvión antiguo (Col2)	48
3.5.2.13.	Macrocoluvión (Col3).....	49
3.5.2.14.	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)	50
3.5.2.15.	Talud de derrubios (Ld4).....	50
3.5.2.16.	Glacis de esparcimiento (Pd1).....	51
3.5.2.17.	Glacis de esparcimiento disectado (Pd2)	51
3.5.2.18.	Glacis-cono de esparcimiento (Pd3).....	52
3.5.2.19.	Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4).....	52
3.5.3.	Glaciar y periglaciar	52
3.5.3.1.	Circo glaciar (Gf1)	52
3.5.3.2.	Cubeta glaciar (Gf2).....	53
3.5.3.3.	Fondo de valle glaciar (Gf3)	53
3.5.3.4.	Vertiente de valle glaciar (Gf4)	54
3.5.3.5.	Valle glaciar colgado (Gf5)	55
3.5.3.6.	Rocas aborregadas (Gf7)	55
3.5.3.7.	Laguna glaciar (Gf8)	55
3.5.3.8.	Morrena lateral (Gd2).....	56
3.5.3.9.	Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6)	56
3.5.3.10.	Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciar (Gp2)	57
3.5.3.11.	Afloramientos rocosos en ambiente periglaciar (Gp3)	57
3.5.3.12.	Rocas en crestas y cuchillas (Gp4)	57
3.5.4.	Volcánico	57
3.5.4.1.	Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar (Vci1)	57
3.5.4.2.	Cono sin actividad volcánica actual y sin huellas glaciares (Vci3)	58
3.5.4.3.	Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar (Vca1)..	58
3.5.4.4.	Cráter (Vc1).....	59
3.5.4.5.	Casquete de cumbre nival, casquete glaciar (Vc4)	59
3.5.4.6.	Colada de lava antigua (Vc10).....	59
3.5.4.7.	Planicie arenosa de origen lahárico (Vc15)	59
3.5.4.8.	Domo volcánico (Dom)	60
3.5.4.9.	Relieve volcánico ondulado (Rv6)	60
3.5.4.10.	Relieve volcánico colinado muy bajo (Rv7)	60
3.5.4.11.	Relieve volcánico colinado bajo (Rv8)	60
3.5.4.12.	Relieve volcánico colinado medio (Rv9).....	61
3.5.4.13.	Relieve volcánico colinado alto (Rv10)	61

3.5.4.14.	Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11)	62
3.5.4.15.	Relieve volcánico montañoso (Rv12)	63
3.5.4.16.	Superficie volcánica ondulada (RvSo)	64
3.5.5.	Estructural	64
3.5.5.1.	Superficie de cuesta (Ei1)	64
3.5.5.2.	Frente de cuesta (Ei3)	64
3.5.5.3.	Vertiente de cuesta (Ei4)	65
3.5.5.4.	Restos de superficie estructural (Esr)	65
3.5.5.5.	Relieves escalonados sobre capas de lava endurecida y otros materiales volcánicos (Ev2) ...	65
3.5.5.6.	Superficies planas a ligeramente onduladas sobre cangahua (Ev3).....	66
3.5.6.	Tectónico-erosivo	66
3.5.6.1.	Relieve colinado medio (Rt4).....	66
3.5.7.	Poligénicas.....	67
3.5.7.1.	Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	67
3.5.7.2.	Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)	67
3.5.7.3.	Planicie intermontana (SP3)	68
3.5.7.4.	Superficie inclinada (Si2)	68
3.5.7.5.	Abrupto de superficie inclinada (Si4)	69
3.5.7.6.	Superficie alta (Sa1)	69
3.5.7.7.	Superficie alta disectada (Sa2)	69
3.5.7.8.	Inselberg (Rr1).....	69
3.5.7.9.	Tor (Rr2)	70
3.5.7.10.	Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)	70
3.5.7.11.	Interfluvio de cimas estrechas (Ar2).....	70
3.5.7.12.	Afloramientos rocosos (Sdv3)	71
3.5.8.	Otras geoformas.....	71
3.5.8.1.	Superficie intervenida (O5)	71
IV.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	72
V.	BIBLIOGRAFÍA	76
5.1.	Referencias generales	76
5.2.	Bibliografía citada	77

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 Riobamba	17
Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Riobamba	20
Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Riobamba	23
Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón	27
Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón	32

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 Riobamba	15
Figura 3.1. Localización de recorridos y fichas de campo del cantón Riobamba	18
Figura 3.2. Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Riobamba	19

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector San Luis	36
Fotos 2 y 3. Terraza baja y cauce actual. Sector Pungal San Pedro	37
Fotos 4 y 5. Barranco. Sector San Pedro Cachihuaycu	38
Foto 6. Terraza media. Sector Peltetec, margen derecha del río Alao	39
Foto 7. Terraza colgada. Sector Quimiag	40
Fotos 8 y 9. Vertiente o abrupto de terraza. Sector margen derecha del río Chibunga, suroeste de la ciudad de Riobamba	41
Foto 10. Vertiente rectilínea. Sector Cerro Yaguarcocha	43
Foto 11. Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector Puruhuay San Gerardo	44
Foto 12. Vertiente heterogénea. Sector Comuna Shobol Sinshil	46
Foto 13. Vertiente rocosa. Sector norte de San José Gallo Rumi	47
Foto 14. Escarpe de deslizamiento. Sector localidad de San Francisco de Asís	48
Foto 15. Coluvión antiguo. Sector sur de la localidad de Yaruquies	49
Fotos 16 y 17. Macrocoluvión. Sector localidad de Rumipamba	50
Foto 18. Glacis de esparcimiento. Sector localidad de San Antonio	51
Foto 19. Circo glaciar. Sector Cerro Hucaungu	53
Foto 20. Fondo de valle glaciar. Sector Quebrada Suyorumi, sur de Cerro Tililag	54
Foto 21. Vertiente de valle glaciar. Sector sur de Cerro Tililag	55
Foto 22. Depósito glaciar modelado por acción fluvial. Sector Comuna Guabo	56
Foto 23. Cono sin actividad volcánica actual y sin huellas glaciares. Sector Cerro Tulabug	58
Fotos 24 y 25. Relieve volcánico colinado medio. Sector este de la localidad de Calpi	57
Foto 26. Relieve volcánico colinado alto. Sector San oeste de ciudad de Riobamba	62
Fotos 27 y 28. Relieve volcánico colinado muy alto. Sector loma Montisín	63
Foto 29. Relieve volcánico montañoso. Sector loma Shugolurco	63
Foto 30. Superficie volcánica ondulada. Sector Santa Rosa de Izitziñag	64
Foto 31. Relieves escalonados sobre capas de lava endurecida y otros materiales volcánicos. Sector loma Santa Marianita, oeste de San Juan	66
Foto 32. Coluvio-aluvial antiguo. Sector localidad de San Francisco	67
Foto 33. Superficie inclinada. Sector oeste de localidad de Licto	68

I. INTRODUCCIÓN

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

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

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

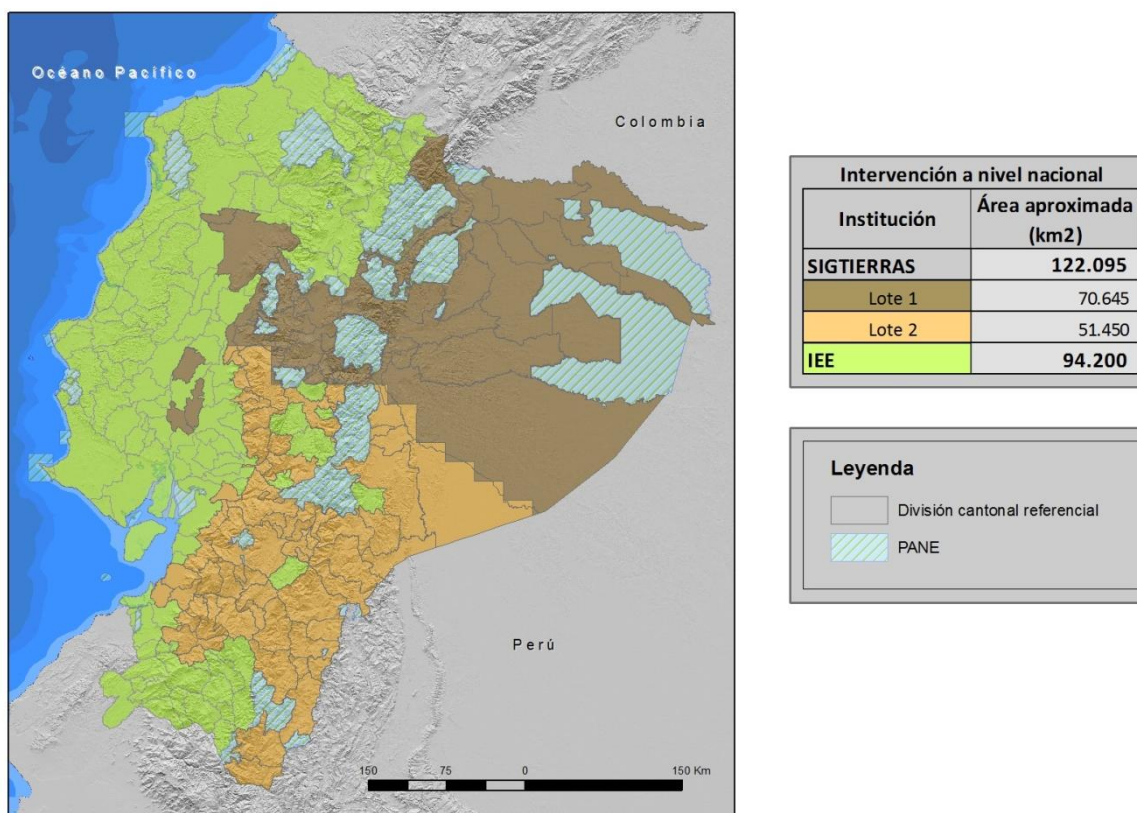
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

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

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

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

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



Fuente: CTN

1.1. El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador

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

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

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

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

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales del proyecto

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

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

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

1.2.2. Objetivos del estudio geomorfológico

Los objetivos específicos de la Cartografía Geomorfológica son:

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

1.3. Antecedentes de este estudio

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

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

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

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

II. METODOLOGÍA

2.1. Características del producto esperado

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

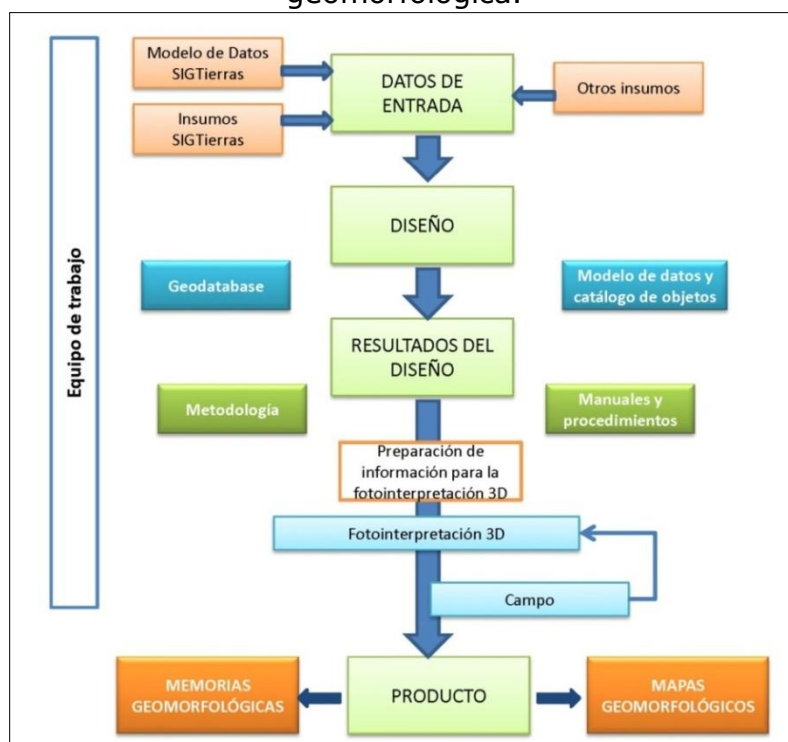
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

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

2.2. Etapas metodológicas

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

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



Fuente: CTN

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

2.2.1. Recopilación de información

Esta fase comprende:

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

2.2.1.1. Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes

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

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

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

2.2.1.2. Insumos complementarios

Los insumos complementarios, básicamente, son:

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

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

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

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

2.2.2. Fotointerpretación

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

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

El proceso de fotointerpretación cubre las siguientes etapas:

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

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

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

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

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

- Región
- Dominio Fisiográfico
- Contexto Morfológico

La fotointerpretación finaliza con:

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

2.2.2.1. Software empleado

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

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

2.2.3. Fase de campo

2.2.3.1. Criterios para la validación en campo

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

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

2.2.3.2. Validación y adquisición de datos de campo

En campo, la actividad contempla:

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

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

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

2.2.4. Integración de datos y adecuación cartográfica final

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

2.2.5. Mapa y leyenda

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

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

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

2.2.5.1. Explicación de la leyenda

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

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

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

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

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

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

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

Fuente: CTN

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

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

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

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

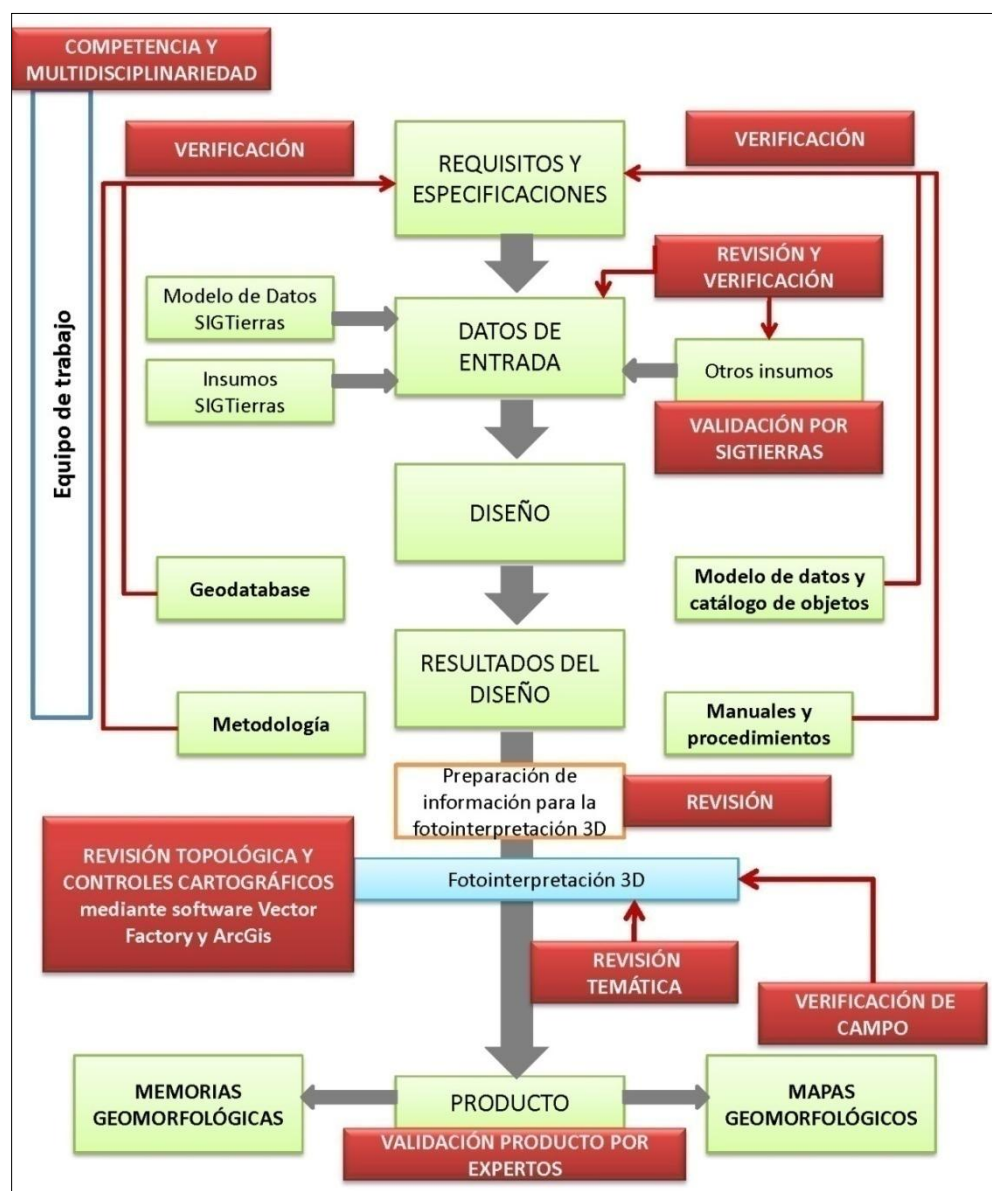
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

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

2.3. Control de calidad

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

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



Fuente: CTN

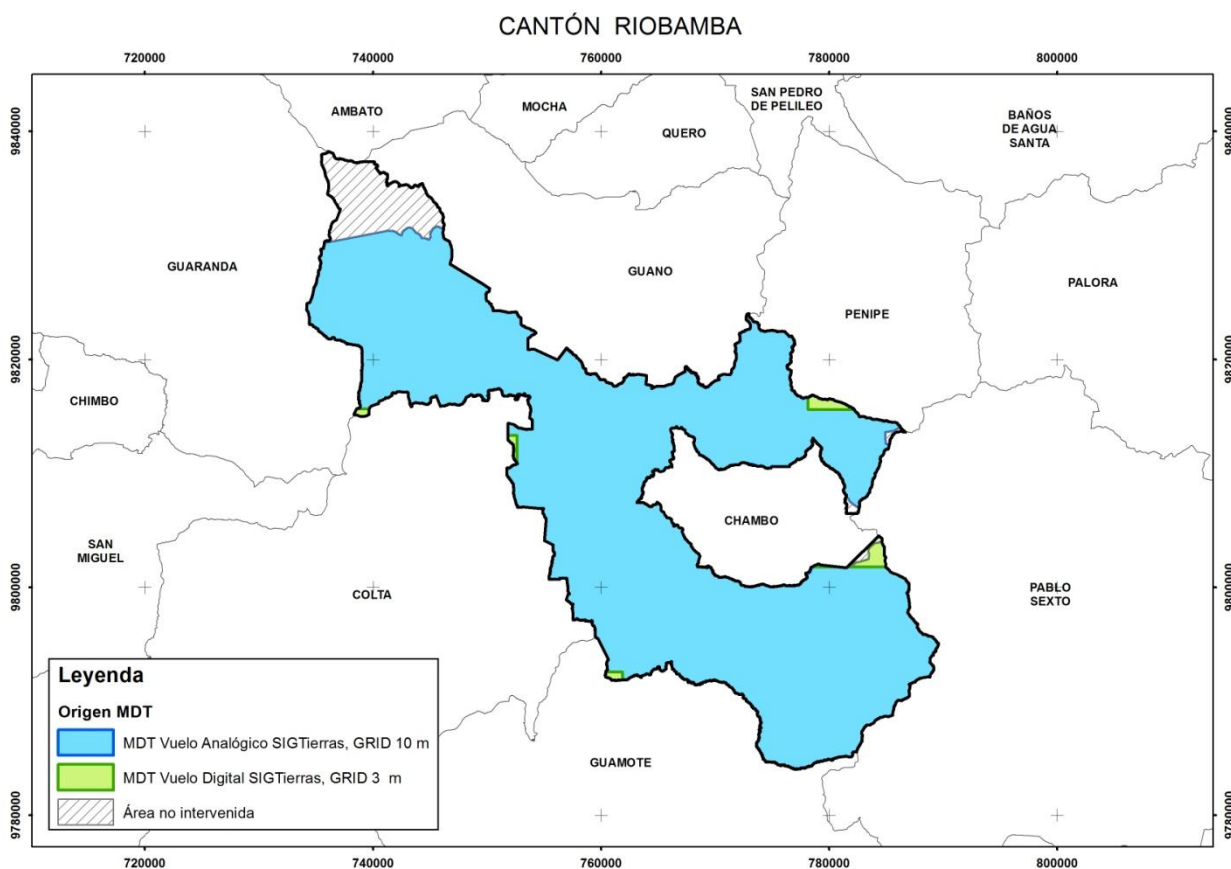
Estos hitos son los siguientes:

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

2.4. Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón

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



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

- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1976. Hoja Geológica: Chimborazo (Hoja 69), esc. 1:100.000. DGGM. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1978. Hoja Geológica: Riobamba (Hoja 70), esc. 1:100.000. DGGM. Quito
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Baños (Hoja 88), esc. 1:100.000. DGGM. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1994. Geological and metal occurrence maps of the Cordillera Real Metamorphic Belt, Ecuador, esc. 1:500.000 (publicado en 2 hojas). *CODIGEM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1997 y 1998. Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador, esc. 1:200.000. (Publicado en 5 hojas). *CODIGEM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1993. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1. 000.000. *CODIGEM*. Quito.

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

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

Código	Cartas Topográficas
ÑIV_C3	Guaranda
ÑIV_C4	Guano
ÑIV_D3	Palictagua
ÑIV_E1	Sicalpa
ÑIV_E2	Riobamba
ÑIV_F1	Volcán El Altar
ÑIV_E4	Guamote
ÑIV_F3	Llactapamba de Alao

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

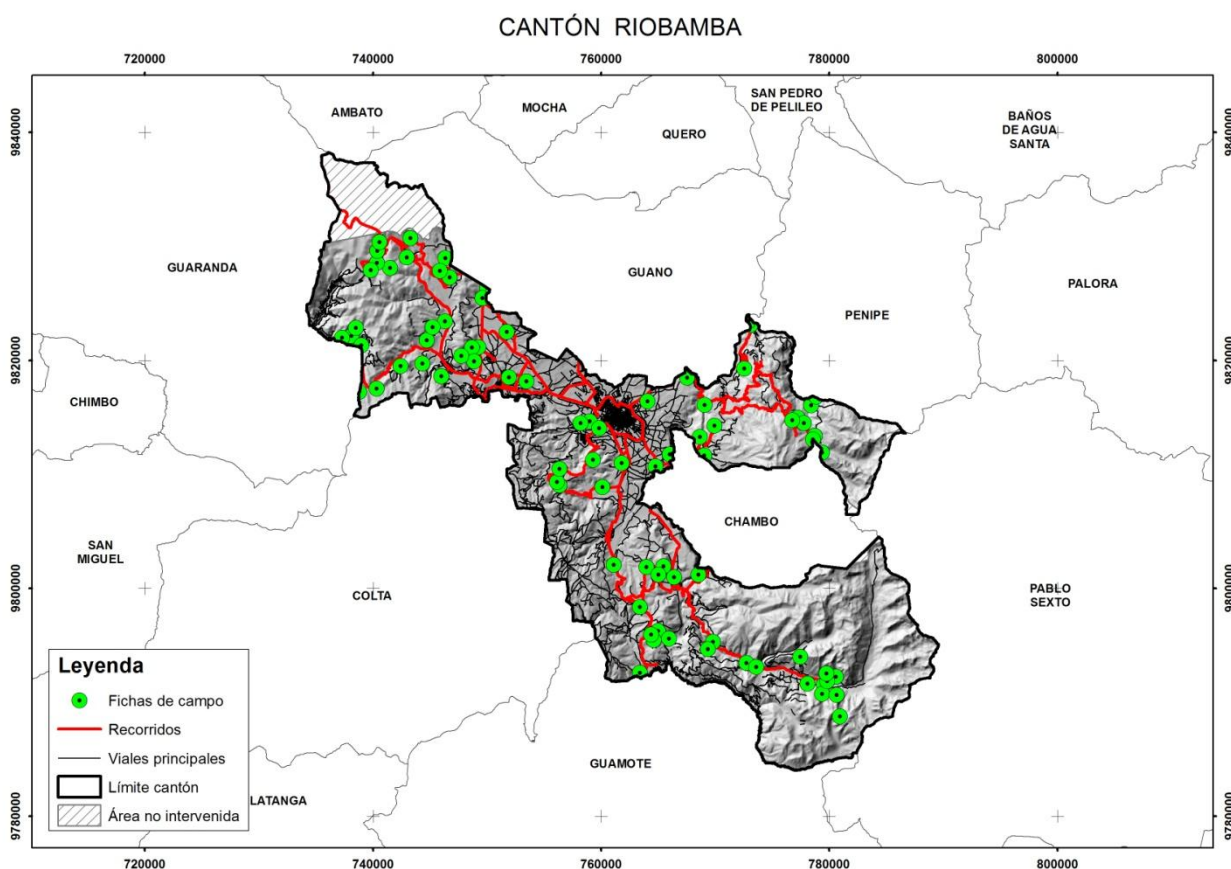
III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Riobamba se realizó entre los días 04 y 06 de junio y el 09 de agosto de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 81 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 Riobamba.



Fuente: CTN

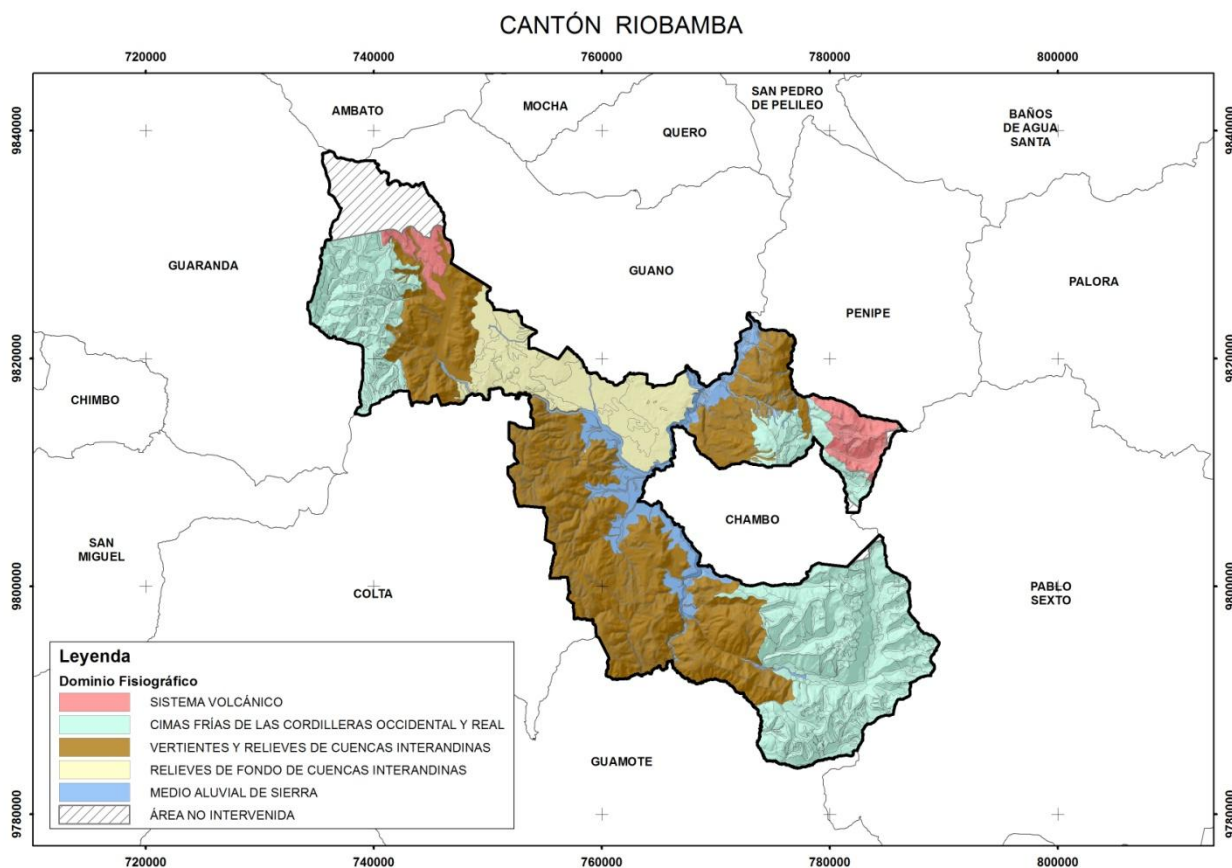
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

3.2. Región y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Riobamba tiene 987 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 922 km² ya que los restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y Parque Nacional Sangay) y/o al área de intervención del Instituto Espacial Ecuatoriano. Todas las cifras porcentuales, parciales y totales que se presentan en esta memoria corresponden exclusivamente al área de intervención de este estudio.

El cantón se encuentra incluido en la región Sierra, dentro de la cual se diferencian cuatro dominios fisiográficos. Su distribución geográfica se presenta en la Figura 3.2, y la extensión que ocupa cada uno de ellos en el cantón se muestra en el Cuadro 3.1.

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



Fuente: CTN

Cuadro 3.1. Región y dominios fisiográficos presentes en el cantón Riobamba.

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Sistema volcánico	35 km ²	3,8%
	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	318 km ²	34,5%
	Vertientes y relieves de cuencas interandinas	387 km ²	41,9%
	Relieves de fondo de cuencas interandinas	111 km ²	12%
	Medio aluvial de Sierra	71 km ²	7,7%

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

Fuente: CTN

3.2.1. Dominio Fisiográfico Sistema Volcánico

El vulcanismo ecuatoriano se compone según las huellas geomorfológicas que nos ha dejado, de una actividad volcánica de basamento, cuyos rastros más antiguos se localizan sobre la ladera oeste de la Cordillera de los Andes, representados por un vulcanismo básico. Dicho vulcanismo prosigue luego durante el Terciario sobre el emplazamiento actual de la cordillera donde sus productos constituyen el basamento de los Andes septentrionales y centrales, restringiéndose durante el Neógeno y localizándose entonces sobre las cordilleras meridianas.

Finalmente, un vulcanismo efusivo, provocó el derramamiento de aglomerados ácidos, riodacíticos los cuales, constituyen entablamentos que dan a los páramos de la Sierra centro-meridional su aspecto monótono tan característico.

En el cantón Riobamba este dominio fisiográfico se localiza en dos sectores bien diferenciados: en el sector noroccidental, al sur del Volcán Chimborazo y en el sector oriental, al oeste del volcán El Altar.

Tanto en los flancos meridionales del Volcán Chimborazo, como en los flancos occidentales del volcán El Altar, el dominio se desarrolla sobre materiales volcánicos del Pleistoceno.

Este dominio abarca aproximadamente el 4% de la superficie total, es decir unos 35 km², con alturas que oscilan entre los 3.140 y los 4.675 msnm. En este caso está representado por un único contexto morfológico, denominado *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

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

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

En el cantón Riobamba, este dominio se ubica en los sectores noroccidental y oriental, ocupando una superficie de aproximadamente 318 km² y presentando alturas comprendidas entre los 3.050 y los 4.680 msnm. En el sector noroccidental se desarrolla mayoritariamente sobre materiales de edad cretácica, apareciendo también sobre materiales volcánicos del Pleistoceno. En el sector oriental, el dominio se desarrolla principalmente sobre litologías de edad jurásica y en menor medida sobre materiales volcánicos del Pleistoceno. En el cantón Riobamba este dominio queda representado por tres contextos morfológicos: *Paisajes glaciares*, *Paisajes de páramo con modelado periglacial* y *huellas glaciares poco marcadas* y *Paisajes de páramo con modelado eólico*.

3.2.3. 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, limitado por las dos cordilleras y con un recubrimiento piroclástico generalizado, proveniente de los volcanes cercanos (Chimborazo y El Altar), sobreimpuestos sobre el sustrato montañoso y alineados con fracturas longitudinales y transversales a la cordillera.

Limitan directamente en su parte superior con el dominio *Cimas Frías*, presentando un descenso brusco y abrupto hacia las cuencas interandinas, enlazando con los fondos de las cuencas del río Chimborazo al norte y del río Chambo en el sector central y oriental. El sector septentrional está constituido mayoritariamente por materiales volcánicos del Plioceno los cuales tienen un contacto discordante con los materiales cretácicos de la Formación Yunguilla. En el sector central se desarrolla sobre materiales volcánicos de caída del Cuaternario y del Plioceno, mientras que en el sector oriental se constituye por litologías volcánicas del Pleistoceno que en los sectores más meridionales se encuentran en discordancia con los materiales jurásicos de la Formación Unidad Alao Paute.

Se localiza en los sectores central, oriental y occidental del cantón, ocupando una superficie aproximada de 387 km², siendo el dominio más extenso del cantón Riobamba. Presenta alturas comprendidas entre los 2.460 y los 4.300 msnm.

3.2.4. 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.

Localizado en el sector septentrional del cantón Riobamba, se desarrolla sobre materiales volcánicos del Pleistoceno, enlazando los relieves del dominio *Vertientes y relieves* con las zonas deprimidas del río Chibunga. La ciudad de Riobamba se asienta sobre este dominio fisiográfico.

Este dominio abarca aproximadamente el 12% de la superficie que conforma la zona de estudio definida para el cantón Riobamba, es decir unos 111 km². Presenta alturas que oscilan entre los 2.530 y los 3.320 msnm y está representado por un único contexto morfológico, denominado *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

3.2.5. Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra

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

En el cantón Riobamba atraviesa la zona de estudio de oeste a este y de sur a norte, disectando materiales volcánicos del Plioceno, Pleistoceno y Cuaternario. Queda representado principalmente por los sistemas fluviales de los ríos Chibunga (con dirección preferencial W-E) y Chambo (con dirección preferencial S-N). Presenta alturas comprendidas entre los 2.380 y los 3.250 msnm, quedando representado por un solo contexto morfológico con la misma denominación que el dominio: *Medio aluvial de Sierra*.

3.3. Contextos Morfológicos

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

Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Riobamba.

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 periglaciario y huellas glaciares poco marcadas
		Paisajes de páramo con modelado eólico
	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 volcánico-sedimentarios y piroclásticos
Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra	

Fuente: CTN

3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas

Este contexto morfológico incluye geoformas de origen volcánico y glaciario-periglaciario ya que pese a estar desarrollado sobre litologías volcánicas también presenta una gran altitud que ha provocado que las geoformas de naturaleza glaciario y periglaciario se combinen con las volcánicas. Así en el sector oriental, se ha identificado el cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciario perteneciente a los flancos occidentales del Volcán El Altar, junto a geoformas de origen glaciario-periglaciario como circo glaciario o cubeta glaciario. En el sector noroccidental se han identificado únicamente formas volcánicas como coladas de lava antigua y el cono muy bien conservado con actividad volcánica actual e intenso retoque glaciario perteneciente a los flancos meridionales del Volcán Chimborazo.

En el sector noroccidental este contexto morfológico se desarrolla sobre los piroclastos de colores claros de la Formación Volcánicos Sicalpa, sobre las andesitas piroxénicas de la Formación Volcánicos Chimborazo, sobre las lavas andesíticas y dacíticas de la Formación Lavas jóvenes del Chimborazo, sobre las lavas andesíticas piroxénicas porfiríticas de grano fino de la Formación Lavas del Carihuairazo y antiguas del Chimborazo y sobre las cenizas volcánicas de la Formación Cangahua.

En el sector oriental el contexto está constituido mayoritariamente por las lavas intermedias y básicas de la Formación Volcánicos El Altar y en menor medida sobre las filitas, esquistos y gneises de edad paleozoica pertenecientes a la Formación Serie Llanganates.

En el cantón, el contexto abarca aproximadamente el 3,8% de la superficie total, unos 35 km² de la zona de estudio dentro del mismo, ubicándose en los sectores noroccidental y oriental, con alturas comprendidas entre los 3.140 y los 4.675 msnm.

3.3.2. Paisajes glaciares

Este contexto se presenta en las tierras más frías de las Cordilleras Occidental y Real, cuyas morfologías más características se corresponden con formas y depósitos glaciares, actuales y heredados, a las que se llegan a superponer geoformas periglaciares.

Las geoformas más representativas que se han identificado corresponden a la génesis glaciario-periglaciario: circo glaciario y vertiente de valle glaciario, que juntas suman una superficie aproximada de 109 km², fondo de valle glaciario, depósito glaciario modelado por acción fluvial, valle glaciario colgado o rocas aborregadas. El grupo genético laderas es el segundo en extensión dentro del contexto, con 129 km² aproximadamente, predominando las vertientes de tipo rectilíneo con o sin disección, con abruptos, heterogéneas, rocosas, abruptas, y coluviones desarrollados en las partes medias o bajas de dichas vertientes.

La naturaleza volcánica del sustrato provoca la aparición de unidades de origen volcánico como relieve volcánico colinado alto. Dentro de las formas de origen poligénico destacan los interfluvios de cimas estrechas, divisorias agudas generadas en muchos casos por la coalescencia de circos o vertientes glaciares, como sucede en el sector oriental alrededor de los cerros Quilimas, Bayo, Caparina Pungu y Filo El Calvo.

En el extremo occidental, sobre los cerros Tililag y Shugorumi, se han identificado tres geoformas de origen estructural como son superficie, frente y vertiente de cuesta, desarrolladas sobre las limolitas y areniscas cretácicas de la Formación Yunguilla. Finalmente se identificaron geoformas fluviales de carácter erosivo como barrancos y gargantas y también de origen acumulativo como superficie de cono de deyección.

En el cantón Riobamba este contexto se desarrolla en el sector noroccidental, donde se desarrolla sobre las formaciones Yunguilla, Volcánicos Chimborazo y sobre depósitos glaciares; y en el sector oriental, donde está constituido mayoritariamente por las metavolcanitas con débil metamorfismo de la Formación Unidad Alao Paute y sobre las lavas intermedias y básicas de la Formación Volcánicos El Altar. En menor medida también está constituido por tobas y aglomerados volcánicos de la Formación Tarqui. Presenta alturas comprendidas entre los 3.050 y los 4.680 msnm y su extensión es de 315 km² aproximadamente, siendo el contexto con mayor extensión en el cantón.

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

Los paisajes de este contexto se caracterizan por cimas onduladas normalmente con cumbres e interfluvios anchos y redondeados, de los que emergen localmente afloramientos rocosos, como es el caso de la única geoforma presente en este contexto: vertiente rocosa.

Con una superficie muy pequeña de aproximadamente 2 ha, se desarrolla sobre las lavas intermedias y básicas de la Formación Volcánicos El Altar, presentando alturas comprendidas entre 3.885 y 4.000 msnm.

3.3.4. Paisajes de páramo con modelado eólico

Este contexto está formado únicamente por las geoformas circo glaciar y cubeta glaciar, desarrolladas en las partes altas del mismo. La mayor parte de este contexto en el que domina el modelado eólico se queda fuera del cantón, quedando en su mayor parte distribuido por el cantón Guaranda, situado inmediatamente al oeste.

Localizado en el extremo noroccidental de la zona de estudio definida para el cantón, presenta alturas comprendidas entre los 4.130 y los 4.300 msnm. Está constituido por andesitas piroxénicas, flujos de lava y piroclastos tobáceos de la Formación Volcánicos Chimborazo.

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

Este contexto morfológico se localiza en los sectores noroccidental y oriental del cantón Riobamba, donde enlaza con el dominio *Cimas frías* a una altitud aproximada de 3.800 msnm en la Cordillera Occidental y a una altura de 3.600-3.900 en la Cordillera Real. Su posición, inmediatamente por debajo de las *Cimas frías*, origina un acusado contraste con ellas, marcando una ruptura de pendiente muy clara.

También se desarrolla en el sector occidental del cantón, donde no entra en contacto con las *Cimas frías*. El límite inferior que forma con el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*, y también con el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas*, se localiza entre los 2.700 y los 3.300 msnm.

En el sector noroccidental se desarrolla sobre las limolitas masivas y areniscas de la Formación Yunguilla, sobre los piroclastos de colores claros de la Formación Volcánicos Sicalpa y sobre depósitos glaciares.

En el sector oriental está constituido por las metavolcanitas con débil metamorfismo de la Formación Unidad Alao Paute y por las lavas intermedias y básicas de la Formación Volcánicos El Altar. En el sector occidental se desarrolla sobre la Formación Volcánicos Sicalpa y sobre las cenizas volcánicas de la Formación

Cangahua. Presenta una superficie aproximada de 247 km², siendo el segundo contexto en extensión del cantón Riobamba.

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

Se ubica, altitudinalmente, entre el contexto *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*) y también al *Medio aluvial de Sierra*. Por tanto, las altitudes en que aparece varían entre los 2.700-3.100 msnm para el límite superior y entre 2.500-2.900 msnm, como límite inferior (generalmente el límite inferior coincide con el *Medio Aluvial de Sierra*), en función de los diferentes emplazamientos en que aparece.

En el sector occidental se desarrolla sobre los piroclastos de colores claros de la Formación Volcánicos Sicalpa y sobre las cenizas volcánicas de la Formación Cangahua, mientras que en el sector septentrional lo hace sobre las lavas intermedias y básicas de la Formación Volcánicos El Altar. Presenta una superficie aproximada de 141 km², ocupando un 15% de la extensión definida en el estudio del cantón.

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

Los fondos de las cuencas situados en el cantón Riobamba, presentan zonas con superficies suavemente inclinadas, que dan lugar a geoformas como relieves volcánicos colinados, glacis de esparcimiento, superficies volcánicas onduladas o planicies arenosas de origen lahárico, que constituyen las partes terminales de los edificios volcánicos del Chimborazo al oeste y de El Altar al este.

Se sitúa en el sector norte del cantón Riobamba, sobre los conglomerados volcánicos de la Formación Riobamba, presentando alturas comprendidas entre los 2.530 y los 3.380 msnm.

3.3.8. Medio aluvial de Sierra

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

3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón

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

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas	FLUVIAL	Barranco	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	2
		Cubeta glaciar	<1
		Fondo de valle glaciar	2
		Vertiente de valle glaciar	<1
		Valle glaciar colgado	<1
		Laguna glaciar	<1
		Morrena lateral	<1
	VOLCÁNICO	Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar	17
		Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar	2
		Cráter	<1
		Caldera	
		Casquete de cumbre nival, casquete glaciar	<1
	POLIGÉNICAS	Colada de lava antigua	8
		Coluvio-aluvial antiguo	<1
Interfluvio de cimas estrechas		3	
Paisajes glaciares	FLUVIAL	Barranco	2
		Garganta	<1
	LADERAS	Superficie de cono de deyección	2
		Vertiente rectilínea	45
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	16
		Vertiente rectilínea con abruptos	14
		Vertiente abrupta	6
		Vertiente abrupta con fuerte disección	<1
		Vertiente heterogénea	21
		Vertiente rocosa	21
		Coluvión reciente	2
		Coluvión antiguo	3
		Macrocoluvión	1
Talud de derrubios	<1		

Fuente: CTN

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Paisajes glaciares	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	42
		Cubeta glaciar	4
		Fondo de valle glaciar	10
		Vertiente de valle glaciar	68
		Valle glaciar colgado	7
		Rocas aborregadas	3
		Laguna glaciar	<1
		Morrena lateral	<1
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	9
		Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario	<1
		Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario	<1
		Rocas en crestas y cuchillas	1
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado alto	1
	ESTRUCTURAL	Superficie de cuesta	<1
		Frente de cuesta	<1
		Vertiente de cuesta	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	2
		Coluvio-aluvial antiguo	2
		Superficie inclinada	4
Superficie alta		<1	
Superficie alta disectada		1	
Tor		<1	
Interfluvio de cimas redondeadas		7	
Interfluvio de cimas estrechas		17	
Afloramientos rocosos	2		
Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas	LADERAS	Vertiente rocosa	<1
Paisajes de páramo con modelado eólico	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	2
		Cubeta glaciar	<1

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)	FLUVIAL	Valle en V	<1
		Barranco	6
		Terraza colgada	<1
		Superficie de cono de esparcimiento	<1
		Abrupto de cono de deyección disectado	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	16
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	75
		Vertiente abrupta	8
		Vertiente heterogénea	27
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión reciente	2
		Coluvión antiguo	4
		Macrocoluvión	3
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	Glacis de esparcimiento	3	
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Depósito glaciar modelado por acción fluvial	11
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado alto	11
		Relieve volcánico colinado muy alto	18
		Relieve volcánico montañoso	28
	ESTRUCTURAL	Restos de superficie estructural	<1
		Relieves escalonados sobre capas de lava endurecida y otros materiales volcánicos	4
		Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre cangahua	2
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	5
		Coluvio-aluvial antiguo	3
		Superficie inclinada	4
		Abrupto de superficie inclinada	<1
Superficie alta		14	
Inselberg		<1	
Interfluvio de cimas redondeadas		<1	
Interfluvio de cimas estrechas	2		

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	FLUVIAL	Valle indiferenciado	1
		Valle en V	<1
		Barranco	2
		Garganta	<1
		Encañonamiento	<1
		Terraza colgada	<1
		Superficie de cono de esparcimiento	<1
		Abrupto de cono de esparcimiento	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	23
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	20
		Vertiente abrupta	1
		Vertiente abrupta con fuerte disección	<1
		Vertiente heterogénea	16
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	3
		Morfología abollada	4
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión reciente	2
		Coluvión antiguo	5
		Macrocoluvión	3
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	4
		Glacis de esparcimiento	1
		Glacis de esparcimiento disectado	2
	Testigo de glacis de esparcimiento	<1	
	VOLCÁNICO	Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares	2
		Cráter	<1
		Colada de lava antigua	2
		Domo volcánico	<1
		Relieve volcánico ondulado	4
		Relieve volcánico colinado medio	3
		Relieve volcánico colinado alto	<1
		Relieve volcánico colinado muy alto	3
		Relieve volcánico montañoso	<1
Superficie volcánica ondulada	3		
POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	2	
	Coluvio-aluvial antiguo	2	
	Planicie intermontana	<1	
	Superficie inclinada	19	
	Abrupto de superficie inclinada	7	
	Interfluvio de cimas redondeadas	3	
	Interfluvio de cimas estrechas	<1	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos	FLUVIAL	Valle indiferenciado	<1
		Barranco	<1
		Encañonamiento	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	<1
		Coluvión antiguo	<1
		Glacis de esparcimiento	39
		Glacis-cono de esparcimiento	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Depósito glaciario modelado por acción fluvial	<1
	VOLCÁNICO	Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares	<1
		Planicie arenosa de origen lahárico	6
		Relieve volcánico colinado muy bajo	<1
		Relieve volcánico colinado bajo	<1
		Relieve volcánico colinado medio	53
		Relieve volcánico colinado alto	4
	Superficie volcánica ondulada	4	
POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1	
OTRAS GÉNESIS	Superficie intervenida	<1	
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	7
		Terraza baja y cauce actual	5
		Valle en V	2
		Barranco	3
		Garganta	1
		Terraza media	19
		Terraza alta	<1
		Terraza colgada	4
		Vertiente o abrupto de terraza	8
		Terrazas escalonadas	<1
		Terrazas indiferenciadas	4
		Superficie de cono de esparcimiento	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	2
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	4
		Vertiente abrupta	<1
		Coluvión reciente	2
		Coluvión antiguo	1
		Glacis de esparcimiento	7
		Testigo de glacis de esparcimiento	<1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	3
Interfluvio de cimas estrechas		<1	
OTRAS GÉNESIS	Superficie intervenida	<1	

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

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

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

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)	53
Depósitos de ladera (derrubios antiguos)	Q _{dl2}	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	<1
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	27
Depósitos coluvio aluviales	Q _{dca}	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	18
Depósitos aluviales	Q _{da}	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	13
Depósitos aluviales (abanico aluvial)	Q _{da1}	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	1
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q _{da5}	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	3
Depósitos aluviales (terrazas)	Q _{da8}	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	37

Fuente: CTN

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	24
Depósitos fluvio glaciares	Q _{dfg}	Cuaternario	Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas	20
Depósitos superficiales	Q _{dsi}	Cuaternario	Depósitos superficiales indiferenciados	<1
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	6
Formación Cangahua	Q _c	Cuaternario	Ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos	80
Formación Riobamba	P _{Rb}	Pleistoceno	Conglomerado volcánico de cantos angulares y redondeados de andesita en matriz de grano fino, con bancos interestratificados de ceniza (facies laharítica)	67
Lavas del Carihuairazo y antiguas del Chimborazo	P _{VCCh}	Pleistoceno	Lavas andesíticas piroxénicas porfiríticas de grano fino	3
Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua	P _{VTPC}	Pleistoceno	Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi	<1
Lavas jóvenes del Chimborazo	P _{VCh}	Pleistoceno	Lavas andesíticas y dacíticas vesiculares y porfiríticas	5
Volcánicos Chimborazo	P _{VChz}	Pleistoceno	Andesitas piroxénicas, flujos de lavas andesíticas y piroclastos tobáceos con fragmentos andesíticos	22

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Volcánicos El Altar	P _{VAt}	Pleistoceno	Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez	174
Volcánicos indiferenciados	P _{VI}	Pleistoceno	Volcánicos indiferenciados	2
Volcánicos Sicalpa	PL _{VSi}	Plioceno	Piroclastos de colores claros de tobas y aglomerados con fragmentos de andesita; ocasionales niveles de lavas andesíticas	104
Formación Pisayambo	PL _{Py}	Plioceno	Secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)	3
Formación Tarqui	MiO _{Tq}	Mioceno	Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava	13
Formación Yaruquíes	Pa _{Ya}	Paleoceno	Conglomerados	5
Formación Yunguilla	K _{Yg}	Cretácico	Limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas	66
Unidad Alao Paute	J _{AP}	Jurásico	Metavolcanitas con débil metamorfismo, lavas masivas y filitas verdes, esquistos verdes, cuarcitas y mármoles	164
Rocas metamórficas	ME	Paleozóico	Rocas metamórficas indiferenciadas	2
Granodiorita	IN Gd	Sin Asignación de edad	Granodiorita	3

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

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

En los códigos, la primera o primeras letras hacen referencia a la edad: Q= Cuaternario, P=Pleistoceno, Pl=Plioceno, Mio=Mioceno, Pal=Paleoceno, K=Cretácico, J=Jurásico. Mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial en el caso de los materiales de edad Cuaternario (dl=depósitos de ladera, dca=depósitos coluvio aluviales, da= depósitos aluviales, etc, o al nombre de la "formación geológica" (Py= Pisayambo, Rb= Riobamba, C= Cangahua, etc.). Los símbolos que inician su denominación con ME hacen referencia a rocas metamórficas que, en los insumos, carecían de asignación de edad, aunque por su posición y otras características han sido consideradas de forma genérica como pertenecientes al Paleozoico.

3.5. Descripción de geoformas

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

3.5.1. Fluvial

3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)

Esta geoforma se sitúa en el sector central del cantón, asociada al río Chibunga, que rodea la ciudad de Riobamba por el sur. Se desarrolla en el contexto *Medio aluvial de Sierra* y se caracteriza por la presencia de depósitos aluviales de granulometría muy diversa, transportados y depositados por los canales fluviales.

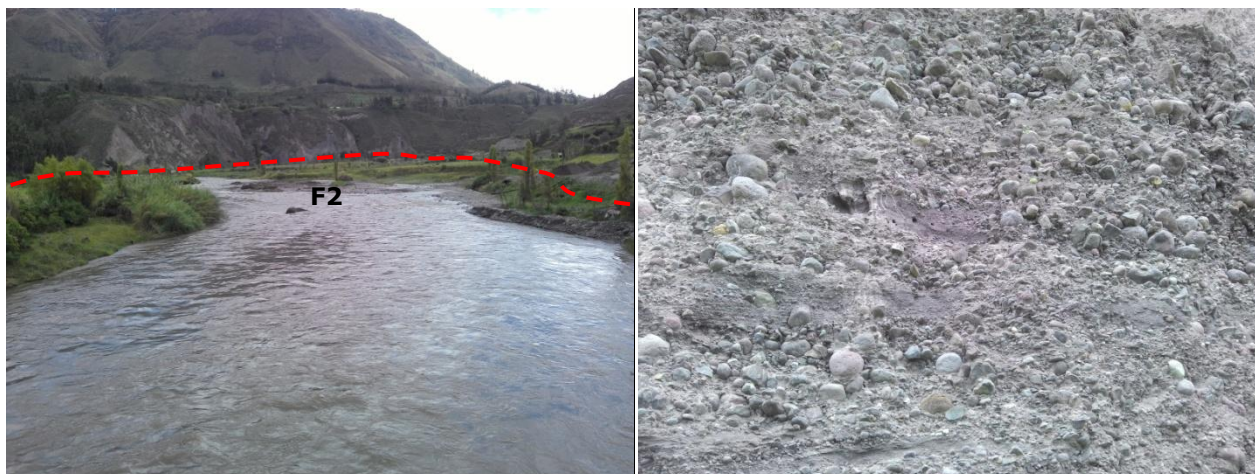
Presentan pendientes mayoritariamente muy suaves (de 2 a 5%) y en menor medida suaves. Las formas de valle son planas, como se observa en la foto 1, con una anchura media mayoritaria comprendida entre 200 y 300 metros. Presentan drenajes mayoritariamente subdendrícos.



Foto 1. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector San Luis. 04/06/2014.

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

Se localiza en los sectores central, meridional y oriental del cantón Riobamba, formando parte del cauce actual de los ríos Chambo, Blanco, Alao y Cebadas. Se desarrolla sobre el contexto *Medio aluvial de Sierra* y presenta pendientes de muy suaves a suaves, valles con formas planas y formas de drenaje meándricas, anastomosadas o subdendrícos.



Fotos 2 y 3. Terraza baja y cauce actual. Vista general (izquierda) y detalle del depósito superficial (derecha). Depósitos aluviales. Sector Pungal San Pedro. 05/06/2014.

3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3)

Esta geoforma se sitúa en los sectores central (al norte de la localidad de Calpi) y oriental (al oeste de la localidad de Santa Rosa de Iztziñag) del cantón. Se localiza 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.*

Se desarrolla sobre depósitos aluviales, constituidos por arenas, limos, arcillas y conglomerados, presentando pendientes de suaves a medias (de 5 a 25%) y formas de valle planas.

3.5.1.4. Valle en V (E1)

Esta geoforma se sitúa en los sectores noroccidental (ocupando el fondo de valle del río Tililag, al norte de la localidad de San José de Gallo Rumi), central (al sur de la localidad de Cocha Machángara), oriental (ocupando el fondo de valle del río Blanco) y meridional (al sur de la localidad de Pungala) del cantón. Las dos vertientes laterales que el río ha erosionado verticalmente, presentan pendientes de fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%). Las dimensiones longitudinales son por lo general de orden kilométrico y las anchuras mayoritarias, inferiores a 100 metros.

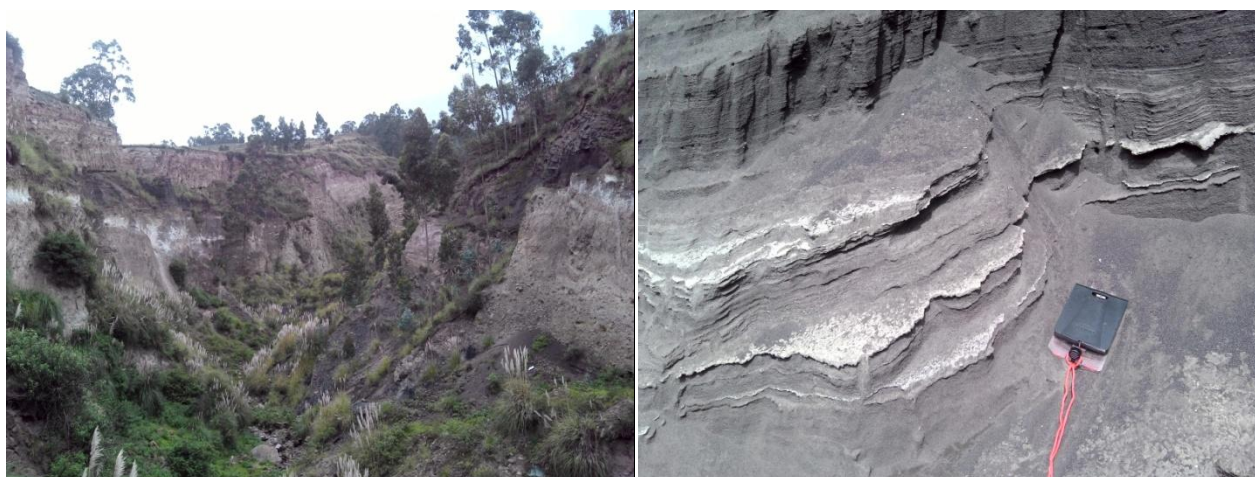
Se desarrolla sobre tres contextos morfológicos: i) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte;* y iii) *Medio aluvial de Sierra.*

En las *Vertientes y relieves superiores* el encajamiento fluvial se ha generado sobre la Formación Volcánicos El Altar. En las *Vertientes y relieves inferiores* estos valles en V se encajan en la Formación Volcánicos Sicalpa, mientras que en el contexto *Medio aluvial de Sierra* esta unidad geomorfológica erosiona los materiales de las formaciones Yunguilla y Volcánicos El Altar.

3.5.1.5. Barranco (E2)

Se encuentra repartida por todo el cantón, presentando pendientes transversales de medias hasta muy fuertes (de 12 a 100%), con formas de valle mayoritariamente en V y ausencia generalizada de suelos, como se puede observar en la foto 4.

Se presenta en seis de los ocho contextos morfológicos del cantón y su distribución no guarda ninguna relación especial con determinadas formaciones geológicas.



Fotos 4 y 5. Barranco. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Formación Cangahua. Sector San Pedro Cachihuaycu. 04/06/2014.

3.5.1.6. Garganta (E3)

Aparece en el sector noroccidental (formando la Quebrada Chimborazo Huaycu) y central (formando la Quebrada San Gerardo) del cantón. Se encuadra en tres contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*; y iii) *Medio aluvial de Sierra*.

Estas gargantas, con pendientes mayoritariamente fuertes (de 40 a 70%), erosionan verticalmente depósitos aluviales de terraza en el contexto *Medio aluvial de Sierra*; en el contexto *Paisajes glaciares* lo hacen sobre la Formación Volcánicos Chimborazo y en *Vertientes y relieves inferiores* erosionan las cenizas volcánicas de la Formación Cangahua.

Las vertientes de estas gargantas son cóncavas o rectilíneas y presentan una longitud de corta a moderadamente larga; las formas de valle son en V y los desniveles relativos están comprendidos entre 5 y 50 metros.

3.5.1.7. Encañonamiento (E4)

Se localizan en el sector central y occidental del cantón, formando las incisiones de la Quebrada Naguijón y de otro pequeño sistema fluvial sin nombre localizado al oeste de la localidad de Yaruquíes. Erosionan los materiales de la Formación Volcánicos Sicalpa y se integran en dos 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.

Es una geoforma similar a la garganta, pero con mayor profundidad de encajamiento. En este caso, los desniveles de sus vertientes están comprendidos entre 50 y 100 metros, llegando hasta más de 300 metros en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas*. Presentan pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), formas de valle en V y longitudes de vertiente superiores a 50 metros con formas rectilíneas o mixtas.

3.5.1.8. Terraza media (Tm)

Esta geoforma se ubica en el sector central y septentrional del cantón Riobamba, sobre el contexto *Medio aluvial de Sierra*.

Presentan pendientes de planas a suaves (de 0 a 12%) y representan el primer nivel de terrazas por encima de los depósitos fluviales actuales, situándose, como promedio, a una altura de entre 30-100 metros sobre el cauce del río Chibunga, entre 5-15 metros sobre el cauce del río Chambo, entre 10-15 metros sobre el cauce del río Blanco y entre 5-10 metros sobre el río Alao, como se aprecia en la foto 6.

Litológicamente compuestas por conglomerados, limos arenosos y arcillas limosas.

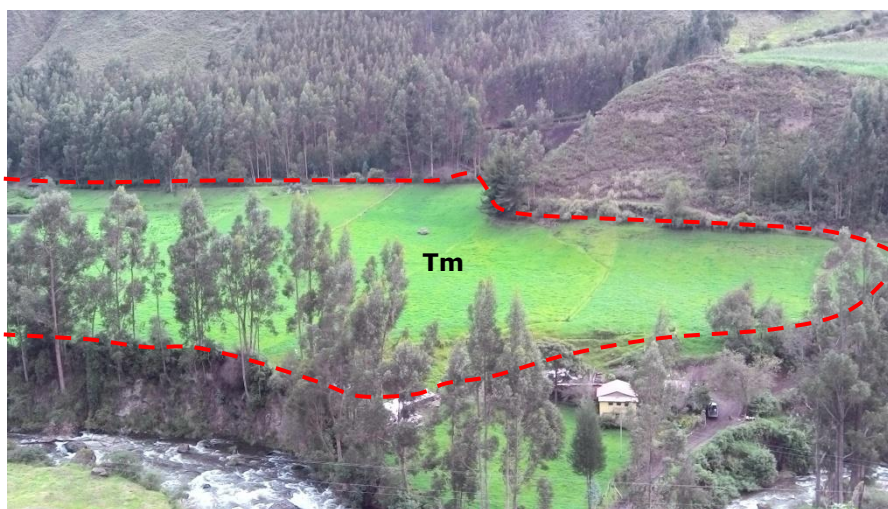


Foto 6. Terraza media. Sector Peltetec, margen derecha del río Alao. 05/06/2014.

3.5.1.9. Terraza alta (Ta)

Esta geoforma se localiza en el sector central del cantón, elevada entre 20-40 metros sobre el cauce del río Guano, justo al oeste de la localidad de Cubijíes, situada al este de la ciudad de Riobamba.

Presenta pendientes suaves (de 5 a 12%) y se incluye, al igual que la terraza media, en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*. Su litología también está compuesta por conglomerados, limos arenosos y arcillas limosas.

3.5.1.10. Terraza colgada (Tc)

Ubicadas en el sector oriental del cantón, en la margen derecha del río Chambo a su paso por la localidad de Cubijíes. Se sitúan a una altura comprendida entre 30-150 metros sobre el río Chambo y se desarrollan sobre tres contextos morfológicos: i) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*; y iii) *Medio aluvial de Sierra*.

Litológicamente están formadas por los mismos depósitos aluviales que la geoforma anterior (Ta), presentando pendientes mayoritariamente suaves (de 5 a 12%).



Foto 7. Terraza colgada. Sector Quimiag. 05/06/2014.

3.5.1.11. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)

Esta geoforma situada en el sector central y oriental del cantón, se ha podido mapear en las márgenes de los ríos Chambo, Daldal, Chibunga y en las Quebradas Colorada y Guaslan. Suponen el abrupto de las terrazas anteriormente descritas y se localizan en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

Se caracterizan por presentar pendientes de medias hasta muy fuertes (de 12 a 100%), desniveles relativos que mayoritariamente oscilan entre 50-200 metros, vertientes con longitudes de moderadamente largas a largas (de 50 a 500 metros) y formas principalmente rectilíneas.

Constituidas sobre depósitos aluviales (terrazas), en la ficha seleccionada presentan un porcentaje de 45% de limos, 30% de gravas y 25% de bloques angulares.



Fotos 8 y 9. Vertiente o abrupto de terraza. Vista general (izquierda) y detalle del depósito superficial (derecha). Depósitos aluviales (terrazas). Sector margen derecha de río Chibunga, suroeste de la ciudad de Riobamba. 04/06/2014.

3.5.1.12. Terrazas escalonadas (Te)

Se sitúa en el sector meridional del cantón, en la confluencia de los ríos Chambo, Ishpi y Alao, justo al sur de la localidad de Pungala. Se localiza en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra* y presenta pendientes suaves (de 5 a 12%).

Las terrazas escalonadas quedan englobadas en una sola unidad cartográfica al no poder individualizarse en diferentes niveles. Litológicamente se componen por los mismos depósitos aluviales que el resto de las terrazas anteriormente descritas.

3.5.1.13. Terrazas indiferenciadas (Ti)

Esta geoforma se localiza en el sector meridional del cantón Riobamba, en ambos márgenes del río Chambo y en la confluencia de éste con el río Daldal, al noreste de la localidad de Licto.

Son 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.

Se desarrollan sobre el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*, presentando pendientes de suaves a medias (de 5 a 25%). Están constituidas al igual que las demás terrazas por conglomerados, limos arenosos y arcillas limosas.

3.5.1.14. Superficie de cono de esparcimiento (Co1)

Esta geoforma se sitúa en la zona central y meridional del cantón, al norte de la localidad de Punín y en la confluencia de los ríos Chambo y Huargalla, localizándose en tres contextos morfológicos: i) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* ii) *Vertientes y relieves*

inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte; y iii) Medio aluvial de Sierra.

Se desarrolla sobre depósitos aluviales de abanico y de cono de deyección, presentando pendientes de suaves a medias (de 5 a 25%), desniveles relativos comprendidos entre 15-100 metros y longitudes de vertiente de largas a muy largas (de 250 a más de 500 metros) con formas rectilíneas o mixtas.

3.5.1.15. Abrupto de cono de esparcimiento (Co4)

Representan el escalón que limita con la superficie anterior (Co1), formando parte del mismo cuerpo sedimentario del cono de esparcimiento. Localizado en la confluencia de los ríos Chambo y Huargalla, sobre el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte.*

Presenta pendientes fuertes, desniveles relativos comprendidos entre 50-100 metros y longitudes de vertiente moderadamente largas con formas rectilíneas.

3.5.1.16. Superficie de cono de deyección (Cd1)

Esta unidad geomorfológica se distribuye por el sector suroriental del cantón Riobamba, en ambos márgenes del río Alao y en la margen derecha del río Maguazo. Se desarrolla en cuatro contextos morfológicos: i) Paisajes glaciares; ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte;* iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos;* y iv) *Medio aluvial de Sierra.*

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

Presenta pendientes muy suaves en el contexto *Medio aluvial de Sierra* y de medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%) en los contextos restantes. Los desniveles relativos son variables, de 5 a 15 metros en el contexto *Medio aluvial de Sierra*, de 25 a 200 metros en *Paisajes glaciares* y de 25 a 50 metros en *Relieves de fondo* y en *Vertientes y relieves inferiores.*

Las vertientes varían de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros) y presentan formas principalmente convexas.

3.5.1.17. Abrupto de cono de deyección disectado

Esta geoforma se sitúa en el extremo sur del cantón, al este de la localidad de Canallapamba, sobre el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte).*

Constituida por depósitos aluviales de cono de deyección, define el escarpe o escalón que limita con una *superficie de cono de deyección disectado* que en este caso no se ha representado.

Presenta pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), desniveles relativos comprendidos entre 50-100 metros y vertientes con longitudes de vertiente moderadamente largas (de 50 a 250 metros) y formas rectilíneas.

3.5.2. Laderas

3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma se distribuye por toda la superficie del cantón Riobamba, localizándose en cinco contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*; iv) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*; y v) *Medio aluvial de Sierra*.

Presentan pendientes de medias hasta fuertes, comprendidas entre el 12% y el 70%. Los desniveles relativos, son variables en todos los contextos morfológicos y suelen oscilar entre 100 metros y más de 300 metros, con longitudes de vertiente mayoritariamente comprendidas entre 250 y más de 500 metros. Se desarrollan sobre un amplio abanico de formaciones geológicas: Formación Unidad Alao Paute, Formación Yunguilla, Formación Cangahua, etc.



Foto 10. Vertiente rectilínea. Sector Cerro Yaguarcocha. 06/06/2014.

3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Se reparte por toda la superficie del cantón salvo en el sector noroccidental, desarrollándose sobre cuatro contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*; y iv) *Medio aluvial de Sierra*.

Presentan pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos variables aunque mayoritariamente superiores a 300 metros y longitudes de vertiente principalmente muy largas (más de 500 metros).

Se desarrollan sobre un amplio abanico de formaciones geológicas: Formación Alao Paute, Formación Volcánicos Sicalpa, Formación Cangahua, etc.



Foto 11. Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector Puruhuay San Gerardo. 05/06/2014.

3.5.2.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)

Esta unidad geomorfológica se localiza en la zona oriental del cantón, junto al Cerro Curiquingue y desde el sur del Cerro Cacadrón hasta el este del Cerro Ainchi Chico. Se desarrollan sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Formadas por los materiales de las formaciones Unidad Alao Paute y Volcánicos El Altar, presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos superiores a 300 metros y longitudes de vertientes muy largas (más de 500 metros).

3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)

Se distribuye por toda la superficie del cantón Riobamba salvo en su sector oriental, localizándose en cuatro contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*; y iv) *Medio aluvial de Sierra*.

Presenta pendientes muy fuertes y en menor medida escarpadas (de 70 a 150%), desarrolladas sobre un amplio abanico de litologías: Formación Yunguilla, Formación Tarqui, Formación Volcánicos Sicalpa, etc.

Los desniveles que presenta son mayoritariamente superiores a 300 metros y las longitudes de vertiente son principalmente muy largas con formas rectilíneas.

3.5.2.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)

Esta geoforma se ubica en la zona occidental del cantón, al noroeste de la localidad de San José de Gallo Rumi y al este de la localidad de Santa Rosa de Iztizñag. Se desarrolla sobre los contextos morfológicos *Paisajes glaciares* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*

En el contexto *Paisajes glaciares* está constituida por los materiales de la Formación Yunguilla, mientras que en el contexto *Vertientes y relieves inferiores* se desarrolla sobre la Formación Volcánicos El Altar.

Presenta pendientes muy fuertes, desniveles relativos comprendidos entre 50 y 300 metros y longitudes de vertiente comprendidas entre 50 y 500 metros con formas rectilíneas.

3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1)

Ubicada por toda la superficie del cantón Riobamba, se localiza en tres contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; 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*.

Son laderas de perfil mixto o irregular, que presentan pendientes de medias hasta fuertes (del 12 al 70%), desniveles relativos importantes, que superan a menudo los 300 metros y longitudes de vertiente superiores a 500 metros.

Se presentan sobre un variado elenco de formaciones geológicas: Formación Unidad Alao Paute, Formación Yunguilla, Formación Volcánicos El Altar, etc.



Foto 12. Vertiente heterogénea. Sector Comuna Shobol Sinshil. 04/06/2014.

3.5.2.7. Vertiente rocosa (Lh3)

Esta geoforma se sitúa en el sector oriental del cantón Riobamba, salvo una pequeña zona en el extremo noroccidental. Se desarrolla sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares* y una pequeña superficie de aproximadamente 2 ha en el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Sus características vienen definidas por pendientes fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%), un desnivel relativo comprendido entre 100 y más de 300 metros y una longitud de vertiente de larga a muy larga (de 250 a más de 500 metros) con forma irregular o mixta. Se desarrolla sobre los materiales de la Formación Unidad Alao Paute, Formación Yunguilla y Formación Volcánicos El Altar.



Foto 13. Vertiente rocosa. Sector norte de San José Gallo Rumi. 05/06/2014.

3.5.2.8. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Se localiza en el sector central del cantón, al suroeste de la localidad de Licto, sobre el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte.*

Se encuentran recubiertas por las cenizas volcánicas de la Formación Cangahua y presentan pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%), desniveles relativos superiores a 300 metros y longitudes de vertiente mayores a 500 metros con formas irregulares.

3.5.2.9. Morfología abollada (Lh5)

Esta geoforma se ubica en el sector central del cantón, al sur de la localidad de Cocha Machángara y junto a la localidad de Balcashi. Se localiza en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte.*

Litológicamente constituida por la Formación Volcánicos El Altar y por depósitos de ladera, presenta pendientes medias (de 12 a 25%) y desniveles relativos comprendidos entre 100-200 metros y superiores a 300 metros. Las vertientes presentan longitudes muy largas (más de 500 metros) y tienen formas irregulares.

3.5.2.10. Escarpe de deslizamiento (Lh6)

Se sitúa en el sector central del cantón, sobre 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 desarrolla sobre los materiales de las formaciones Volcánicas Sicalpa y Volcánicas El Altar, presentando pendientes fuertes o muy fuertes (de 40 a 100%) y desniveles relativos variables (de 25 a 200 metros). Las vertientes presentan unas longitudes de moderadamente largas hasta largas (de 50 a 500 metros) con formas rectilíneas o mixtas.



Foto 14. Escarpe de deslizamiento. Sector localidad de San Francisco de Asís. 04/06/2014.

3.5.2.11. Coluvión reciente (Col1)

Esta geoforma se localiza en el sector central y meridional del cantón Riobamba, sobre cuatro contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*; y iv) *Medio aluvial de Sierra*.

Se desarrollan sobre depósitos de ladera (coluvial) y presentan pendientes de suaves a fuertes (de 5 a 70%), desniveles relativos muy variables aunque mayoritariamente comprendidos entre 50-100 metros y entre 200-300 metros. Las longitudes de vertiente varían de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros) y presentan múltiples formas: mixtas, rectilíneas, irregulares, etc.

3.5.2.12. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geoforma se encuentra repartida por toda la superficie del cantón, ocupando las partes medias y bajas de las laderas y desarrollándose sobre cinco contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*; iv)

Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos; y v) Medio aluvial de Sierra.

Presentan perfiles de ladera muy variados (cóncavo, mixto, irregular, etc.), pendientes de suaves a fuertes (de 5 a 70%), desniveles relativos muy variables y longitudes de vertiente que superan los 50 metros y, a menudo, los 500 metros.

Están formados al igual que la anterior geoforma (Col1), por material textural y composicionalmente heterogéneo, en el que predominan fragmentos de carácter angular y subangular englobados en una matriz arenosa o limosa, escasamente clasificados y sin estratificación.



Foto 15. Coluvión antiguo. Sector sur de la localidad de Yaruquíes. 04/06/2014.

3.5.2.13. Macrocoluvión (Col3)

Se localiza en los sectores oriental y suroriental del cantón, sobre tres contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; 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.*

Formados, al igual que las dos anteriores geoformas (Col1 y col2), por depósitos de ladera (coluvial). Presentan pendientes suaves en el contexto *Paisajes glaciares* y de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%) en los dos contextos restantes. Los desniveles relativos están comprendidos entre 50 y más de 300 metros, las longitudes de vertiente son mayoritariamente muy largas y sus formas irregulares.



Fotos 16 y 17. Macrocoluvión. Vista general (izquierda) y detalle del depósito superficial (derecha). Depósitos de ladera (coluvial). Sector localidad de Rumipamba. 05/06/2014.

3.5.2.14. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

Se distribuyen por toda la superficie del cantón, salvo en los extremos noroccidental y suroriental. Se desarrollan sobre 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.*

Compuestos por material de alteración y meteorización de las laderas y por fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño, presentan pendientes de medias hasta fuertes (de 25 a 70%) y desniveles relativos con rangos muy diversos, aunque mayoritariamente comprendidos entre 200-300 metros. Las formas de vertiente son irregulares o convexas y las longitudes varían de 250 a más de 500 metros.

3.5.2.15. Talud de derrubios (Ld4)

Esta geoforma, que ocupa una pequeña superficie de aproximadamente 28 ha, se localiza en el sector oriental del cantón Riobamba, en la vertiente meridional del Cerro Guango Pungu. Se localiza en el contexto *Paisajes glaciares* y está formada por derrubios antiguos de ladera.

Presenta una pendiente fuerte, un desnivel relativo comprendido entre 100-200 metros y una longitud de vertiente larga (de 250 a 500 metros) con forma rectilínea.

3.5.2.16. Glacis de esparcimiento (Pd1)

Se reparte por buena parte del sector central del cantón, sobre los contextos morfológicos: i) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*; iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*; y iv) *Medio aluvial de Sierra*.

Constituido por depósitos de ladera, presenta pendientes de muy suaves a medias (de 2 a 25%), desniveles relativos muy variables aunque predominantemente comprendidos entre 200-300 metros y longitudes de vertiente mayoritariamente superiores a 500 metros con formas cóncavas, rectilíneas o mixtas. En el sector más noroccidental de la zona central se sitúan al pie del relieve volcánico colinado muy alto desarrollado desde la loma Huantuloma hacia el norte, hasta el Cerro Cushasango.



Foto 18. Glacis de esparcimiento. Sector localidad de San Antonio. 04/06/2014.

3.5.2.17. Glacis de esparcimiento disectado (Pd2)

Esta unidad geomorfológica se sitúa en el sector central del cantón, justo al noroeste de la localidad de Yaruquíes. Se desarrolla sobre el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*.

Litológicamente compuesto por depósitos de ladera, presenta pendiente suave, desnivel relativo comprendido entre 50-100 metros y longitud de vertiente muy larga con forma cóncava.

3.5.2.18. Glacis-cono de esparcimiento (Pd3)

Situada en el sector central del cantón, al norte de la localidad de San Juan. Se localiza en el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Al igual que las dos geoformas anteriormente descritas (Pd1 y Pd2), se desarrollan sobre depósitos de ladera. Presentan pendientes suaves (de 5 a 12%), desniveles relativos comprendidos entre 50-100 metros y longitudes de vertiente muy largas (superiores a 500 metros) con formas mixtas.

3.5.2.19. Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4)

Esta geoforma se localiza en los sectores central y nororiental del cantón, desarrollándose sobre los contextos morfológicos *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte y Medio aluvial de Sierra*.

Constituida por depósitos de ladera, presenta pendiente de suave a media (de 5 a 25%), desnivel relativo comprendido entre 25 y 200 metros y longitudes de vertiente de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros) con formas rectilíneas o cóncavas.

3.5.3. Glaciar y periglaciar

3.5.3.1. Circo glaciar (Gf1)

Esta geoforma se distribuye por las zonas noroccidental y oriental del cantón Riobamba que topográficamente son las áreas más elevadas del mismo. Mayoritariamente se desarrolla sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares* y en menor medida sobre los contextos *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y *Paisajes de páramo con modelado eólico*. En el contexto *Construcciones de tipo estrato-volcán* se desarrolla sobre la Formación Volcánicos El Altar. En el contexto *Paisajes de páramo* está constituida por los materiales de la Formación Volcánicos Chimborazo. Finalmente en el contexto *Paisajes glaciares* se desarrolla sobre un variado elenco de formaciones geológicas: Unidad Alao Paute, Formación Yunguilla, Formación Tarqui, etc.

Presenta pendientes de medias a muy fuertes (de 12 a 100%) y desniveles relativos muy variables (de 25 a más de 300 metros) con predominio de los comprendidos entre 100-200 y 200-300 metros. Las vertientes presentan formas cóncavas o mixtas, con longitudes mayoritariamente largas o muy largas (de 250 a más de 500 metros).



Foto 19. Circo glaciar. Sector Cerro Hucapungu. 06/06/2014.

3.5.3.2. Cubeta glaciar (Gf2)

Al igual que la anterior geoforma (Gf1), se distribuye por el sector noroccidental y oriental del cantón, sobre los mismos contextos morfológicos. Litológicamente están formadas por depósitos glaciares, pobremente clasificados y con ausencia de estratificación y ordenamiento interno.

Al considerarse zonas deprimidas por la sobreexcavación glaciar, sus pendientes no son elevadas: de muy suaves hasta medias a fuertes (de 2 a 40%). Los desniveles relativos, muy variables, mayoritariamente están comprendidos entre 50-100 metros. Las vertientes tienen una longitud mayoritaria muy larga (más de 500 metros) con formas cóncavas.

3.5.3.3. Fondo de valle glaciar (Gf3)

Situados mayoritariamente en el sector oriental del cantón y en menor medida en el sector noroccidental, se desarrollan sobre los contextos morfológicos *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas* y *Paisajes glaciares*.

Estos fondos de valle, presentan generalmente anchuras hectométricas, mayoritariamente comprendidas entre 200 y 500 metros. Su longitud es variable, en el sector noroccidental no superan los 3 km de longitud, mientras que los situados en el sector oriental pueden llegar a los 6 km.

Al igual que la anterior geoforma (Gf2), litológicamente está compuesta por depósitos glaciares. Presentan pendientes de suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%) y formas de valle en U.



Foto 20. Fondo de valle glaciar. Sector Quebrada Suyorumi, sur de Cerro Tililag.
05/06/2014.

3.5.3.4. Vertiente de valle glaciar (Gf4)

Se distribuyen por los sectores oriental y noroccidental de la zona de estudio del cantón Riobamba, localizándose mayoritariamente en el contexto *Paisajes glaciares* y una pequeña superficie de 50 ha en el contexto *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*.

Se desarrollan sobre un variado elenco de formaciones geológicas: Unidad Alao Paute, Formación Yunguilla, Formación Volcánicos El Altar, etc.

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

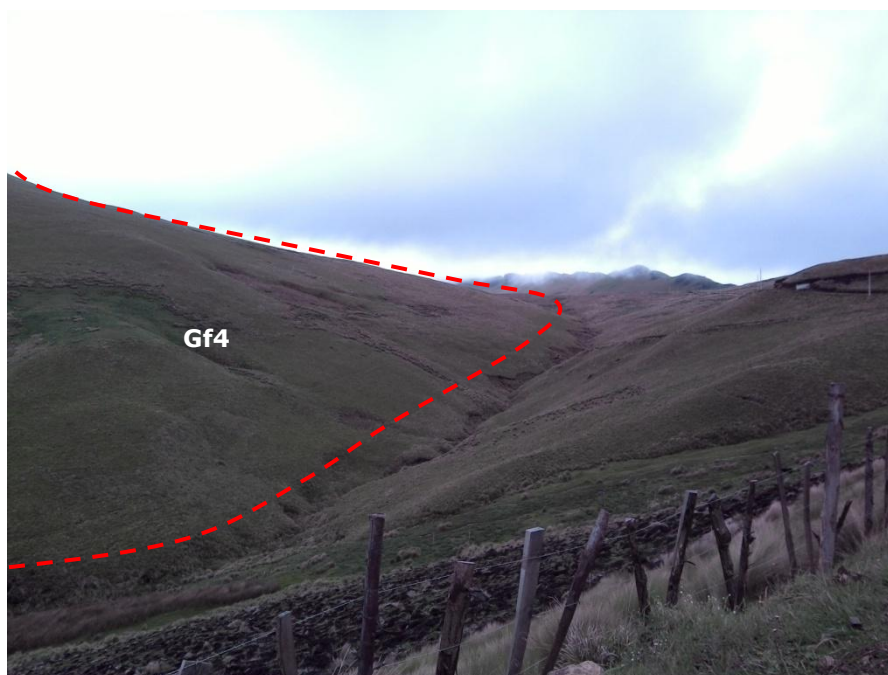


Foto 21. Vertiente de valle glaciar. Sector sur de Cerro Tililag. 05/06/2014.

3.5.3.5. Valle glaciar colgado (Gf5)

Esta geoforma se distribuye por el sector oriental y en una pequeña zona del sector noroccidental del cantón, mayoritariamente sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares* y una pequeña porción, en torno a 7 ha, situada en el sector noroccidental, en torno a la loma Cangahua, que pertenece al contexto *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*.

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

3.5.3.6. Rocas aborregadas (Gf7)

Ubicadas en los sectores oriental y noroccidental del cantón, sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares*, se desarrollan sobre los materiales de la Formación Unidad Alao Paute y Formación Yunguilla, presentando pendientes de medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%).

3.5.3.7. Laguna glaciar (Gf8)

Se distribuyen en el sector oriental, ocupando una pequeña superficie de aproximadamente 11 ha, al norte de los cerros Quilimas y Cacadrón, que dan nombre a las lagunas situadas junto a los propios cerros. Se desarrollan sobre el contexto *Paisajes glaciares*, presentando pendientes planas.

3.5.3.8. Morrena lateral (Gd2)

Ocupa una superficie muy pequeña dentro del cantón de aproximadamente 4 ha, sobre el contexto *Paisajes glaciares*. Se sitúa en la margen izquierda de la Quebrada Llimbis, formando un cordón morrénico lateral que se depositó por la acción glacial del hielo que discurría por la Quebrada Llimbis, desde del circo glaciar situado más al norte, al sur del cerro Juctupamba.

Se desarrolla sobre depósitos glaciares, presentando pendientes fuertes, vertientes con formas mixtas y cimas redondeadas.

3.5.3.9. Depósito glacial modelado por acción fluvial (Gd6)

Se reparte por el sector noroccidental y suroriental del cantón, situándose en tres contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; y iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Representan antiguos depósitos glaciares que han sido disectados y modelados por la acción fluvial, posterior al modelado glacial, como se puede observar en la foto 22. Están compuestos por bloques heterométricos y gravas, empastados en matriz de grano fino y ocasionalmente por depósitos glaciares de till.

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



Foto 22. Depósito glacial modelado por acción fluvial. Sector Comuna Guabo. 04/06/2014.

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

Se distribuye por el sector occidental del cantón Riobamba, ocupando una pequeña superficie de 11 ha al norte del Cerro Shugorumi, desarrollándose sobre el contexto *Paisajes glaciares*.

Litológicamente compuestos por depósitos superficiales indiferenciados, presentan pendientes suaves (de 5 a 12%), representando zonas de drenaje endorreico, con suelos almohadillados producto de los ciclos de hielo-deshielo.

3.5.3.11. Afloramientos rocosos en ambiente periglacial (Gp3)

Esta unidad geomorfológica se localiza en el sector suroriental del cantón, en torno al Cerro Cacadrón y al este de la loma Absollay, sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Se desarrolla sobre las metavolcanitas con débil metamorfismo de la Formación Unidad Alao Paute, materiales de considerable resistencia a la erosión que facilitan la aparición de esta geoforma. Presentan pendientes de medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%), desniveles relativos comprendidos entre 25-50 metros y longitudes de vertiente moderadamente largas con formas irregulares.

3.5.3.12. Rocas en crestas y cuchillas (Gp4)

Se localiza en los sectores suroriental (al sur del Cerro Cacadrón) y noroccidental (en torno a la loma Panzaloma), del cantón Riobamba. Se sitúa sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares*, y se desarrolla sobre los materiales de las formaciones Unidad Alao Paute, Pisayambo y Volcánicos El Altar.

Sus pendientes son fuertes (de 40 a 70%), los desniveles relativos se comprenden entre 25-100 metros y las vertientes presentan longitudes moderadamente largas con formas rectilíneas o irregulares.

3.5.4. Volcánico

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

Esta geoforma se distribuye por el sector oriental del cantón, ocupando parte del flanco oeste del cono del volcán El Altar, un enorme edificio totalmente remodelado por la acción glaciar. Pertenece al contexto morfológico *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*.

Litológicamente está constituido por las lavas intermedias y básicas de la Formación Volcánicos El Altar y presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos mayoritariamente superiores a 300 metros y longitudes de vertiente muy largas (más de 500 metros) con formas rectilíneas.

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

La unidad se localiza en el sector central del cantón, junto a las lomas Yanaurcu Huarmi, Yanaurcu Cari y conformando el Cerro Tulabug, sobre 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.*

Se desarrolla sobre la Formación Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi y sobre la Formación Cangahua. Presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 50 y más de 300 metros y longitudes de vertiente mayoritariamente superiores a 500 metros con formas rectilíneas o mixtas.



Foto 23. Cono sin actividad volcánica actual y sin huellas glaciares. Sector Cerro Tulabug. 04/06/2014.

3.5.4.3. Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual e intenso retoque glacial (Vca1)

Situada en el extremo septentrional de la zona de estudio definida para el cantón Riobamba, formando parte del flanco sur del cono del volcán Chimborazo. Se sitúa sobre el contexto morfológico *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas.*

Se desarrolla sobre los materiales de la Formación Volcánicos Chimborazo, presentando pendientes de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 100-300 metros y longitudes de vertiente de moderadamente largas a muy largas (de 50 a 500 metros) con formas irregulares o rectilíneas.

3.5.4.4. Cráter (Vc1)

Se localiza en el sector central del cantón, asociada a la geoforma (Vci3), presenta una forma circular en las zonas cimeras del Cerro Tulabug. Representa una pequeña superficie de 11 ha, en el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte.*

Recubierto por las cenizas volcánicas de la Formación Cangahua, presenta pendientes medias (de 12 a 25%), desniveles relativos comprendidos entre 15-25 metros y longitudes de vertiente comprendidas entre 50-250 metros con formas cóncavas.

3.5.4.5. Casquete de cumbre nival, casquete glaciario (Vc4)

Esta geoforma se localiza en el extremo oriental de la zona de estudio definida para el cantón Riobamba, en el flanco occidental del Volcán El Altar, sobre el contexto morfológico *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas.*

Constituida sobre la Formación Volcánicos El Altar, presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 100-200 metros y longitudes de vertiente largas (de 250 a 500 metros) con formas irregulares.

3.5.4.6. Colada de lava antigua (Vc10)

Se ubica en los sectores noroccidental (al sur del Volcán Chimborazo) y central (al este del cono volcánico de Tulabug), localizándose en los contextos morfológicos *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte.*

Se desarrolla sobre la Formación Volcánicos indiferenciados en el contexto *Vertientes y relieves inferiores* y sobre las formaciones Lavas jóvenes del Chimborazo y Lavas del Carihuairazo y antiguas del Chimborazo.

Presenta pendientes de suaves a fuertes (de 5 a 70%) y desniveles relativos comprendidos entre 50 y más de 300 metros. Las longitudes de vertiente varían de moderadamente largas hasta muy largas (de 50 a más de 500 metros) con formas irregulares, mixtas o rectilíneas.

3.5.4.7. Planicie arenosa de origen lahárico (Vc15)

Esta geoforma se localiza en el sector septentrional del cantón, sobre la localidad de San José de Gaushi. Se desarrolla sobre el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

Compuesta por depósitos volcano-sedimentarios de granulometría variable, presenta pendientes muy suaves (de 2 a 5%) y formas de valle planas.

3.5.4.8. Domo volcánico (Dom)

Se localizan en el sector central del cantón, formando las lomas Bellavista y Guagua Tulabug, al norte de la localidad de Licto. Se desarrollan sobre el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte.*

Constituidas por los materiales volcánicos de la Formación Volcánicos El Altar y en menor medida recubiertas por las cenizas volcánicas de la Formación Cangahua. Presentan pendientes de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%) y desniveles relativos comprendidos entre 50 y 200 metros. Las longitudes de vertiente varían de moderadamente largas hasta largas (de 50 a 500 metros) con formas rectilíneas. Las formas de cima son redondeadas.

3.5.4.9. Relieve volcánico ondulado (Rv6)

Esta geoforma se localiza en el sector central del cantón, al oeste de la ciudad de Riobamba, sobre el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte.*

Se desarrollan sobre los piroclastos de colores claros de la Formación Volcánicos Sicalpa, presentando pendientes medias (de 12 a 25%), desniveles relativos comprendidos entre 0-5 metros y longitudes de vertiente muy cortas (menor a 15 metros) con formas mixtas. Las formas de valle son en V y las cimas presentan formas redondeadas.

3.5.4.10. Relieve volcánico colinado muy bajo (Rv7)

Ubicada en la zona norte del cantón, entre las localidades de San Francisco y San José de Gaushi, se desarrolla sobre el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

Constituida por los conglomerados volcánicos de cantos angulares de la Formación Riobamba, presenta pendientes suaves (de 5 a 12%), desniveles relativos comprendidos entre 5-15 metros y longitudes de vertiente moderadamente largas con formas mixtas. Las formas de valle son en U y las cimas presentan formas redondeadas.

3.5.4.11. Relieve volcánico colinado bajo (Rv8)

Se sitúa en el sector central del cantón, entre la Quebrada Las Abras y la localidad de San José de Márquez, sobre el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

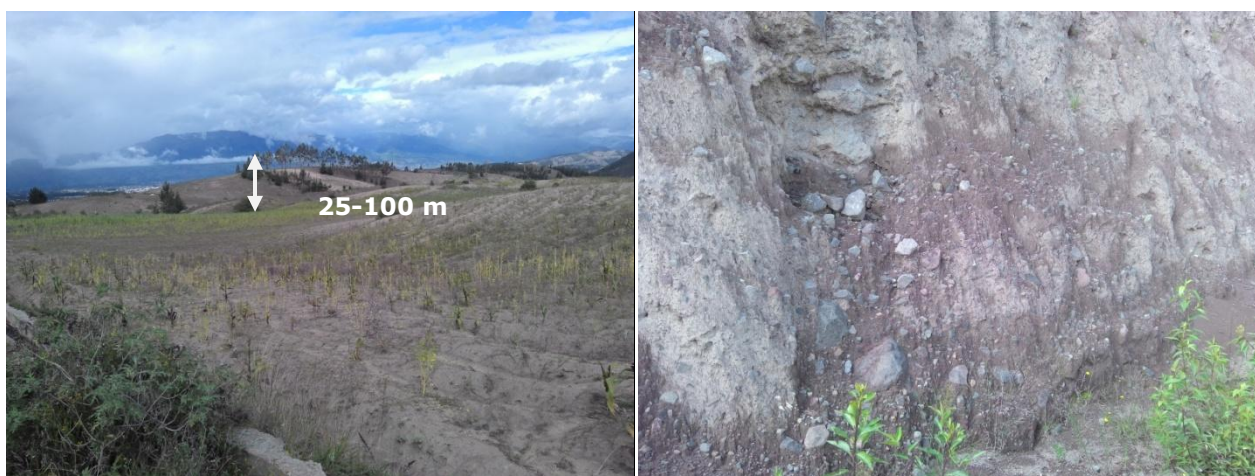
Se desarrolla sobre la Formación Riobamba, presentando pendientes medias (de 12 a 25%), desniveles relativos comprendidos entre 25-50 metros y longitudes de vertiente cortas (de 15 a 50 metros), con formas mixtas. Los valles presentan formas en U y las cimas son redondeadas.

3.5.4.12. Relieve volcánico colinado medio (Rv9)

Se localiza en los sectores central y septentrional del cantón Riobamba, sobre 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.*

En el contexto *Vertientes y relieves inferiores*, estos relieves volcánicos se desarrollan sobre las formaciones Volcánicos El Altar y Cangahua, mientras que en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas*, lo hacen sobre la Formación Riobamba.

Sus pendientes varían desde suaves hasta fuertes (de 5 a 70%) y sus desniveles relativos están comprendidos entre 25 y 100 metros. Las longitudes de vertiente varían de moderadamente largas hasta largas (de 50 a 500 metros) y tienen formas mixtas o convexas. Los valles tiene formas planas, en U o en V y las cimas presentan formas redondeadas.



Fotos 24 y 25. Relieve volcánico colinado medio. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Formación Riobamba. Sector este de localidad de Calpi. 05/06/2014.

3.5.4.13. Relieve volcánico colinado alto (Rv10)

Esta unidad geomorfológica se distribuye por toda la superficie del cantón, salvo en su sector suroriental. Se localiza sobre cuatro contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*; y iv) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

En los contextos morfológicos *Paisajes glaciares* y *Vertientes y relieves inferiores*, estas unidades geomorfológicas se desarrollan sobre la Formación Volcánicos Sicalpa, mientras que en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas* lo hacen sobre la Formación Riobamba. Finalmente en *Vertientes y relieves superiores* se desarrollan sobre las formaciones Volcánicos Sicalpa y Volcánicos El Altar.

Se caracteriza por presentar pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 100-200 metros y longitudes de vertiente mayoritariamente largas (de 250 a 500 metros) con formas rectilíneas, mixtas, irregulares o cóncavas.

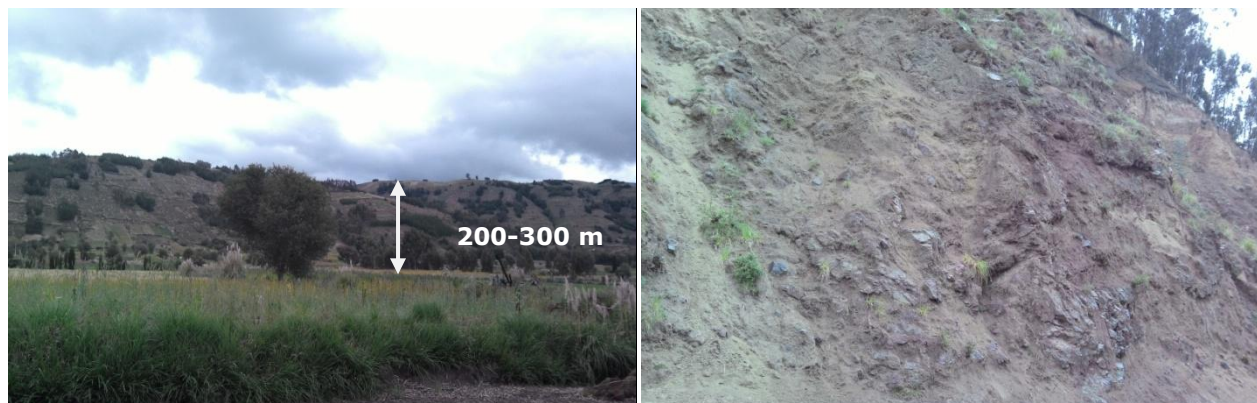


Foto 26. Relieve volcánico colinado alto. Sector oeste de ciudad de Riobamba.
04/06/2014.

3.5.4.14. Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11)

Se localiza en los sectores noroccidental y central del cantón, sobre 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.*

Constituidos por los piroclastos de colores claros de la Formación Volcánicos Sicalpa, presenta pendientes de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 200 y 300 metros y longitudes de vertiente muy largas (más de 500 metros) con formas irregulares, mixtas o rectilíneas. Los valles tienen formas en V y las formas de cima son redondeadas.



Fotos 27 y 28. Relieve volcánico colinado muy alto. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Formación Volcánicos Sicalpa. Sector loma Montisín. 04/06/2014.

3.5.4.15. Relieve volcánico montañoso (Rv12)

Esta geoforma se ubica en el sector central del cantón, sobre 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.*

En el contexto *Vertientes y relieves superiores* la geoforma se desarrolla sobre los materiales de las formaciones Volcánicos Sicalpa y Volcánicos El Altar, mientras que en el contexto *Vertientes y relieves inferiores*, de apenas 8 ha de superficie, lo hace únicamente sobre la Formación Volcánicos Sicalpa.

Presentan pendientes fuertes, desniveles relativos superiores a 300 metros y longitudes de vertiente muy largas (más de 500 metros) con formas mayoritariamente irregulares. Presentan valles en forma de V y cimas redondeadas.



Foto 29. Relieve volcánico montañoso. Sector loma Shugolurco. 04/06/2014.

3.5.4.16. Superficie volcánica ondulada (RvSo)

Esta geofoma se ubica en los sectores central y meridional del cantón, localizándose 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.*

En el contexto *Vertientes y relieves inferiores* se desarrollan sobre los materiales de las formaciones Volcánicos Sicalpa y Volcánicos El Altar, mientras que en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas* lo hacen sobre la Formación Riobamba. Presenta pendientes de muy suaves a medias (de 2 a 25%).



Foto 30. Superficie volcánica ondulada. Sector Santa Rosa de Iztizñag. 06/06/2014.

3.5.5. Estructural

3.5.5.1. Superficie de cuesta (Ei1)

Esta geofoma se localiza en el sector occidental del cantón Riobamba, entre los Cerros Tililag y Shugorumi, sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares.*

Se desarrolla sobre las limolitas y areniscas cretácicas de la Formación Yunguilla, coincidiendo el buzamiento de las capas con las pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%), que presenta la superficie de cuesta. Los desniveles relativos están comprendidos entre 50-200 metros y las longitudes de vertiente entre 50 y 500 metros con formas rectilíneas.

3.5.5.2. Frente de cuesta (Ei3)

Asociadas a la geofoma anterior, superficie de cuesta (Ei1), suponen el escalón situado por encima de las vertientes de cuesta descritas a continuación. Se localizan

justo al oeste de las superficies de cuesta, limitando con ellas y sobre el mismo contexto morfológico.

Desarrolladas también sobre la Formación Yunguilla, presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 100-200 metros y longitudes de vertiente de moderadamente largas a largas (de 50 a 500 metros) con formas mixtas o irregulares.

3.5.5.3. Vertiente de cuesta (Ei4)

Suponen la unidad geomorfológica sobre la que culmina la superficie de cuesta, separada de ésta por el frente de cuesta, que ha podido ser mapeado en este caso.

Localizada en el mismo sector que las dos geoformas anteriores, superficie de cuesta (Ei1) y frente de cuesta (Ei3), está constituida por los mismos materiales cretácicos de la Formación Yunguilla. Presenta pendientes de medias a fuertes (de 25 a 40%), desniveles relativos que varían entre 50-100 metros y vertientes de longitud largas con formas irregulares.

3.5.5.4. Restos de superficie estructural (Esr)

Ubicada en el sector septentrional del cantón Riobamba, al oeste de la localidad de Shobol Sinshil, forma parte de las zonas culminantes del Cerro Llullucha. Se desarrolla sobre el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Constituida por los materiales mesozoicos de la Formación Yunguilla, presenta pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%), desniveles relativos que varían entre 200-300 metros y longitudes de vertiente muy largas (más de 500 metros), con formas irregulares.

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

Esta geoforma se localiza en el sector occidental del cantón, al oeste de la localidad de San Juan y sobre la comuna Teल्पala. Se desarrolla sobre el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Compuesta por piroclastos de colores claros y aglomerados de la Formación Volcánicos Sicalpa, presenta pendientes de medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%), desniveles relativos superiores a 200 metros y longitudes de vertiente muy largas (más de 500 metros) con formas mixtas.



Foto 31. Relieves escalonados sobre capas de lava endurecida y otros materiales volcánicos. Sector loma Santa Marianita, oeste de San Juan. 06/06/2014.

3.5.5.6. Superficies planas a ligeramente onduladas sobre cangahua (Ev3)

Se localiza en el sector septentrional del cantón, entre las lomas Culebrilla Chica y Tamboloma, desarrollándose en el contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Está constituida por las cenizas volcánicas de la Formación Cangahua, presentando pendientes muy suaves (de 2 a 5%).

3.5.6. Tectónico-erosivo

3.5.6.1. Relieve colinado medio (Rt4)

Estos relieves se sitúan en el sector septentrional del cantón, justo al oeste de la localidad de Cubijés, ocupando una pequeña superficie de aproximadamente 15 ha. Se desarrolla sobre el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra* y está constituido por los conglomerados volcánicos de la Formación Riobamba.

Presenta pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%), desnivel relativo comprendido entre 25-50 metros y longitudes de vertiente moderadamente largas (de 50 a 250 metros) con formas convexas. Las formas de cima son redondeadas y los valles tienen formas planas.

3.5.7. Poligénicas

3.5.7.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Esta geoforma se sitúa en el sector central y oriental del cantón, localizándose en cuatro contextos morfológicos definidos en el cantón Riobamba: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*; y iv) *Medio aluvial de Sierra*.

Constituidos por limo-arcillas, arenas, gravas y bloques, presentan pendientes de suaves hasta fuertes (de 5 a 70%) y formas de valle mayoritariamente planas.

3.5.7.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Esta geoforma se reparte por toda la superficie del cantón Riobamba y se localiza en todos los contextos morfológicos excepto en *Paisajes de páramo con modelado periglacial* y *huellas glaciares poco marcadas* y *Paisajes de páramo con modelado eólico*.

De características muy similares a las de la anterior geoforma, coluvio-aluvial antiguo (Coa2), se les considera antiguos a los que presentan un cierto grado de disección y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada, como se observa en la foto 32.

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



Foto 32. Coluvio-aluvial antiguo. Sector localidad de San Francisco. 04/06/2014.

3.5.7.3. Planicie intermontana (SP3)

Se localiza en el sector central del cantón, al oeste de la localidad de Licto, desarrollándose en el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte.*

La geoforma, que ocupa las zonas bajas cercanas a la Quebrada Quincahuán, se encuentra recubierta por las cenizas volcánicas de la Formación Cangahua, presentando pendientes medias (de 12 a 25%).

3.5.7.4. Superficie inclinada (Si2)

La unidad se ha identificado en los sectores oriental, meridional y central del cantón Riobamba, enmarcada en tres contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; 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.*

Representan superficies de perfil longitudinal rectilíneo y cierta inclinación, de origen incierto o de difícil adscripción genética.

Se desarrolla sobre un variado elenco de formaciones geológicas: Formación Volcánicos Sicalpa, Formación Volcánicos El Altar, Formación Cangahua, etc. Presenta pendientes de suaves hasta fuertes (de 5 a 70%), desniveles relativos muy variables, comprendidos entre 25 y más de 300 metros aunque mayoritariamente comprendidos entre 200-300 metros. Las longitudes de vertiente varían de moderadamente largas hasta muy largas (de 50 a más de 500 metros) con formas rectilíneas, irregulares o cóncavas.



Foto 33. Superficie inclinada. Sector oeste de localidad de Licto. 04/06/2014.

3.5.7.5. Abrupto de superficie inclinada (Si4)

Representan el abrupto de las superficies inclinadas (Si2), anteriormente descritas, localizándose en el sector central y meridional del cantón, sobre 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*.

En el contexto *Vertientes y relieves superiores* se desarrollan sobre los materiales de la Formación Volcánicos El Altar, mientras que en *Vertientes y relieves inferiores* lo hacen sobre un variado elenco de formaciones geológicas: Formación Yaruquíes, Formación Volcánicos El Altar, Formación Cangahua, etc.

Se caracterizan por presentar pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 15-300 metros y vertientes rectilíneas con longitudes de moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 metros).

3.5.7.6. Superficie alta (Sa1)

Esta geoforma se localiza en los sectores occidental, meridional y una pequeña parte en el sector oriental, justo al sur del Cerro Curiquingue. Se enmarca en los contextos morfológicos *Paisajes glaciares y Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

En el contexto *Paisajes glaciares* está constituida por las lavas intermedias de la Formación Volcánicos El Altar, mientras que en *Vertientes y relieves superiores* se desarrolla sobre las formaciones Unidad Alao Paute, Volcánicos Sicalpa, Volcánicos El Altar y Cangahua.

Presenta pendientes mayoritariamente medias (de 12 a 25%) y suaves en menor medida.

3.5.7.7. Superficie alta disectada (Sa2)

Se ubica en el sector suroriental del cantón Riobamba, al este de la localidad de Pungala y entre los cerros Cacadrón y Torre, sobre el contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Constituida mayoritariamente por los materiales de la Formación Volcánicos El Altar y una pequeña superficie de apenas 7 ha desarrollada sobre la Formación Unidad Alao Paute. Presenta pendientes medias, desniveles relativos comprendidos entre 5-25 metros y longitudes de vertiente moderadamente largas (de 50 a 250 metros) con formas principalmente mixtas y en menor medida irregulares (localizadas estas formas de vertiente sobre la Formación Unida Alao Paute).

3.5.7.8. Inselberg (Rr1)

Esta unidad representa una colina aislada que generalmente aparece en las regiones tropicales. En el cantón Riobamba se localiza en el extremo septentrional, ocupando

una pequeña superficie de aproximadamente 10 ha, sobre el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Constituida por piroclastos de colores claros pertenecientes a la Formación Volcánicos Sicalpa, presenta pendiente media (de 12 a 25%), desnivel relativo comprendido entre 15-25 metros y longitud de vertiente corta (de 15 a 50 metros) con forma convexa y cima redondeada.

3.5.7.9. Tor (Rr2)

Situada en el sector septentrional del cantón Riobamba, en las áreas culminantes del Cerro Yaguarcocha, sobre el contexto *Paisajes glaciares*. Esta geoforma se ha representado, pese a tener una superficie muy pequeña de aproximadamente 2 ha, por su carácter particular dentro del cantón. Pese a que estos tipos de formas del relieve suelen desarrollarse sobre rocas graníticas, en este caso lo hace sobre limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas de edad cretácica, pertenecientes a la Formación Yunguilla.

Presenta pendientes fuertes, desniveles relativos que varían entre 25-50 metros, longitudes de vertiente moderadamente largas con formas irregulares y cimas redondeadas.

3.5.7.10. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

Esta unidad geomorfológica se distribuye por toda la superficie del cantón excepto en su sector meridional, localizándose en tres contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; 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 desarrollan sobre un variado elenco de formaciones geológicas: Volcánicos Sicalpa, Volcánicos El Altar, Volcánicos Chimborazo, etc. Presenta pendientes de suaves hasta fuertes (de 5 a 70%).

3.5.7.11. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Esta geoforma se distribuye por las zonas altas del sector oriental del cantón Riobamba, encuadrándose en cinco contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*, ii) *Paisajes glaciares*; 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*; y v) *Medio aluvial de Sierra*.

Se desarrollan principalmente sobre las metavolcanitas con débil metamorfismo de la Formación Unidad Alao Paute y sobre las lavas intermedias y básicas de la Formación Volcánicos El Altar, litologías de considerable resistencia a la erosión, que facilitan la aparición de estos interfluvios estrechos. Presentan pendientes fuertes (de 12 a 70%).

3.5.7.12. Afloramientos rocosos (Sdv3)

Se localizan en el sector noroccidental, al oeste de la comuna Chimborazo y en el sector suroriental del cantón, al norte del Cerro Bayo, sobre el contexto *Paisajes glaciares*.

Constituidos por los materiales de las formaciones geológicas: Unidad Alao Paute, Yunguilla y Volcánicos Chimborazo, presentan pendientes mayoritariamente fuertes (de 40 a 70%) y desniveles relativos comprendidos entre 100 y más de 300 metros. Las vertientes varían de moderadamente largas hasta muy largas (de 50 a más de 500 metros) y presentan formas irregulares.

3.5.8. Otras geoformas

3.5.8.1. Superficie intervenida (O5)

Esta geoforma de origen antrópico se localiza en el sector central del cantón, al oeste y al este de la ciudad de Riobamba, sobre los contextos morfológicos *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos y Medio aluvial de Sierra*.

Se desarrollan sobre los conglomerados volcánicos de la Formación Riobamba, presentando pendientes de suaves a fuertes (de 5 a 70%). Se trata de canteras utilizadas para la extracción de materiales para construcción.

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Riobamba tiene 987 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 922 km² ya que los restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y Parque Nacional Sangay) y/o al área de intervención del Instituto Espacial Ecuatoriano. Está situado en la región Sierra y presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 2.380 metros hasta un máximo de 4.675 metros.

En el cantón Riobamba se pueden diferenciar cinco dominios fisiográficos.

1. **Sistema volcánico.** Con una extensión de aproximadamente 35 km², apenas un 4% del territorio objeto de estudio dentro del cantón, es el dominio con menor extensión del mismo. Se desarrolla principalmente sobre las litologías volcánicas de la Formación Volcánicos El Altar aunque también sobre otras litologías de carácter volcánico como la Formación Lavas jóvenes del Chimborazo o la Formación Lavas jóvenes del Chimborazo. En el territorio estudiado del cantón, presenta un solo contexto morfológico, denominado *Construcciones de tipo estratovolcán y formas asociadas*.

Las geoformas más abundantes en dicho contexto son las relacionadas con el modelado volcánico, especialmente el cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar perteneciente al edificio volcánico del volcán El Altar, destacando también las coladas de lava antigua desarrolladas al pie de los edificios volcánicos del Chimborazo y Carihuairazo, en el sector noroccidental. Las geoformas glaciares y periglaciares también tienen una importante representación en el cantón, debido a la elevada altitud de buena parte del mismo, destacando los circos glaciares y los fondos de valle glaciar. Dentro del grupo genético poligénicas, aparecen interfluvios de cimas estrechas.

2. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Representa el segundo dominio en extensión dentro del territorio estudiado, con aproximadamente 318 km², un 35% de la superficie de estudio definida para el cantón. Contiene tres contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Paisajes glaciares* es el de mayor extensión del cantón, y con diferencia el de mayor extensión en el dominio, con una superficie de aproximadamente 315 km². El modelado más característico es el glaciar y periglaciar, presentando numerosas geoformas propias de este grupo genético, entre las que destacan: vertiente de valle glaciar, circo glaciar, depósito glaciar modelado por la acción fluvial y fondo de valle glaciar. El grupo genético laderas también tiene una buena representación en este contexto, destacando las vertientes rectilíneas, abruptas, heterogéneas o rocosas, con coluviones desarrollados en sus partes medias o bajas. Aparecen también geoformas de génesis fluvial, de carácter erosivo como los barrancos y las gargantas o de acumulación como la superficie de cono de deyección. Dentro de las formas poligénicas destacan los interfluvios de cimas estrechas y en menor medida redondeadas, así como coluvio-aluviales y superficies altas e inclinadas. Por

último se han identificado unidades de carácter estructural: superficie de cuesta, frente de cuesta y vertiente de cuesta.

El contexto *Paisajes de páramo con modelado eólico*, con apenas 3 km², presenta dos geoformas de génesis glaciar y periglacial: Circo glaciar y Cubeta glaciar.

El contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial* únicamente contiene la unidad vertiente rocosa, que apenas llega a las 2 ha, ya que esta geoforma está cortada por el límite cantonal en el sector oriental, donde tiene una mayor extensión.

3. **Vertientes y relieves de cuencas interandinas.** Con aproximadamente 387 km², ocupa cerca de un 42% del territorio objeto de estudio, siendo el dominio con mayor extensión dentro del cantón. Presenta dos contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, con aproximadamente 247 km². Destaca el modelado de laderas, en el cual se han identificado diferentes tipos de vertientes: rectilíneas (con o sin disección), heterogéneas y abruptas, con coluviones y depósitos de deslizamiento generados al pie de dichas vertientes. En el grupo genético volcánico aparecen relieves volcánicos colinados entre los que destaca la unidad Relieve volcánico montañoso, con una superficie cercana a los 28 km². Dentro de las geoformas de carácter poligénico se identificaron coluvio-aluviales, superficies altas, superficies inclinadas, interfluvios de cimas redondeadas y estrechas, así como una geoforma particular denominada inselberg. Dentro del modelado estructural destaca la unidad relieves escalonados sobre capas de lava endurecida y otros materiales volcánicos, además se identificaron restos de superficie estructural y superficies de planas a ligeramente onduladas sobre cangahua. Se identificó también una geoforma de génesis glaciar y periglacial con una superficie cercana a los 11 km²: depósito glaciar modelado por la acción fluvial. Por último aparecen geoformas de carácter fluvial de tipo erosivo como barrancos y valles en V y de carácter deposicional como terraza colgada o superficie de cono de esparcimiento.

El contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*, ocupa una extensión aproximada de 141 km². Al igual que en el contexto anterior, destaca el modelado de laderas, en el cual se identificaron distintos tipos de vertientes con o sin disección (rectilíneas, abruptas y heterogéneas) con coluviones, depósitos de deslizamiento y glaciares de esparcimiento situados en las zonas deprimidas de dichas vertientes. Las geoformas volcánicas están representadas por relieves volcánicos colinados, domos volcánicos o superficies volcánicas onduladas y por formas asociadas a conos: cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares, cráter y colada de lava antigua. Las unidades geomorfológicas incluidas en el grupo genético poligénicas están representadas por: superficie inclinada, abrupto de superficie inclinada, planicie

intermontana, coluvio-aluviales recientes y antiguos, así como por interfluvios redondeados o estrechos.

4. **Relieves de fondo de cuencas interandinas.** Con 111 km², ocupa cerca de un 12% del territorio objeto de estudio. Se corresponde con el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*. La génesis con mayor representación es la volcánica, en la cual se identificaron relieves volcánicos colinados, planicie arenosa de origen lahárico, superficie volcánica ondulada y cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares. Dentro del grupo genético laderas destacan los glacis de esparcimiento generados al pie de los relieves del oeste del cantón. También se ha identificado glacis-cono de esparcimiento, vertiente rectilínea y coluvión antiguo. Las geoformas de origen fluvial están representadas por formas erosivas como barranco y encañonamiento y por formas de carácter deposicional como la superficie de cono de deyección, apareciendo también la unidad valle indiferenciado. Dentro del grupo genético glaciar y periglacial únicamente se han identificado depósitos glaciares modelados por la acción fluvial y las formas poligénicas quedan representadas por los coluvio-aluviales antiguos. Finalmente se cartografiaron superficies intervenidas dentro del grupo genético otras geoformas, que corresponden a canteras de extracción de material.
5. **Medio aluvial de Sierra.** Ocupa una extensión de aproximadamente 52 km² y se corresponde con el contexto morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión. La mayoría de sus geoformas son de génesis fluvial y, en el cantón, aparecen asociadas a los sistemas fluviales de los ríos Chambo, Chibunga y Alao. Se identificaron numerosos tipos de terrazas, así como valles fluviales-llanuras de inundación, terrazas bajas y cauces actuales, valles en V, barrancos, gargantas, superficies de cono de esparcimiento y de deyección. También se identificaron geoformas del grupo genético laderas como diferentes tipos de vertientes con glacis de esparcimiento y coluviones asociados a las mismas. Dentro del grupo poligénicas se han representado coluvio-aluviales e interfluvios de cimas estrechas. Por último se identificaron relieves colinados medios en la génesis tectónico-erosivo.

El cantón Riobamba se localiza entre las cordilleras Occidental y Real, ocupando las estribaciones de los edificios volcánicos del Chimborazo en el sector noroccidental y del Altar en el sector oriental. Entre ambas cordilleras yace la depresión interandina, también llamada Callejón Interandino, sobre el cual se asienta la ciudad de Riobamba y que está ocupada mayoritariamente por el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

La combinación de sustratos de naturaleza volcánica unida a la gran altitud existente en los sectores noroccidental y oriental del cantón, provoca la aparición de geoformas de génesis volcánica junto a otras de origen glaciar y periglacial. Así, limitando con la geoforma depósito glaciar modelado por la acción fluvial se desarrolla una colada de lava antigua o un relieve volcánico colinado muy alto.

Desde un punto de vista geológico las formaciones Mesozoicas Unidad Alao Paute y Yunguilla fueron desmanteladas en parte por el desarrollo de los estratovolcanes Chimborazo y El Altar durante el Pleistoceno.

Desde el punto de vista de la dinámica fluvial, el cantón recibe los aportes hidrográficos provenientes de las cordilleras Occidental (río Chibunga) y Real (ríos Alao, Huargalla, Ishpi y Daldal). Estos ríos, con formas de drenaje mayoritariamente dendríticas y subdendríticas en su cabecera, presentan un cambio en su forma de drenaje al abandonar los sectores de las cordilleras Occidental y Real, pasando a formas meándricas que muchas veces se encajan en las zonas deprimidas del sector central del cantón.

V. BIBLIOGRAFÍA

5.1. Referencias generales

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.2. Bibliografía citada

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

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

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

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

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


DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1976. Hoja Geológica: Chimborazo (Hoja 69), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

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

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

ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

Tracasa Ecuador. Formulario de Ficha


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

1. Datos Generales

Identificación

Código Ficha Fecha descripción

Código Salida Código Responsable Número Ficha

Coordenadas

Longitud:

Latitud:

Altitud:

Ubicación

PROVINCIA

CANTON

PARROQUIA

2. Descripción

Contexto Morfológico

Geoforma Pendiente

Forma Cima Desnivel Relativo

Forma Vertiente Longitud Vertiente

Forma Valle Formación

Litología

Descripción Litología

A. Fotos Descripción Geoforma

3. Macizo Rocoso

Macizo Rocoso 1

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

Macizo Rocoso 2

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

Macizo Rocoso 3

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

A. Fotos Macizo Rocoso

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

B. Otros Aspectos Macizo rocoso

4. Depósitos Superficiales

Tipo Depósito Superficial

Composición Depósito Superficiales Porcentaje

A. Fotos Depósitos superficiales

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

B. Otros Aspectos Depósito superficial

#. Observaciones Generales

Sincroniza con Geomorfología
 Guardar

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

CGg-ÑIV_C3-53-0350	CGg-ÑIV_C4-56-0066	CGg-ÑIV_E2-57-0173
CGg-ÑIV_C3-53-0354	CGg-ÑIV_C4-56-0067	CGg-ÑIV_E2-57-0180
CGg-ÑIV_C3-53-0357	CGg-ÑIV_C4-56-0068	CGg-ÑIV_E2-57-0184
CGg-ÑIV_C3-53-0359	CGg-ÑIV_C4-56-0072	CGg-ÑIV_E2-57-0186
CGg-ÑIV_C3-53-0361	CGg-ÑIV_C4-56-0073	CGg-ÑIV_E2-57-0188
CGg-ÑIV_C3-53-0362	CGg-ÑIV_C4-56-0074	CGg-ÑIV_E2-57-0192
CGg-ÑIV_C3-53-0364	CGg-ÑIV_C4-56-0081	CGg-ÑIV_E2-57-0193
CGg-ÑIV_C3-53-0365	CGg-ÑIV_C4-56-0084	CGg-ÑIV_E4-57-0195
CGg-ÑIV_C3-53-0366	CGg-ÑIV_C4-56-0087	CGg-ÑIV_E4-57-0196
CGg-ÑIV_C3-53-0367	CGg-ÑIV_D3-53-0579	CGg-ÑIV_E4-57-0198
CGg-ÑIV_C3-53-0368	CGg-ÑIV_E2-57-0126	CGg-ÑIV_E4-57-0199
CGg-ÑIV_C3-53-0370	CGg-ÑIV_E2-57-0127	CGg-ÑIV_E4-57-0201
CGg-ÑIV_C3-53-0371	CGg-ÑIV_E2-57-0128	CGg-ÑIV_E4-57-0202
CGg-ÑIV_C3-53-0372	CGg-ÑIV_E2-57-0137	CGg-ÑIV_E4-57-0204
CGg-ÑIV_C3-53-0413	CGg-ÑIV_E2-57-0142	CGg-ÑIV_E4-57-0206
CGg-ÑIV_C3-53-0414	CGg-ÑIV_E2-57-0149	CGg-ÑIV_E4-57-0210
CGg-ÑIV_C3-53-0415	CGg-ÑIV_E2-57-0151	CGg-ÑIV_E4-57-0213
CGg-ÑIV_C3-53-0416	CGg-ÑIV_E2-57-0153	CGg-ÑIV_E4-57-0214
CGg-ÑIV_C3-53-0419	CGg-ÑIV_E2-57-0154	CGg-ÑIV_F1-57-0177
CGg-ÑIV_C3-53-0421	CGg-ÑIV_E2-57-0158	CGg-ÑIV_F1-57-0179
CGg-ÑIV_C3-53-0424	CGg-ÑIV_E2-57-0160	CGg-ÑIV_F3-57-0215
CGg-ÑIV_C3-53-0425	CGg-ÑIV_E2-57-0163	CGg-ÑIV_F3-57-0216
CGg-ÑIV_C3-53-0426	CGg-ÑIV_E2-57-0164	CGg-ÑIV_F3-57-0217
CGg-ÑIV_C3-53-0427	CGg-ÑIV_E2-57-0165	CGg-ÑIV_F3-57-0218
CGg-ÑIV_C3-53-0428	CGg-ÑIV_E2-57-0166	CGg-ÑIV_F3-57-0220
CGg-ÑIV_C3-53-0429	CGg-ÑIV_E2-57-0167	CGg-ÑIV_F3-57-0221
CGg-ÑIV_C4-56-0064	CGg-ÑIV_E2-57-0170	CGg-ÑIV_F3-57-0225

ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS

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

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

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

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

-A-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-B-

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

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

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

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

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

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

-C-

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

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

CAMPO DE REG: desierto pedregoso.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-D-

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

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

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

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

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

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

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

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

-E-

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

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

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

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

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

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

ESPINAZO: resalte morfológico rocoso, de desarrollo predominantemente lineal.

-F-

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

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

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

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

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

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

-G-

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

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

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

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

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

-H-

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

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

-I-

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

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

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

-K-

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

-L-

LAGUNA COLMATADA: depósito de antigua laguna.

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

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

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

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

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

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

-M-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-N-

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

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

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

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

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

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

-P-

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

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

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

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

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

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

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

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

-R-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-S-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-T-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-V-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-Y-

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

ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

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

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

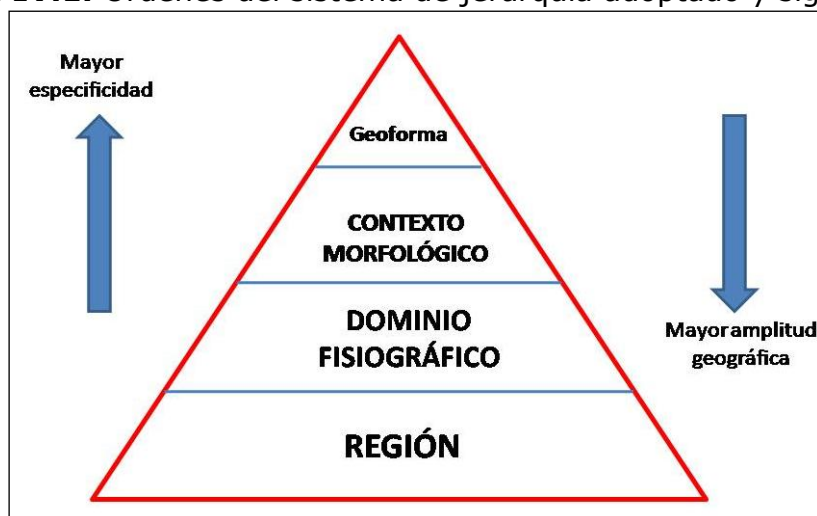
1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico

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

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

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

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



Fuente: CTN

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

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

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

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

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

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

Son las unidades básicas de mapeo. El tamaño mínimo para su representación es de 1 hectárea, con órdenes típicos de magnitud de entre 5 a 10 hectáreas hasta 10² km² para las geoformas mayores.

Una Geoforma debe cumplir con los siguientes requisitos:

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

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

1.1. Justificación del sistema de jerarquía de relieve adoptado

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

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

2. Atributo relacionado con la génesis de la geoforma

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

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

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

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

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

Fuente: CTN

3. Atributos geológicos: formación geológica y litología

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

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

- Desnivel relativo
- Longitud de vertiente
- Pendiente

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

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

Cuadro IV.5. Categorías de desnivel relativo

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

Cuadro IV.6. Categorías de longitud de vertiente

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

Cuadro IV.7. Categorías de pendiente

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

6. Atributos relacionados con el drenaje

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

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

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

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

Cuadro IV.8. Categorías de tipo de drenaje

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

Cuadro IV.9. Categorías de densidad de drenaje

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

Fuente: CTN

Bibliografía citada en el anexo

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

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

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

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

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

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

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

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

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