

MEMORIA TÉCNICA

CANTÓN LIMÓN INDANZA

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

Consorcio TRACASA-NIPSA:

Responsables:

Joaquín del Val
Idurre Barinagarrementería

Memoria:

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

Fotointérpretes:

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

FISCALIZACIÓN realizada por la Asociación ACOTECNIC – INGEOMATICA

ÍNDICE

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

3.3.1. Paisajes glaciares	22
3.3.2. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	23
3.3.3. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).....	23
3.3.4. Medio aluvial de Sierra	24
3.3.5. Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas	24
3.3.6. Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas.....	24
3.3.7. Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.....	25
3.3.8. Medio aluvial amazónico.	25
3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón	26
3.5. Descripción de geoformas	33
3.5.1. Fluvial	33
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)	33
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2)	34
3.5.1.3. Valle en V (E1)	34
3.5.1.4. Barranco (E2)	35
3.5.1.5. Garganta (E3)	36
3.5.1.6. Encañonamiento (E4)	36
3.5.1.7. Terraza media (Tm)	37
3.5.1.8. Terraza alta (Ta)	37
3.5.1.9. Terraza colgada (Tc)	38
3.5.1.10. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)	38
3.5.1.11. Superficie de cono de deyección (Cd1)	38
3.5.1.12. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)	38
3.5.2. Laderas	39
3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1).....	39
3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....	40
3.5.2.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)	41
3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)	42
3.5.2.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)	42
3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1)	43
3.5.2.7. Vertiente rocosa (Lh3).....	43
3.5.2.8. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)	44
3.5.2.9. Escarpe de deslizamiento (Lh6)	45
3.5.2.10. Coluvión reciente (Col1)	45
3.5.2.11. Coluvión antiguo (Col2)	46

3.5.2.12.	Macrocoluvión (Col3).....	47
3.5.2.13.	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)	48
3.5.3.	Glaciar y periglacial	49
3.5.3.1.	Circo glaciar (Gf1)	49
3.5.3.2.	Fondo de valle glaciar (Gf3)	49
3.5.3.3.	Vertiente de valle glaciar (Gf4)	49
3.5.3.4.	Valle glaciar colgado (Gf5)	50
3.5.3.5.	Rocas aborregadas (Gf7)	50
3.5.3.6.	Laguna glaciar (Gf8)	50
3.5.3.7.	Morrena lateral (Gd2).....	50
3.5.3.8.	Afloramientos rocosos en ambiente periglacial (Gp3)	51
3.5.3.9.	Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques	51
3.5.4.	Kárstico.....	51
3.5.4.1.	Dolina, campo de dolinas (Kt6).....	51
3.5.5.	Estructural.....	52
3.5.5.1.	Superficie de mesa o meseta (Eh1).....	52
3.5.5.2.	Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2).....	52
3.5.5.3.	Cornisa de mesa o meseta (Eh3)	52
3.5.5.4.	Vertiente de mesa o meseta (Eh4)	53
3.5.5.5.	Superficie de cuesta (Ei1)	53
3.5.5.6.	Superficie de cuesta disectada (Ei2).....	53
3.5.5.7.	Frente de cuesta (Ei3)	54
3.5.5.8.	Vertiente de cuesta (Ei4)	54
3.5.5.9.	Superficie de chevron (Ei5)	55
3.5.5.10.	Frente de chevron (Ei6)	55
3.5.5.11.	Vertiente de chevron (Ei7)	55
3.5.5.12.	Relieves escalonados en capas inclinadas (Ei8)	56
3.5.5.13.	Restos de superficie estructural (Esr)	56
3.5.6.	Tectónico-erosivo	57
3.5.6.1.	Relieve colinado bajo (Rt3)	57
3.5.6.2.	Relieve colinado medio (Rt4).....	57
3.5.6.3.	Relieve colinado alto (Rt5)	58
3.5.6.4.	Relieve colinado muy alto (Rt6)	59
3.5.6.5.	Relieve montañoso (Rt7)	60
3.5.7.	Poligénicas.....	60
3.5.7.1.	Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	60
3.5.7.2.	Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)	61
3.5.7.3.	Superficie horizontal (Sh2)	62

3.5.7.4.	Superficie horizontal disectada (Sh3)	62
3.5.7.5.	Superficie inclinada (Si2)	63
3.5.7.6.	Superficie inclinada disectada (Si3)	63
3.5.7.7.	Abrupto de superficie inclinada (Si4)	64
3.5.7.8.	Cerro testigo (Rr4).....	64
3.5.7.9.	Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)	65
3.5.7.10.	Interfluvio de cimas estrechas (Ar2).....	65

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES 66

V. BIBLIOGRAFÍA 70

5.1.	Referencias generales	70
5.2.	Bibliografía citada	71

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 Limón Indanza	16
Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Limón Indanza	19
Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Limón Indanza	22
Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón	26
Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón	30

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

LISTA DE FOTOS

Fotos 1 y 2. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector Yungantza	33
Foto 3. Barranco. Sector Indanza	35
Foto 4. Encañonamiento. Sector La Victoria	36
Foto 5. Terraza media. Sector General Leónidas Plaza (Limón)	37
Fotos 6 y 7. Vertiente rectilínea. Sector El Rosario	39
Foto 8. Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector Flor del bosque	40
Fotos 9 y 10. Vertiente rectilínea con abruptos. Sector General Leónidas Plaza (Limón)	41
Fotos 11 y 12. Vertiente abrupta. Sector El Rosario	42
Fotos 13 y 14. Vertiente heterogénea. Sector General Leónidas Plaza (Limón)	43
Foto 15. Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector Santiago de Pananza	44
Fotos 16 y 17. Coluvión reciente. Sector El Rosario	46
Fotos 18 y 19. Coluvión antiguo. Sector Santa Susana de Chivianza	47
Fotos 20 y 21. Macrocoluvión. Sector El Rosario	47
Fotos 22 y 23. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada. Sector Santa Susana de Chivianza	48
Fotos 24 y 25. Superficie de cuesta disectada. Sector Santa Susana de Chivianza	54
Foto 26. Restos de superficie estructural. Sector Santa Susana de Chivianza	56
Foto 27. Relieve colinado medio. Sector Las Mercedes	58
Fotos 28 y 29. Relieve colinado alto. Sector Guayaquil	58
Foto 30. Relieve colinado muy alto. Sector Valle El Castillo	59
Fotos 31 y 32. Relieve montañoso. Sector Valle El Castillo	60
Foto 33. Coluvio-aluvial reciente. Sector El Descanso	61
Fotos 34 y 35. Coluvio-aluvial antiguo. Sector El Pescado	62
Foto 36. Abrupto de superficie inclinada. Sector Centro Metsankim	64
Foto 37. Interfluvio de cimas redondeadas. Sector La Delicia	65

I. INTRODUCCIÓN

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

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

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

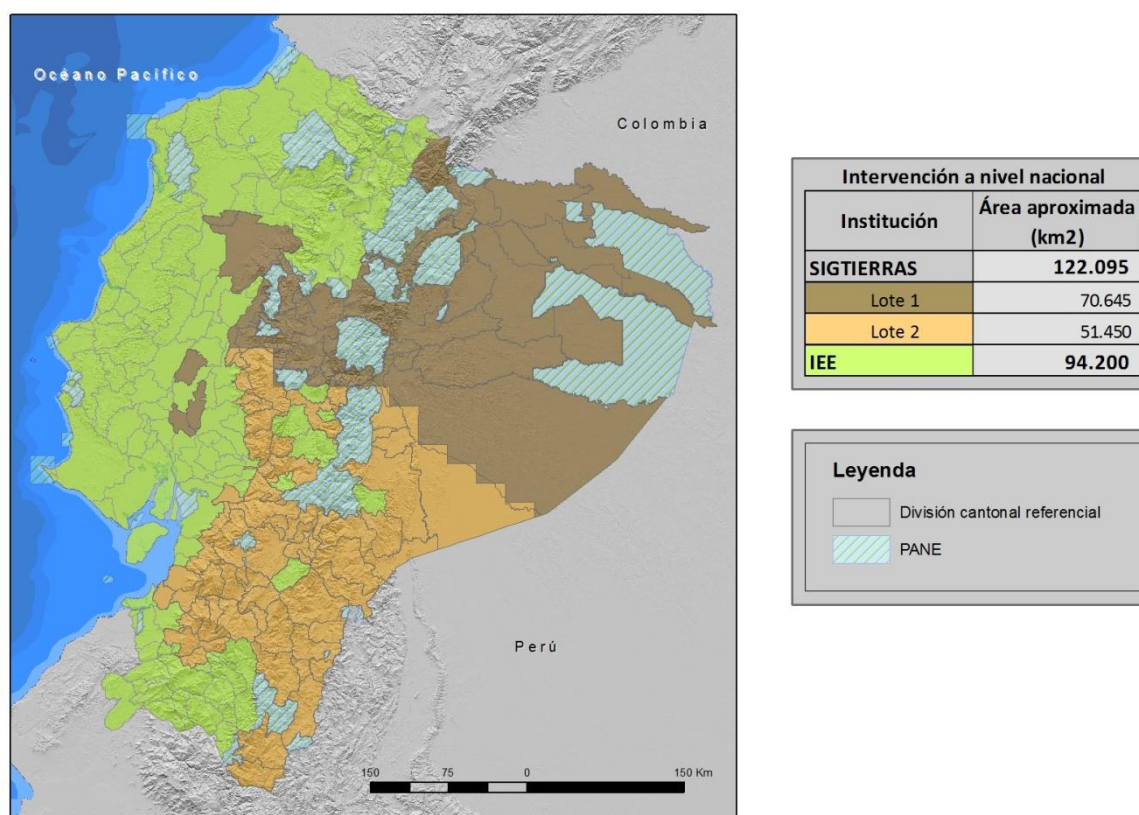
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

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

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

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

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



Fuente: CTN

1.1. El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador

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

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

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

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

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales del proyecto

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

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

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

1.2.2. Objetivos del estudio geomorfológico

Los objetivos específicos de la Cartografía Geomorfológica son:

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

1.3. Antecedentes de este estudio

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

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

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

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

II. METODOLOGÍA

2.1. Características del producto esperado

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

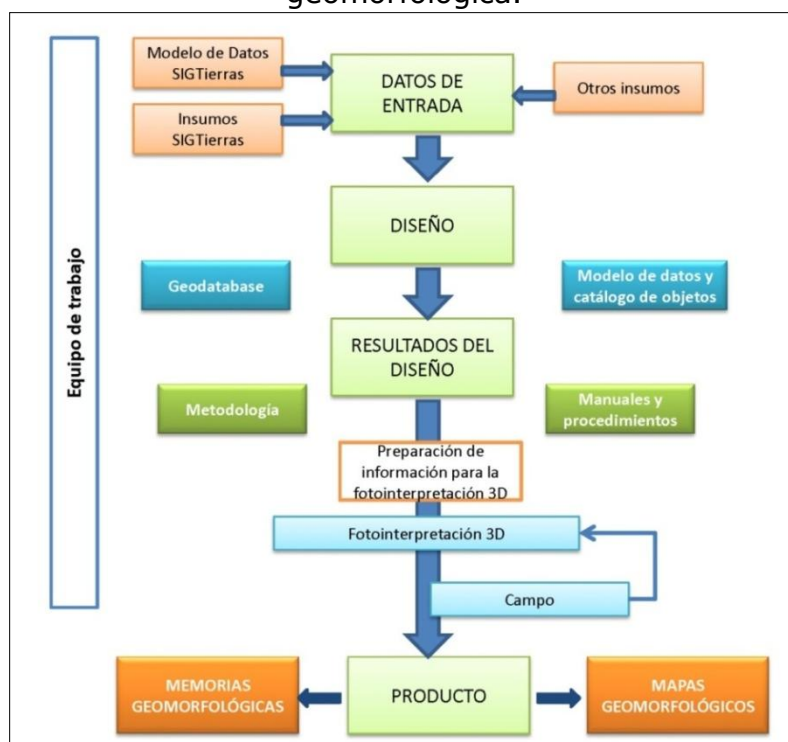
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

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

2.2. Etapas metodológicas

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

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



Fuente: CTN

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

2.2.1. Recopilación de información

Esta fase comprende:

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

2.2.1.1. Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes

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

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

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

2.2.1.2. Insumos complementarios

Los insumos complementarios, básicamente, son:

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

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

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

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

2.2.2. Fotointerpretación

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

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

El proceso de fotointerpretación cubre las siguientes etapas:

- Identificación y delimitación de las diferentes geoformas, o unidades geomorfológicas, existentes en el área, en base a las características del relieve, los modelos de drenaje y la información proporcionada por los diferentes insumos. La delimitación de las geoformas se realiza mediante digitalización de polígonos identificados como geoformas, a escala 1:10.000, con líneas que aparezcan suavizadas, a partir del modelo tridimensional utilizado.
- La asignación de atributos en cada geoforma delimitada, con ayuda del software implementado. La asignación de atributos a cada una de las geoformas delimitadas permite caracterizarlas a través de una serie de rangos o variables específicos de cada atributo, definidas previamente. Los atributos considerados son los siguientes:
 - Nombre de la geoforma.
 - Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico (atributos relacionados con las unidades jerárquicas de relieve en que se encuadra la geoforma).
 - Génesis (grupo genético, o tipo de modelado, al que pertenece cada tipo de geoforma).
 - Formación geológica y litología.
 - Forma de la cima, forma de la vertiente y forma del valle (atributos morfológicos).
 - Desnivel relativo, longitud de vertiente y pendiente (atributos morfométricos).
 - Forma de drenaje y densidad de drenaje (atributos relacionados con el drenaje superficial).

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

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

- Región
- Dominio Fisiográfico
- Contexto Morfológico

La fotointerpretación finaliza con:

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

2.2.2.1. Software empleado

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

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

2.2.3. Fase de campo

2.2.3.1. Criterios para la validación en campo

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

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

2.2.3.2. Validación y adquisición de datos de campo

En campo, la actividad contempla:

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

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

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

2.2.4. Integración de datos y adecuación cartográfica final

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

2.2.5. Mapa y leyenda

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

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

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

2.2.5.1. Explicación de la leyenda

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

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

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

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

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

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

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

Fuente: CTN

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

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

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

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

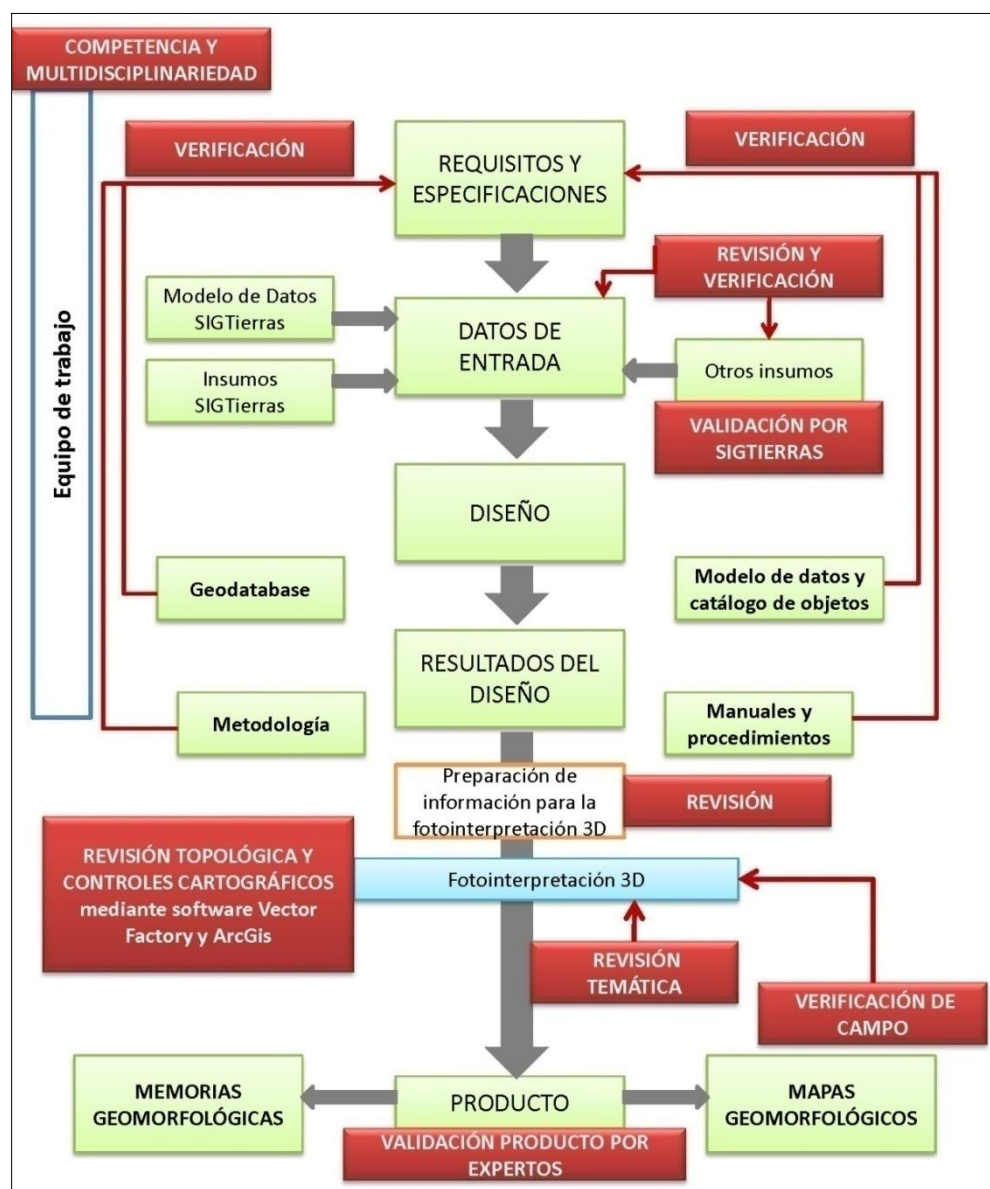
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

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

2.3. Control de calidad

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

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



Fuente: CTN

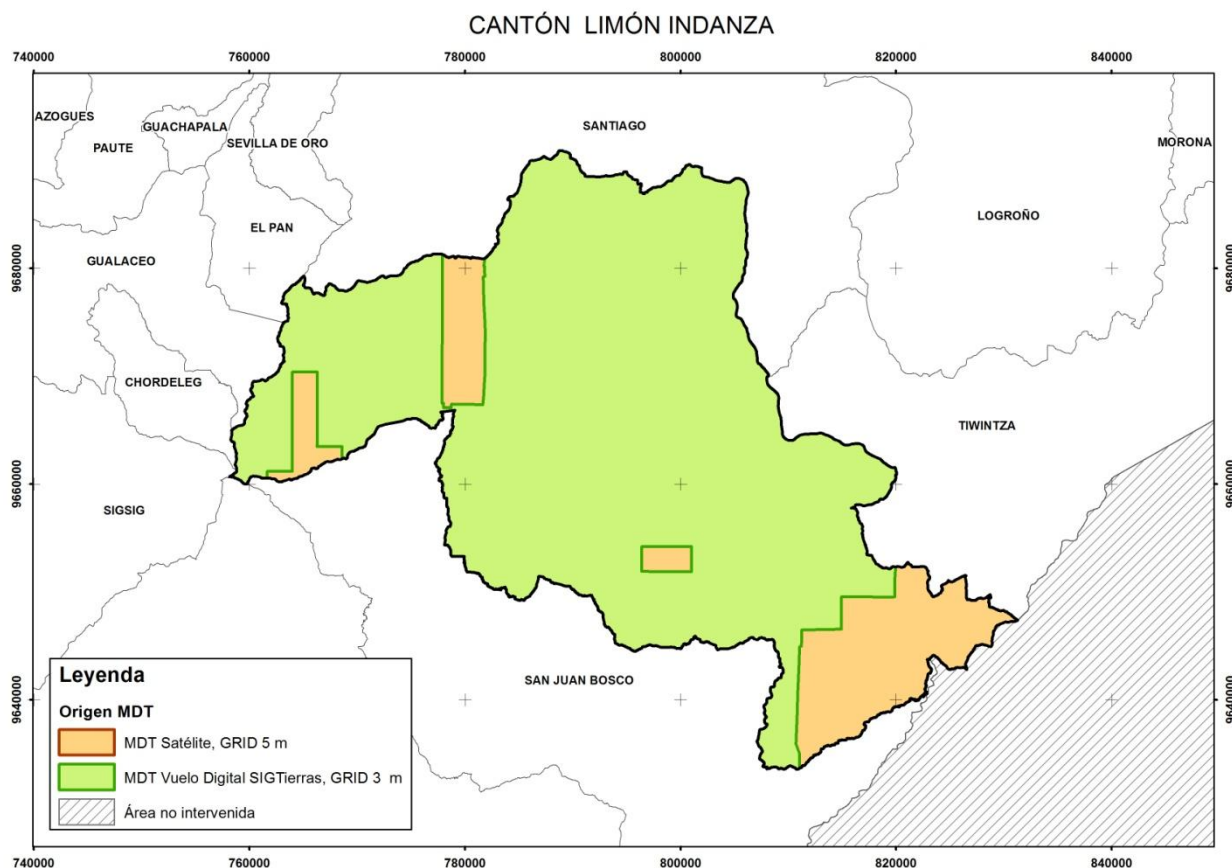
Estos hitos son los siguientes:

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

2.4. Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón

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



Fuente: CTN

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

- CODIGEM (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica), 1996. Hoja Geológica: Méndez (Hoja 92), esc. 1:100.000. *CODIGEM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Azogues (Hoja 73), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1987. Mapa Geológico de la Provincia de Morona Santiago, esc. 1:250.000. *DGGM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1994. Geological and metal occurrence maps of the Cordillera Real Metamorphic Belt, Ecuador, esc. 1:500.000 (publicado en 2 hojas). *CODIGEM*. 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 Limón Indanza.

Código	Cartas Topográficas	Código	Cartas Topográficas
ÑV_F1	Santiago de Méndez	ÑV_F2	Tayuza
ÑV_E4	Mariano Moreno	ÑV_F3	Limón
ÑV_F4	San Simón de Ipiakuim	ÑVI_A2	San Juan Bosco
ÑVI_B1	Indanza	ÑVI_B2	Río Santiago
ÑVI_B3	San Carlos de Limón	ÑVI_B4	Tinkimints

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

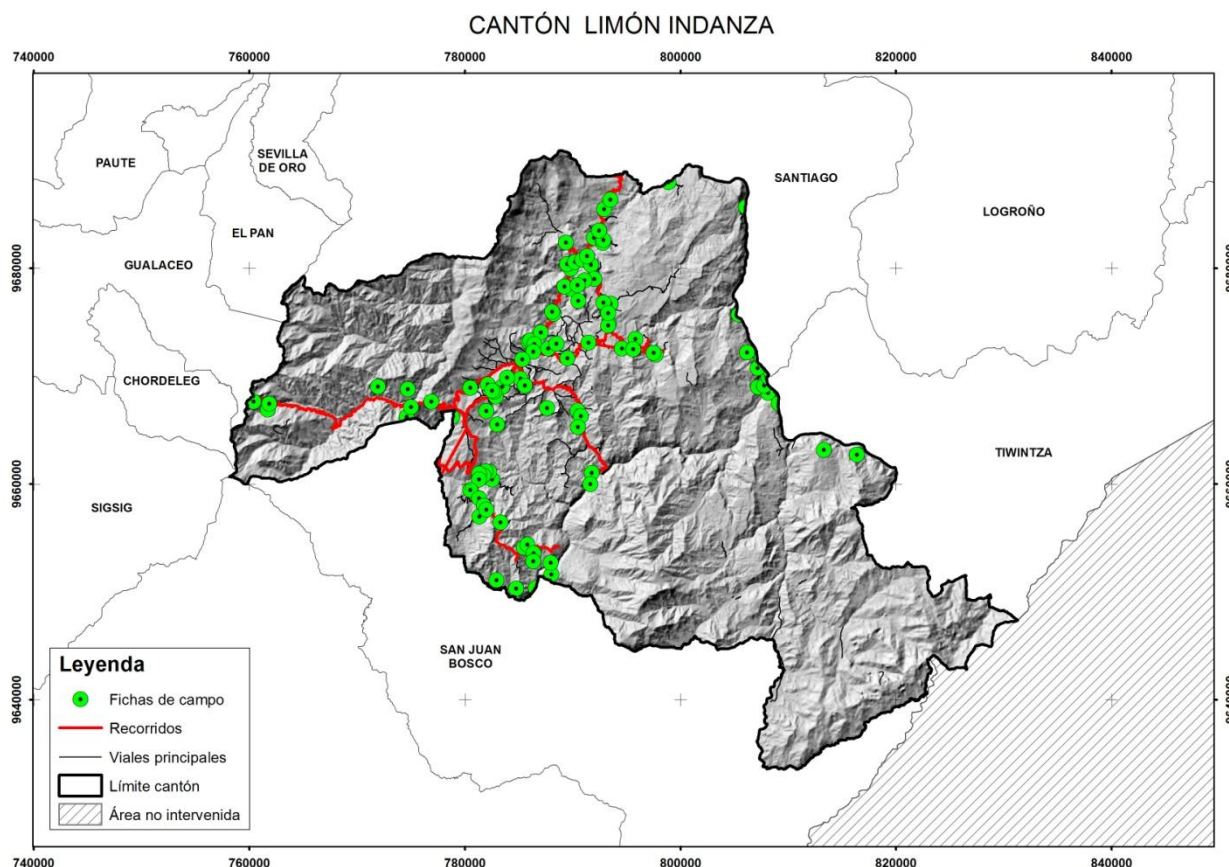
III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Limón Indanza se realizó entre los días 24 de mayo, 5, 6, 7, 8, 9, 12 y 25 de agosto y el 11 de septiembre de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 94 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 Limón Indanza.



Fuente: CTN

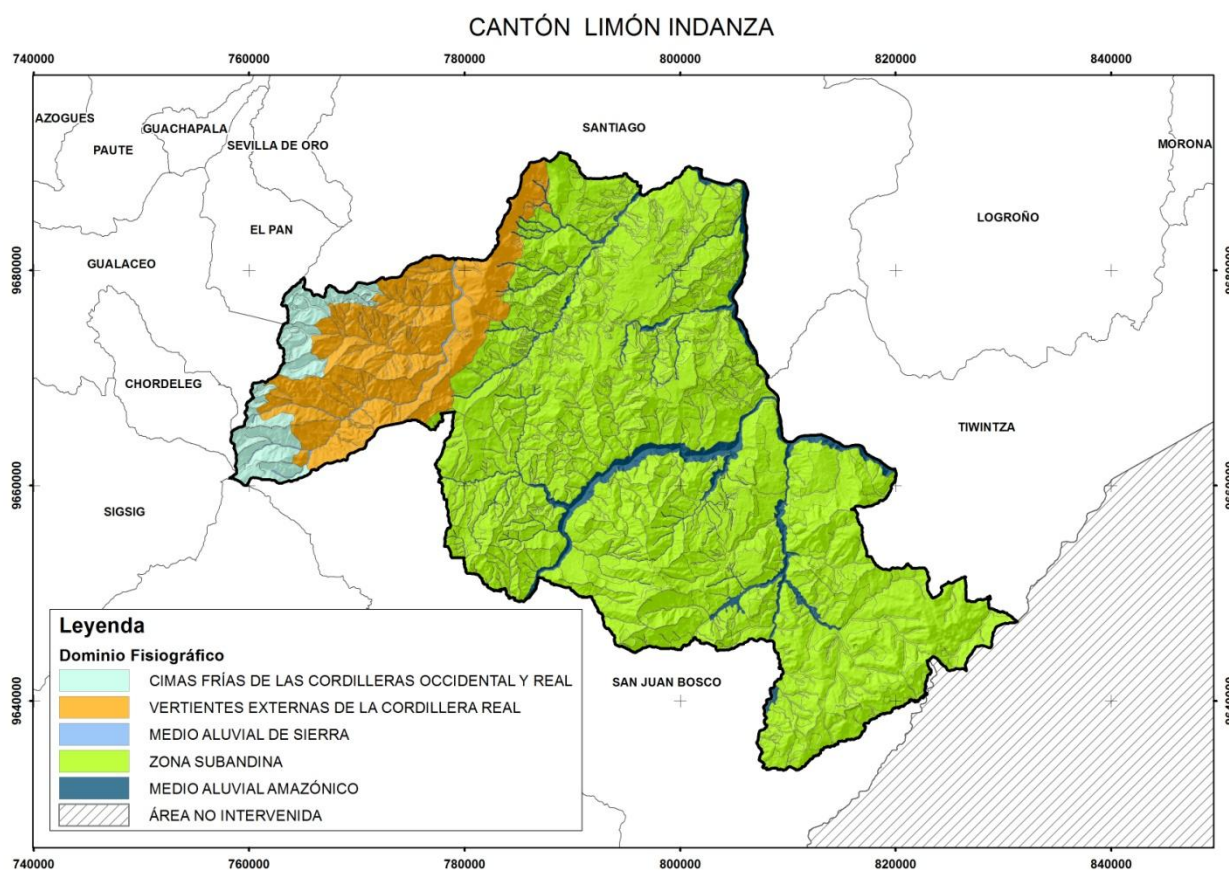
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Limón Indanza tiene 1.806 km² aproximadamente y ha sido cartografiado en su totalidad.

El cantón se encuentra incluido en la región Amazonía y en una menor extensión en la región Sierra donde se pueden diferenciar dos y tres dominios fisiográficos respectivamente. 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 Limón Indanza.



Fuente: CTN

Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Limón Indanza.

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	Superficie	Porcentaje
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	75 km ²	4,16%
	Vertientes externas de la Cordillera Real	261 km ²	14,45%
	Medio aluvial de Sierra	5 km ²	0,26%
AMAZONÍA	Zona Subandina	1.371 km ²	75,95%
	Medio aluvial amazónico	93 km ²	5,18%

Fuente: CTN

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

Las Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real aparecen con una notable fragmentación geográfica, desde la frontera colombiana hasta el sur de Amaluza, en la frontera peruana. Las tierras más frías dibujan dos fajas paralelas con sentido meridiano que coronan las dos cordilleras andinas, Occidental y Oriental. La altitud es el primer punto en común a esos paisajes: alcanza los 6.310 msnm en el volcán Chimborazo, 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.

En el cantón Limón Indanza se alcanzan los 3.800 msnm en el punto más alto, al norte de la Cordillera Ayllón, la cual está fuera del cantón de estudio. 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 este cantón, este dominio tiene escasa representación y se ubica principalmente en el extremo noroccidental.

3.2.2. Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Real

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

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

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

Este dominio se dispone en el extremo occidental del cantón Limón Indanza, con alturas que oscilan entre los 1.100 y 3.500 msnm y está representado por relieves escarpados desarrollados sobre rocas metamórficas con cobertura piroclástica, concretamente las rocas metamórficas indiferenciadas pertenecientes al Paleozoico.

3.2.3. Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra

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

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

En el cantón Limón Indanza este dominio está representado principalmente por el sistema fluvial del río Gualaceo o Cruzado, que aguas arriba pasa a llamarse Ishipingu, con dirección preferencial S-N. Se localizan coluvio-aluviales en las cabeceras de los ríos y valles en V en las partes bajas.

3.2.4. Dominio Fisiográfico Zona Subandina

Está representado por relieves montañosos o submontañosos, escalonados hasta los 2.500 metros de altitud, en los que se apoya, de norte a sur, la vertiente amazónica de los Andes. Este dominio está fuertemente condicionado por la estructura geológica, ya que en esta zona se corresponde con el levantamiento de la Cordillera del Cutucú, con la aparición de las formaciones Santiago y Chapiza y también con los corredores, depresiones y estribaciones adyacentes o interiores.

El anticlinal subandino está constituido por sedimentos mesozoicos y cenozoicos, de naturaleza marina y continental respectivamente. Los modelados se distinguen según la influencia de las estructuras o la disección, dependiendo de la litología: las rocas duras originan mesetas, cuevas y crestas, mientras que las rocas blandas originan altas colinas asimétricas. La presencia de calizas se traduce, en ocasiones, en formas kársticas, como lapiaces, simas y redes subterráneas.

Este dominio es el que ocupa más extensión, concretamente tres cuartas partes del cantón Limón Indanza. Se dispone en parte del sector occidental y toda la mitad oriental, donde alcanza su mayor extensión, con alturas que oscilan entre los 300 y los 2.300 msnm. La Cordillera del Cutucú, diversos corredores y depresiones, junto algunos retazos de la Cordillera del Cóndor, son las expresiones morfológicas más características del mismo en el territorio cantonal.

3.2.5. Dominio Fisiográfico Medio aluvial amazónico

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

En el cantón Limón Indanza este dominio está sujeto a la acción y modelado de los ríos Yavintza, Yungantza, Cumtsa, Namangoza, Tsenkeankas, Naytza, Zamora, Pescado, Indanza y Coangos, con direcciones preferenciales entre W-E y S-N, todos ellos afluentes del río Santiago con dirección preferencial N-S. Estos cauces, que en unos sitios han formado profundos encañonamientos, erosionando así el material presente en el cantón, en otros han provocado valles fluviales y sistemas de terrazas en zonas más llanas donde la deposición es posible.

3.3. Contextos Morfológicos

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

Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Limón Indanza.

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Paisajes glaciares
		Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas
	Vertientes externas de la Cordillera Real	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra
AMAZONÍA	Zona Subandina	Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas
		Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas
		Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales
	Medio aluvial amazónico	Medio aluvial amazónico

Fuente: CTN

3.3.1. Paisajes glaciares

Se presenta en las tierras más frías de las cordilleras Occidental y Real, cuyas morfologías más características se corresponden con formas glaciares, actuales y heredadas, a las que a veces se llegan a superponer otras formas provenientes del periglacialismo actual.

En el cantón Limón Indanza, este contexto tiene una extensión aproximada de 8,5 km². Está situado en el extremo más occidental, junto a los límites con los cantones Gualaceo y El Pan. Presenta alturas que oscilan entre 3.100 y 3.800 msnm, donde los circos glaciares y los afloramientos rocosos en ambiente periglacial son las geoformas más representativas.

Su litología la forman exclusivamente las rocas metamórficas indiferenciadas y los depósitos superficiales provenientes de la fragmentación de estas formando depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno.

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

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

En el cantón Limón Indanza, este contexto no llega a representar el 4% de la superficie total de estudio, lo que se traduce a unos 67 km² y se ubica únicamente en el extremo noroccidental. La cota superior de este contexto coincide con el límite inferior de los *Paisajes glaciares* y la cota inferior se encuentra 2.400 msnm. Su límite inferior generalmente se encuentra a 3.200 msnm, aunque puede llegar hasta los 2.800 msnm, en este caso las vertientes en la base del Cerro Dominguillos han hecho descender esta cota.

Litológicamente se caracteriza por las rocas metamórficas indiferenciadas y los depósitos superficiales provenientes de la fragmentación de estas, formando depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno.

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

Se extiende a lo largo de una banda continua por todo el tercio sur de la vertiente oriental de la Cordillera Real, desde la línea imaginaria que une Azogues y Santiago de Méndez hasta la punta más meridional del Ecuador, al sur de Zumba. Queda enmarcado entre los dominios de Cimas frías y de la Zona Subandina.

El paisaje, con ausencia de cenizas volcánicas, se define por una disección intensa, irregular y asimétrica del sustrato metamórfico sobre el que en gran parte se desarrolla. Se caracteriza por la presencia de grandes vertientes, tanto abruptas, rectilíneas y heterogéneas.

Tal como dice el nombre del contexto, se desarrolla únicamente sobre rocas metamórficas indiferenciadas. A lo largo del cuaternario se han formado una serie de depósitos superficiales encima, como coluvio-aluviales (limos, arcillas, arenas, gravas

y bloques), coluviones (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno) y depósitos de deslizamiento (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño).

En este cantón, este contexto se ubica principalmente en el sector occidental con las cordilleras San Juan, el Cruzado, Frente el Cruzado y Zapote Naida como las representativas. Cubre una franja de unos 261 km² desde el límite cantonal con Santiago, hasta el límite cantonal con San Juan Bosco, con alturas que oscilan entre los 1.100 a 3.500 msnm.

3.3.4. Medio aluvial de Sierra

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

3.3.5. Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas

Este contexto se muestra con relieves vigorosos, formas agudas y vertientes rectilíneas de fuerte pendiente. Los relieves están muy disectados en el centro de la cordillera, con una densa red de drenaje y sin restos estructurales. Hacia la periferia, la disección no es tan acusada y presenta algunas formas estructurales, como mesas, cuevas y otras formas monoclinales.

En el cantón Limón Indanza se ubica en la zona oriental del mismo, ocupando más de la mitad del cantón. Las zonas más elevadas de la cordillera alcanzan los 2.400 msnm, mientras que las más deprimidas descienden hasta los 400 msnm. Su extensión total, la mayor en todo el cantón, se aproxima a los 1.035 km². Las formaciones presentes en este contexto son la Santiago, la Chapiza, la Hollín y el grupo Limón.

3.3.6. Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas

El modelado predominante, muy homogéneo, da lugar a colinas y relieves montañosos de pronunciados desniveles, de cimas redondeadas y largas vertientes convexas. La red hidrográfica es densa y escasamente jerarquizada, característica de los cuerpos ígneos intrusivos, granitos y granodioritas, sobre los que se desarrolla. Las alteraciones adquieren una extraordinaria intensidad y extensión sobre estos materiales, tanto en forma de arenizaciones como en transformaciones a niveles arcillosos rojizos y rojizo-amarillentos, con cuarzo y ricos en hierro.

Este contexto está ubicado al centro del cantón Limón Indanza, repartido en cuatro zonas caracterizadas por la presencia de geoformas de génesis estructural como las cuevas y las geoformas asociadas a ellas, proporcionadas por las areniscas de la Formación Chapiza y la Formación Hollín, discordantes sobre los relieves graníticos subyacentes. Los depósitos superficiales que se han desarrollado encima de estas formaciones son los coluviones (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos

angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno) y los depósitos de deslizamiento (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño).

3.3.7. Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales

Este contexto incluye: el corredor del Cosanga, que se extiende como un largo y estrecho pasillo desde el norte de Baeza hasta la altura de Palora, al sur de Puyo; la depresión de Macas-Méndez y su prolongación meridional a través del corredor Limón-Gualaquiza; la cuenca de Zumba, en el extremo meridional del Ecuador; y, finalmente, diversos valles del sur, cuyas paredes aparecen tapizadas de depósitos coluviales.

El corredor Limón-Gualaquiza se localiza en la zona occidental del cantón, en el valle del río Pan de Azúcar, localizado entre la Cordillera de los Andes y las cordilleras del Cutucú y del Cóndor, en la franja occidental del anticlinal del Santiago; está formado por un paisaje de crestas aisladas con formas de cuevas y vertientes fuertemente disectadas, sobre un sustrato constituido en gran parte por el Grupo Margajitas. La zona oriental del contexto se encuentra sobre la vertiente occidental del río Coangos. En el norte se asoman las vertientes coluviales bajas de los valles del sur, las cuales generalmente presentan valles estrechos, en este caso forman los relieves colinados de la ladera norte del río Yungantza. El resto del modelado de este contexto difiere ligeramente en este cantón del modelado común, ya que presenta diversos coluviones y grandes glaciares de esparcimiento tapizando la vertiente occidental. Las litologías dominantes en esta zona son las calizas silíceas de la Formación Santiago y depósitos de ladera.

En el cantón Limón Indanza, este contexto se ubica en la zona centrooccidental, cubriendo el lado oeste de la cuenca hidrográfica del río Yungantza y toda la cuenca hidrográfica del río Indanza, con alturas que oscilan entre los 600 a 2.200 msnm. Su extensión total se aproxima a los 280 km².

Este contexto coincide con las rocas metamórficas indiferenciadas, sobre las formaciones Santiago, Chapiza, Hollín, Napo, el grupo Margajitas, y la Mera. Los depósitos superficiales desarrollados encima con los depósitos de ladera (coluvial) y los depósitos de ladera (derrumbe) para los coluviones y las masas deslizadas respectivamente.

3.3.8. Medio aluvial amazónico.

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

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.)
Paisajes glaciares	LADERAS	Vertiente rocosa	1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	3
		Fondo de valle glaciar	<1
		Vertiente de valle glaciar	1
		Valle glaciar colgado	<1
		Laguna glaciar	<1
		Morrena lateral	<1
		Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario	2
Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas	POLIGÉNICAS	Interfluvio de cimas estrechas	<1
	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea con fuerte disección	12
		Vertiente rocosa	22
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	4
		Fondo de valle glaciar	5
		Vertiente de valle glaciar	19
		Rocas aborregadas	<1
		Laguna glaciar	<1
		Morrena lateral	<1
		Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques	<1
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Barranco	11
	LADERAS	Vertiente rectilínea	15
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	26
		Vertiente abrupta	9
		Vertiente abrupta con fuerte disección	94
		Vertiente heterogénea	1
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	39
		Coluvión reciente	1
		Coluvión antiguo	<1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado muy alto	1
		Relieve montañoso	55

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	2
		Coluvio-aluvial antiguo	1
		Interfluvio de cimas redondeadas	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	3
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Valle en V	2
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	2
Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas	FLUVIAL	Barranco	23
		Garganta	<1
		Superficie de cono de deyección	1
		Superficie de cono de deyección disectado	2
		Vertiente rectilínea	79
	LADERAS	Vertiente rectilínea con fuerte disección	192
		Vertiente rectilínea con abruptos	9
		Vertiente abrupta	8
		Vertiente abrupta con fuerte disección	5
		Vertiente heterogénea	47
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	102
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión reciente	24
		Coluvión antiguo	69
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	7
	KÁRSTICO	Dolina, campo de dolinas	<1
	ESTRUCTURAL	Superficie de mesa o meseta	5
		Superficie de mesa o meseta disectada	<1
		Vertiente de mesa o meseta	37
		Cornisa de mesa o meseta	1
		Superficie de cuesta	11
		Superficie de cuesta disectada	1
		Frente de cuesta	2
		Vertiente de cuesta	25
		Superficie de chevron	1
		Frente de chevron	<1
		Relieves escalonados en capas inclinadas	1
		Restos de superficie estructural	4

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado bajo	<1
		Relieve colinado medio	75
		Relieve colinado alto	38
		Relieve colinado muy alto	54
		Relieve montañoso	151
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	19
		Coluvio-aluvial antiguo	14
		Superficie horizontal	2
		Superficie horizontal disectada	2
		Superficie inclinada	11
		Abrupto de superficie inclinada	<1
		Cerro testigo	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	9
		Interfluvio de cimas estrechas	1
Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	<1
		Vertiente rectilínea con abruptos	2
		Coluvión reciente	<1
		Coluvión antiguo	3
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	3
	ESTRUCTURAL	Superficie de mesa o meseta disectada	<1
		Cornisa de mesa o meseta	<1
		Vertiente de mesa o meseta	<1
		Superficie de cuesta	28
		Superficie de cuesta disectada	6
		Frente de cuesta	6
		Vertiente de cuesta	4
		Restos de superficie estructural	<1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado muy alto	1
	POLIGÉNICAS	Superficie inclinada	1
Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales	FLUVIAL	Valle en V	<1
		Barranco	7
		Terraza media	<1

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales	LADERAS	Vertiente rectilínea	41
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	19
		Vertiente rectilínea con abruptos	12
		Vertiente abrupta	<1
		Vertiente heterogénea	15
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	38
		Escarpe de deslizamiento	2
		Coluvión reciente	3
		Coluvión antiguo	19
		Macrocoluvión	4
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	18
	ESTRUCTURAL	Superficie de chevron	<1
		Vertiente de chevron	<1
		Restos de superficie estructural	<1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	12
		Relieve colinado alto	27
		Relieve colinado muy alto	14
		Relieve montañoso	33
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	4
		Coluvio-aluvial antiguo	4
		Superficie inclinada	2
		Superficie inclinada disectada	<1
		Abrupto de superficie inclinada	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	5
		Interfluvio de cimas estrechas	<1
Medio aluvial amazónico	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	4
		Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación)	3
		Valle en V	6
		Barranco	7
		Encañonamiento	61
		Terraza media	<1
		Terraza alta	<1
		Terraza colgada	2
		Vertiente o abrupto de terraza	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	1
		Coluvio-aluvial antiguo	10

Fuente: CTN

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

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

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q _{dl3}	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	27
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	124
Depósitos coluvio aluviales	Q _{dca}	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	57
Depósitos aluviales	Q _{da}	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	7
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q _{da5}	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	4
Depósitos aluviales (terrazas)	Q _{da8}	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	2
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	6
Formación Mera	Q _{Mr}	Cuaternario	Arcillas y areniscas tobáceas, con horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada	<1

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Grupo Limón	K _{Li}	Cretácico	Arcillas y calizas; areniscas silicificadas, calizas y arcillas	127
Grupo Margajitas	K _{Mj}	Cretácico	Esquistos calcáreos bituminosos, esquistos arcillosos, pizarras negras, areniscas cuarcíticas, lutitas negras	<1
Formación Napo	K _{Np}	Cretácico	Areniscas y lutitas con calizas subordinadas; caliza gris fosilífera; lutitas oscuras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas	80
Formación Hollín	K _{Ho}	Cretácico	Areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con escasas intercalaciones de lutitas arenosas	273
Formación Chapiza	JK _{Ch}	Jurásico-Cretácico	Capas rojas delgadas de areniscas alternando con lutitas abigarradas, con intrusiones de pórfidos y diabasas; lavas y piroclastos abundantes hacia techo	343
Formación Santiago	J _{St}	Jurásico	Calizas silíceas en capas delgadas de color gris oscuro a negro, areniscas calcáreas e intercalaciones de lutitas negras; intercalaciones de brechas volcánicas, tobas arenosas verdes y lutitas bentoníticas	400
Rocas Metamórficas	ME	Paleozoico	Rocas metamórficas indiferenciadas	335
Granodiorita asociada con otras rocas ígneas alteradas	IN G-Gd2	Sin asignación de edad	Granodiorita asociada con otras rocas ígneas alteradas	20

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, PIP=Plioceno-Pleistoceno, MioPl=Mioceno-Plioceno, Mio=Mioceno, Pal=Paleoceno, K=Cretácico, JK=Jurásico-Cretácico, J=Jurásico, Pz=Paleozoico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial en el caso de los materiales de edad Cuaternario (dl=depósitos de ladera, dca=depósitos coluvio aluviales, da= depósitos aluviales, etc.) o al nombre de la "formación geológica" (Ms= Mesa, Ch= Chambira, Ar=Arajuno, Chl=Chalcana, etc.). Los símbolos que inician su denominación con ME hacen referencia a rocas metamórficas que, en los insumos, carecían de asignación de edad, aunque por su posición y otras características han sido consideradas de forma genérica como pertenecientes al Paleozoico. Los símbolos que inician su denominación con IN se refieren a cuerpos intrusivos sin asignación de edad.

3.5. Descripción de geoformas

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

3.5.1. Fluvial

3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)

En este cantón, los valles fluviales se asocian a los ríos Indanza, Yungantza y Warintza, concretamente al paso por sendas localidades. La geoforma se caracteriza por la presencia de depósitos aluviales transportados y depositados por los canales fluviales, de granulometría muy diversa y con marcadas variaciones laterales y verticales de facies, dispuestos en franjas adyacentes al canal fluvial. Los terrenos a los que dan lugar se inundan, parcial o totalmente, durante épocas de crecidas.

Presentan pendientes en gran parte suaves (de 2 a 12%) y formas de valle planas. Su drenaje mayoritariamente es grueso y dendrítico, pero en los casos que es medio sus formas son dendríticas, subparalelas o paralelas. Como se puede ver en la foto número 2, el depósito superficial está formado por bloques y gravas en gran parte redondeados con matriz arenosa de color oscuro.

Esta geoforma aparece exclusivamente en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*.



Fotos 1 y 2. Valle fluvial, llanura de inundación del río Indanza a su paso por Indanza. Vistas generales (izquierda). 07/08/2014. Detalle del depósito superficial (derecha). Sector Yungantza. 07/08/2014.

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

Esta geoforma aparece principalmente en las confluencias del río Cumtsa con el Yungantza, del río Zamora con el Santiago y la del río Numpátkaim con el Coangos. En este cantón, se asocia solamente al *Medio aluvial amazónico*.

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

Las pendientes varían de planas a suaves (de 0 a 12%) y la forma del valle es generalmente plana y en algunos casos con forma de V. El drenaje principalmente es grueso con formas dendríticas y subdendríticas y cuando el drenaje es medio las formas se vuelven más subdendríticas.

3.5.1.3. Valle en V (E1)

Los Valles en V se distribuyen a lo largo de todo el cantón, en los ríos Gualaceo, San Antonio e Indanza en el sector occidental y en los ríos Tsenkeankas, Naytza y Coangos en el sector oriental del cantón. Estos valles son típicos de los cursos altos de los ríos, describen un perfil transversal en forma de V, normalmente presentan anchuras de orden hectométrico y su dimensión longitudinal es de orden kilométrico.

En el tramo del río Gualaceo está geoforma se asocia al contexto *Medio aluvial de Sierra*, se encaja en las rocas metamórficas indiferenciadas y sus vertientes presentan pendientes muy fuertes (de 70 a 100%). En el resto de ríos, la geoforma se asocia al contexto *Medio aluvial amazónico*, generalmente encajándose sobre las rocas metamórficas indiferenciadas, sobre granodioritas asociadas con otras rocas ígneas alteradas y sobre las formaciones Santiago, Chapiza, Hollín y Napo y sus vertientes presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%).

3.5.1.4. Barranco (E2)

Esta geoforma está distribuida por gran parte del cantón, excepto de la zona suroriental y con más representatividad en el centro. Al igual que la geoforma anterior, es típica de los cursos altos de los ríos, con similares características pero con dimensiones menores. Las pendientes transversales en general son fuertes (de 40 a 70%) y en algunos casos muy fuertes o escarpadas (70 a 150%), por lo que presenta ausencia generalizada de suelos. Aunque muy ocasionalmente presentan pendientes de medias a media fuertes (12 a 40%), no característicos de esta geoforma.

En el único contexto que no se ubica es en *Medio aluvial de Sierra*, donde la incisión fluvial ha dado lugar a valles en V). Su distribución, al igual que los valles en V.

Litológicamente presenta mucha variabilidad debido a su amplia distribución. Se desarrolla sobre las rocas metamórficas indiferenciadas, sobre granodioritas asociadas con otras rocas ígneas alteradas, sobre las formaciones Santiago, Chapiza, Hollín, Napo y sobre el grupo Limón. Ocasionalmente también se han localizado barrancos encajados en depósitos superficiales.



Foto 3. Barranco río Chinampis sobre la formación Napo. Sector Indanza.
07/08/2014.

3.5.1.5. Garganta (E3)

Esta unidad geomorfológica se encuentra en la zona oriental del cantón, aparece en un afluente del río Naytza. Está encuadrada en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.

En este caso, la garganta se encuentra erosionando las areniscas de la formación Chapiza generando así fuertes pendientes (de 40 a 70%), desniveles relativos de 25 a 50 metros y longitud de vertiente de entre 50 y 250 metros. Sus vertientes presentan formas mixtas y sus valles forma en V.

3.5.1.6. Encañonamiento (E4)

En el cantón Limón Indanza esta geoforma aparece en la zona central, en varios tramos de los ríos Yungantza, Naytza, Namangoza, Santiago, Zamora y Coangos, en todos los casos asociada al *Medio aluvial amazónico*.

Los encañonamientos son otra geoforma generada por incisión fluvial, similar a la garganta, pero con un encajamiento de mayor profundidad. Los desniveles relativos oscilan entre 50 a más de 300 metros, presenta vertientes en gran parte rectilíneas con desniveles entre 50 a más de 500 metros y las pendientes son muy fuertes o escarpadas (de 70 a 150%). En este cantón todos los encañonamientos han adquirido morfología en V en sus valles y en general se encuentran erosionando las formaciones Santiago y Chapiza.



Foto 4. Vista general del encañonamiento en el río Zamora a su paso por La Victoria. 09/08/2014.

3.5.1.7. Terraza media (Tm)

Se trata del primer nivel de terrazas por encima de los depósitos fluviales actuales y que, por tanto, representan la última llanura de inundación abandonada por la excavación vertical del río al que están asociadas, en este caso, el Yungantza.

Se sitúan, como promedio, a una altura de entre 7-8 m a 11-12 m sobre los cauces de los ríos anteriormente mencionados, con una pendiente suave (de 5 a 12%). La unidad incluye la propia superficie de terraza y su escarpe o abrupto, éste último no mapeable. Están formadas por bloques y gravas predominantemente redondeados con una matriz areno-limosa.

Se asocian a los contextos morfológicos *Medio aluvial amazónico* y Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.



Foto 5. Terraza media del río Yungantza a su paso por General Leónidas Plaza (Limón). 08/08/2014.

3.5.1.8. Terraza alta (Ta)

Esta geoforma se ubica en el sector oriental del cantón, junto al límite cantonal con los cantones Santiago y Tiwintza. Elevada unos 75 metros sobre el cauce del río Namangoza.

Son superficies que se sitúan generalmente en un nivel topográfico por encima de las terrazas medias (anteriormente descritas). En este caso, presentan pendientes suaves (de 5 a 12%) y están formadas por depósitos aluviales de terrazas. Algunas tienen una superficie irregular, debido a las incisiones que se han desarrollado en ella. Se encuentran dentro del contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*.

3.5.1.9. Terraza colgada (Tc)

Las terrazas colgadas se encuentran al sureste del cantón de estudio, están ligadas genéticamente al río Coangos y al Kenkuin, un afluente del primero. Se trata de un conjunto de superficies subhorizontales, con pendientes suaves (de 5 a 12%), formadas por diferentes rellanos que se sitúan a una altura entre 25 y 50 metros sobre los ríos anteriormente mencionados. Pertenecen al contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*.

Estas terrazas se encuentran por encima de la terraza alta e incluyen en su delimitación la propia superficie y su escarpe, no mapeable. Constituyen los restos más altos de antiguas superficies de inundación que pueden reconocerse en la zona. Litológicamente están formadas por conglomerados, limos arenosos y arcillas limosas en diferente proporción.

3.5.1.10. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)

Esta geoforma se ubica en el sector oriental del cantón, junto al límite cantonal con Santiago y Tiwintza. Es el abrupto de la terraza anteriormente descrita (Terraza alta), formada por los sedimentos aluviales del río Namangoza y al igual que la terraza alta a la que está asociada pertenece al *Medio aluvial amazónico*.

En este caso, se caracterizan por presentar pendientes fuertes (de 40 a 70%), el desnivel relativo oscila entre 25 y 50 metros y una vertiente con longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m) y con forma rectilínea.

3.5.1.11. Superficie de cono de deyección (Cd1)

Esta geoforma se localiza en el sector central y suroriental del cantón, en ambos casos asociado al contexto *Cordillera Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas*.

Se trata de la superficie y la vertiente o abrupto, esta última no separable por su reducido tamaño, de pequeños abanicos aluviales procedentes de los relieves circundantes de la Cordillera del Cutucú. Está formada por depósitos aluviales de cono de deyección, que constan de limo-arcillas y arenas, así como gravas y bloques en proporciones variables.

Sus propiedades morfológicas son variables, las pendientes de suaves a media fuertes (de 5 a 40%), el desnivel relativo de 15 a 200 metros y las vertientes de largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con perfiles rectilíneos.

3.5.1.12. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)

Esta geoforma es similar a la anterior, se localiza sector sureste del cantón, dentro del mismo contexto morfológico. En este caso presenta disección generada por la erosión de la escorrentía superficial, que genera incisiones con desniveles de 5 a 50 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con morfologías mayoritariamente mixtas y cóncavas, valles en V, en U y planos y cimas planas,

redondeadas y agudas. En este caso la pendiente es ligeramente más uniforme, oscilando de media a media fuerte (de 12 a 40%). La composición de estos depósitos presenta, al igual que los abanicos sin disección, presenta limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.

3.5.2. Laderas

3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Las vertientes rectilíneas se encuentran repartidas por todo el cantón, con mayor representación en el centro del cantón, concretamente en los sectores Indanza, El Rosario, Matyaipis, entre otros. Se incluyen dentro de cuatro de los contextos morfológicos: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; ii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*; iii) *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas, sin cobertura de cenizas volcánicas* y iv) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

En este caso, el segundo contexto mencionado en el párrafo anterior predomina cubriendo cerca del 60% de las vertientes rectilíneas del cantón. Estas vertientes presentan pendientes de media fuertes a fuertes (de 25 a 70%), sus longitudes oscilan de moderadamente largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) y los desniveles relativos en gran parte varían de 50 a más de 300 metros. Las formaciones que dominan en este contexto son bastante variadas: Santiago, Chapiza, Hollín y el grupo Limón.

Por otro lado, el último contexto mencionado en el primer párrafo de este apartado ocupa el 30% de las vertientes rectilíneas del cantón. Estas vertientes solo difieren de las anteriores en el desnivel relativo, que oscila de 100 a más de 300 m y en las formaciones predominantes, que en este caso son la Hollín y la Napo.



Fotos 6 y 7. Vista general vertiente rectilínea con fuerte disección (izquierda). Detalle macizo rocoso en areniscas cuarzosas de la formación Hollín (derecha). Sector El Rosario. 24/05/2014.

3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Esta unidad geomorfológica se sitúa mayoritariamente en el centro sur y centro este del cantón, aunque también se han localizado en el noroeste del cantón. Se incluyen dentro de cuatro de los contextos morfológicos: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; iii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas* y iv) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Estas laderas, de perfil longitudinal marcadamente rectilíneo, presentan una intensa disección, conservando una pendiente de cierta uniformidad a lo largo de las mismas. Aparecen con pendientes de media fuertes a fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos entre 100 a más de 300 metros y longitud predominantemente de larga a muy larga (de 250 a más de 500 m).

Tanto en el contexto Paisajes de páramo como en el de Relieves escarpados en rocas metamórficas se desarrollan sobre las rocas metamórficas indiferenciadas. Por otro lado, los otros dos contextos mencionados, se desarrollan en gran parte sobre las rocas metamórficas indiferenciadas, las granodioritas asociadas con otras rocas ígneas alteradas, las formaciones Santiago, Chapiza, Hollín, Napo, el grupo Limón y el grupo Margajitas.

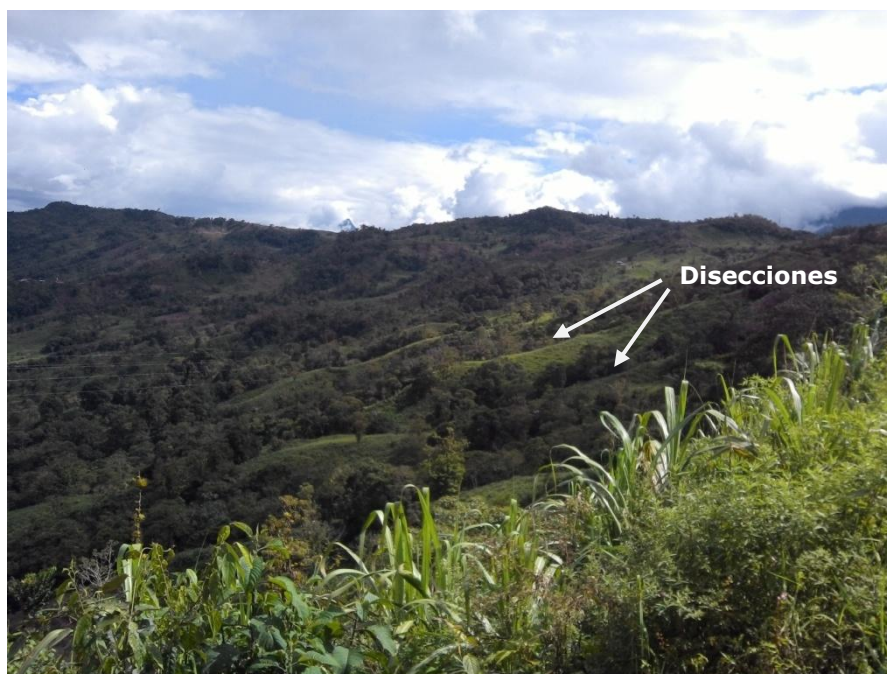


Foto 8. Vertiente rectilínea con fuerte disección sobre areniscas cuarzosas y lutitas de la formación Hollín. Sector Flor del bosque. 07/08/2014.

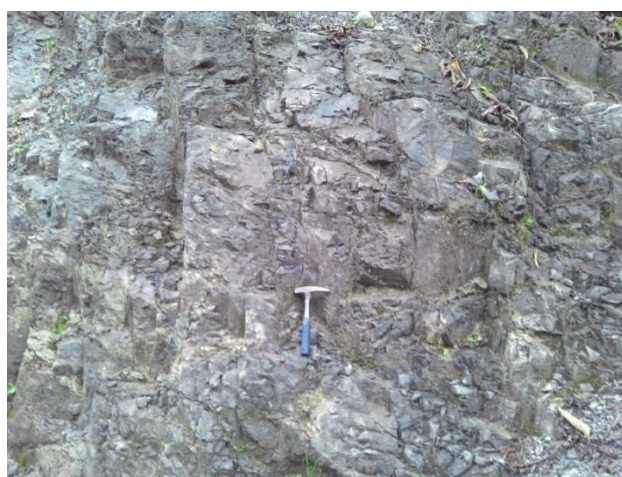
3.5.2.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)

En el cantón Limón Indanza, esta geoforma se encuentra ubicada en el sector centro norte y se asocia a tres contextos geomorfológicos: i) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*; ii) *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas, sin cobertura de cenizas volcánicas* y iii) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Son laderas predominantemente rectilíneas, en este caso presentan pendientes muy homogéneas y fuertes (de 40 a 70%) con presencia de una o más zonas de ruptura de pendiente general, en las que se crean escalones por un incremento brusco de la pendiente de la ladera donde fácilmente adquieren pendientes de 100% o superiores. El motivo principal de estos incrementos de inclinación suele estar ligado a la aparición de litologías más resistentes a la erosión dentro de la misma formación geológica.

Presentan desniveles relativos muy variados que oscilan de 25 a más de 300 metros y las longitudes de vertientes también muy variables oscilando de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m).

Litológicamente se desarrolla sobre las rocas metamórficas indiferenciadas y sobre las formaciones Santiago, Chapiza, Hollín y Napo. En estas tres últimas son las más representativas.



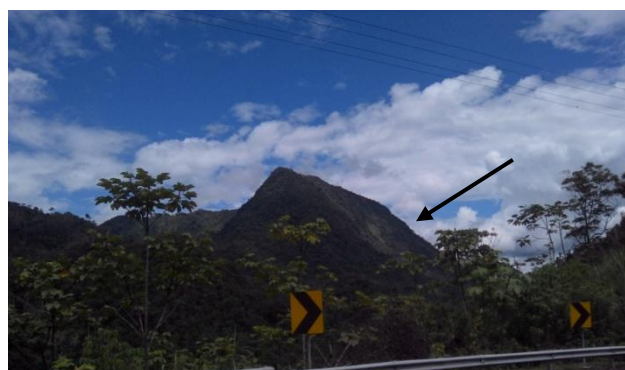
Fotos 9 y 10. Vertiente rectilínea con abruptos. Vista general y detalle del macizo rocoso, formación Hollín. Sector General Leónidas Plaza (Limón). 06/08/2014.

3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)

Se trata de laderas escasamente disectadas, con pendientes siempre por encima del 70%, llegando en esta zona a alcanzar el 150%. En el cantón Limón Indanza se asocian a dos contextos distintos.

En la zona central asociadas al contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*. Se desarrollada sobre las rocas metamórficas indiferenciadas, las formaciones Santiago, Chapiza y Hollín y sobre el grupo Limón. La longitud de las vertientes oscila entre moderadamente larga y muy larga (de 50 a más de 500 m) y el desnivel relativo de 100 a más de 300 metros.

También aparecen al oeste del cantón asociadas al contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y como indica su nombre, desarrolladas sobre las metamórficas indiferenciadas. La mayoría de las vertientes describen longitudes muy largas (más de 500 m) y los desniveles relativos superan los 300 metros.



Fotos 11 y 12. Vertiente abrupta en la formación Chapiza. Vista general de frente (izquierda) y vista general de perfil (derecha). Sector El Rosario. 07/08/2014.

3.5.2.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)

Al igual que la anterior geoforma, esta unidad geomorfológica consiste en vertientes con pendientes superiores al 70%, en este caso sí que presentan disección, la cual está producida por el efecto de la escorrentía superficial. También se asocia a los mismos contextos geomorfológicos.

Al oeste del cantón y con una extensa ocupación del territorio, esta geoforma se desarrolla sobre las rocas metamórficas indiferenciadas y se asocia al contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. Por otro lado, en el sector oriental, en la margen derecha del río Namangoza y en el centro del cantón, la geoforma aparece asociada al contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales*, en este caso desarrolladas sobre la formación Chapiza y la Hollín.

En todos los casos, las propiedades morfométricas son muy homogéneas, pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), desniveles relativos superiores a los 300 metros y vertientes con longitud de más de 500 m.

3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1)

Esta geoforma se reparte a lo largo de los relieves del sector central del cantón. Se distribuye en gran parte en el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*, pero también aparece asociado a los *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Estas laderas se caracterizan por presentar un perfil mixto o irregular y pendientes de media fuertes a fuertes (del 25 al 70%), sus desniveles relativos son muy diversos, fluctuando de los 50 a más de 300 metros y las vertientes son generalmente largas (de 250 a 500 m) o muy largas (más de 500 m).

Litológicamente se ha desarrollado sobre las rocas metamórficas indiferenciadas, las formaciones Santiago, Chapiza, Hollín, Napo y sobre el grupo Limón.



Fotos 13 y 14. Vertiente heterogénea. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso de una intrusión porfídica, común en la formación Chapiza (derecha). Sector General Leónidas Plaza (Limón). 07/08/2014.

3.5.2.7. Vertiente rocosa (Lh3)

Se trata de vertientes donde gran parte de las rocas metamórficas indiferenciadas afloran. En este cantón se ubican exclusivamente en el sector occidental, forman parte de dos contextos distintos.

En el contexto *Paisajes glaciares*, que aparece en el sector de Pato Cocha, la pendiente es media fuerte (de 25 a 40%), el desnivel relativo va de 50 a los 100 metros y la longitud de vertiente ha sido caracterizada como moderadamente larga (de 50 a 250 m) y con perfil mixto.

Por otro lado y con mayor presencia en el territorio, en el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, las pendientes son más elevadas llegando a fuertes (de 40 a 70%) y en el caso del Cerro Dominguillos incluso a muy fuertes (de 70 a 100%), el desnivel relativo en todos los casos es superior a los 300 metros y las vertientes presentan una longitud muy larga, de más de 500 metros, con una formas irregulares.

3.5.2.8. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Se localiza en el sector centro oeste con la excepción de unos retazos que aparecen en el centro norte. Son tres contextos los que están caracterizando a esta geoforma: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; ii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas* y iii) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Se caracteriza por presentar pendientes fuertes (de 40 a 70%) en el 90% de los casos y de media fuertes (de 25 a 40%) en el 10% restante, desniveles relativos comprendidos entre 100 y más de 300 metros y vertientes de largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con formas irregulares.

A nivel de composición litológica, solo el primer contexto nombrado presenta homogeneidad con la presencia de las rocas metamórficas indiferenciadas. Los otros dos contextos predominan la formación Chapiza y la Hollín, pero también encontramos rocas del grupo Limón, de la formación Napo y algunas granodioritas asociadas con otras rocas ígneas alteradas.

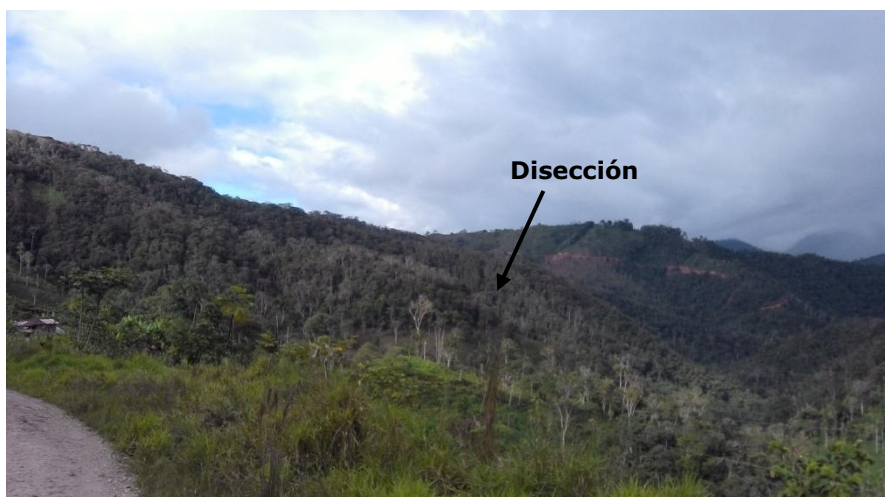


Foto 15. Vertiente heterogénea con fuerte disección, desarrollada en granodioritas. Sector Santiago de Pananza. 06/08/2014.

3.5.2.9. Escarpe de deslizamiento (Lh6)

El escarpe de deslizamiento es la cicatriz que dejan en su cabecera cuando se producen los deslizamientos (Ld1) de suelo o roca. Son más fácilmente reconocibles cuando los movimientos han sido recientes, aunque dependiendo de su tamaño, topografía local y tipo de materiales en los que se produce, pueden llegar a identificarse escarpes de deslizamientos muy antiguos (pre-holocenos, incluso). Los escarpes que se han podido mapear en el cantón Limón Indanza predominan en el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* y se ubican en el centro norte del cantón. Se han formado sobre litologías muy distintas: rocas metamórficas, areniscas cuarzosas de la formación Hollín, calizas de la formación Napo y arcillas y areniscas de la formación Mera.

También se han localizado escarpes de deslizamiento en el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*, ubicados en el centro este del cantón y en el centro sur, justo en el Cerro Uwi Naint. En este caso se desarrollan sobre también sobre la formación Hollín, las calizas silíceas de la formación Santiago y sobre la alternancia de areniscas y lutitas de la formación Chapiza.

Los escarpes dan lugar a vertientes que oscilan de cortas a muy largas (de 15 a más de 500 m) con formas de todo tipo, aunque dominan las rectilíneas y las mixtas, pendientes superiores al 40% e incluso, hasta el 150%, los desniveles relativos variables en función de la magnitud del deslizamiento (desde 25 m a más de 300 m).

3.5.2.10. Coluvión reciente (Col1)

Esta geoforma de ladera formada por depósitos superficiales, es común en las partes medias y bajas de las laderas, donde el cambio de la pendiente favorece la acumulación de materiales finos y fragmentos angulares rocosos heterogéneamente mezclados, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno. En este cantón características geomorfológicas son todas variadas, la pendiente de media a fuerte (de 12 a 70%), el desnivel relativo de 15 a más de 300 metros, la vertiente con longitud de moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m) y con formas rectilíneas, irregulares, cóncavas, convexas y mixtas. Como se puede observar en la foto número 17, el coluvión está formado en gran parte por bloques angulares (25%) y gravas (25%).

En este cantón se localizan en dos sectores claramente diferenciados, en el centro norte donde se asocia a cuatro contextos distintos: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; ii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*; iii) *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas, sin cobertura de cenizas volcánicas* (con mucha menos representación que el resto de contextos) y iv) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

El otro sector donde se localizan varios coluviones recientes es al sureste del cantón, donde se asocian únicamente con el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.



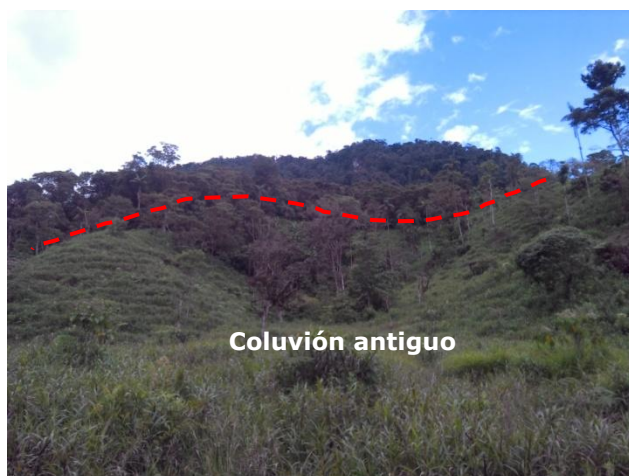
Fotos 16 y 17. Coluvión reciente. Vista general del coluvión con forma cóncava (izquierda). Detalle de los depósitos superficiales (derecha). Sector El Rosario. 07/08/2014.

3.5.2.11. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geoforma de ladera es similar a la anterior tanto a nivel genético como litológico. Se encuentra repartida por todo el cantón con la excepción del sector noroccidental. Se asocia a los mismos cuatro contextos morfológicos que el coluvión reciente (Col1): i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; ii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*; iii) *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas, sin cobertura de cenizas volcánicas* (con mucha menos representación que el resto de contextos) y iv) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

En este cantón las morfologías de estas geoformas son muy variadas, responden a perfiles de ladera rectilíneos, cóncavos, convexos, mixtos e irregulares, pendientes oscilan de suaves a fuertes (de 5 a 70%), los desniveles también son muy variables, de 15 a más 300 metros y las longitudes de vertiente oscilan de 50 metros a más de 500 m, llegando a superar los 500 metros en la mayoría de los casos.

Uno de los indicios que hay para diferenciar entre los coluviones recientes y los antiguos es el grado de litificación o cementación que presenta el depósito. A priori un coluvión antiguo debería presentar cierto grado de cementación. Como se puede observar en la foto número 19, el depósito superficial está dominado las gravas (45%) y las arenas (25%), las cuales presentan un grado moderado de cementación y oxidación.



Fotos 18 y 19. Coluvión antiguo. Vista general (izquierda). 05/08/2014. Detalle de los depósitos superficiales (derecha). Sector Santa Susana de Chivianza. 08/08/2014.

3.5.2.12. Macrocoluvión (Col3)

Esta geoforma se ha identificado en el sector centro norte, concretamente entre las localidades El Rosario y Las Mercedes y en la margen izquierda del río Yungantza. Se asocia con el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*. Genética y morfológicamente se trata de un coluvión, sólo denominado así por presentar unas dimensiones mayores a 140 ha.

Presenta pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%), desniveles relativos entre 100 y 200 metros, vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) y forma de vertiente de carácter cóncava. Como se puede observar en la foto número 21, el depósito superficial lo conforman predominantemente arenas (40%) y limos (20%).



Fotos 20 y 21. Macrocoluvión. Vista general (izquierda). Detalle de los depósitos superficiales (derecha). Sector El Rosario. 07/08/2014.

3.5.2.13. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

Los depósitos de deslizamiento corresponden a las masas de roca y suelo producidas por inestabilidades gravitatorias, situadas al pie de los correspondientes escarpes de deslizamiento (Lh6). A veces estos escarpes no son mapeables por su tamaño o han quedado obliterados por una erosión posterior al movimiento. En esos casos, ciertos indicios ayudan a reconocer tales depósitos de deslizamiento (anomalías en la red de drenaje y en la fisiografía local, con marcadas prominencias y rugosidades; geometría en planta de la masa deslizada que se adapta a concavidades situadas a mayor altura, etc.).

Estos depósitos se sitúan, en gran parte, en las mismas áreas geográficas que los escarpes de deslizamiento. Predominan en el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* y se ubican en el centro norte del cantón.

Las pendientes de estos depósitos presentan gran variabilidad, de medias a fuertes (de 12 a 70%), los desniveles de 50 a más de 300 metros, las vertientes presentan longitud de larga a muy larga (de 250 a más de 500 m). Las formas de la vertiente de estos depósitos son rectilíneas, mixtas, irregulares y cóncavas. Como se puede observar en la foto número 23, el depósito está formado por materiales gruesos principalmente con un 40% de bloques redondeados y un 20% de gravas, en este caso se aprecia una importante coloración rojiza aportada por un elevado componente arcilloso (20%).



Fotos 22 y 23. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada. Vista general por encima de la carretera (izquierda) y detalle del depósito superficial (derecha). Sector Valle El Castillo. 07/08/2014.

3.5.3. Glaciar y periglacial

3.5.3.1. Circo glaciar (Gf1)

Esta geoforma se sitúa en el extremo occidental del cantón, concretamente distribuidos en tres sectores: Cerro Campanas, Buena Esperanza y Pato Cocha. Se asocian al contexto de *Paisajes glaciares*. Litológicamente se desarrolla sobre las rocas metamórficas indiferenciadas.

Las características que presentan son pendientes generalmente fuertes (de 40 a 70%) y en algunos casos llegan a muy fuertes (de 70 a 100%), en el caso del desnivel relativo principalmente oscila de 100 a más de 300 metros y vertientes de moderada a muy larga longitud (de 50 a más de 500 m). En este cantón los circos glaciares no conservan cubetas en su interior.

3.5.3.2. Fondo de valle glaciar (Gf3)

Esta geoforma se localiza en el extremo occidental del cantón Limón Indanza, en las cabeceras de los ríos Aquerones, Buena Esperanza e Ishipingu, todos ellos afluentes del río Gualaceo. Aparecen principalmente en el contexto de *Paisajes de páramo*, pero también se encuentra en el contexto morfológico *Paisajes glaciares*. En todo caso los materiales que presenta son tills y tillitas, los cuales se caracterizan por una pobre clasificación y ausencia de estratificación y ordenamiento interno.

Cuando se encuentran en el contexto de Paisajes glaciares las pendientes son medias (de 12 a 25%), por otro lado en el caso de cuando encontramos esta geoforma en el contexto Paisajes de páramo, las pendientes son suaves (de 5 a 12%), ligeramente menores. En todos los casos la forma del valle es en U, típica de esta geoforma.

3.5.3.3. Vertiente de valle glaciar (Gf4)

Esta geoforma representa una buena cantidad de las vertientes del sector occidental del cantón, concretamente las vertientes ubicadas entre la Cordillera Frente al Cruzado y el Cerro Friega Gente. Se asocian a dos contextos: *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

No se encuentran diferencias en las características morfométricas entre un contexto y el otro. Las pendientes son fuertes (de 40 a 70%), los desniveles relativos van de los 100 a más de 300 metros, la longitud de vertiente se caracteriza como larga y muy larga (de 250 a más de 500 m) y la forma de esta vertiente prácticamente en todos los casos es cóncava. Las rocas metamórficas indiferenciadas es la geología que presenta esta geoforma.

3.5.3.4. Valle glaciar colgado (Gf5)

Se encuentran en el sector occidental del cantón, junto al límite cantonal con el cantón Gualaceo, dentro del contexto *Paisajes glaciares*.

Se trata de valles formados por depósitos glaciares, que no se unen al valle principal, quedando su fondo a mayor altura. Se caracterizan por presentar una pendiente media (de 12 a 25%) y forma de valle en U.

3.5.3.5. Rocas aborregadas (Gf7)

Estas rocas modeladas por el hielo se encuentran, principalmente, en el extremo occidental del cantón, al pie del Cerro Tintas y asociadas al contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Están formadas por rocas metamórficas indiferenciadas y por tills y tillitas provenientes de la disgregación de las primeras. Las pendientes que describen estas geoformas son variadas, oscilando de medias a fuertes (de 25 a 70%).

3.5.3.6. Laguna glaciar (Gf8)

En el cantón Limón Indanza las lagunas glaciares se localizan en el sector occidental, una de ellas se conoce con el nombre Laguna Friega Gente asociada a los *Paisajes glaciares* y la otra está rodeada de las rocas aborregadas (Gf7) descritas anteriormente y asociada a los *Paisajes de páramo*.

Son una pequeña depresión endorreica, con lámina de agua, de antiguo origen glaciar. Se caracterizan por pendientes planas (de 0 a 2%).

3.5.3.7. Morrena lateral (Gd2)

Se encuentra en el extremo noroccidental del cantón, en dos localizaciones distintas: al suroeste de la Cordillera Frente al Cruzado, asociada al contexto de *Paisajes glaciares*, a una altura de unos 3.450 m.s.n.m. y al noreste de la misma cordillera, asociada al contexto *Paisajes de páramo*, ya que en este caso se encuentra a una altura de unos 2.950 m.s.n.m..

Estos depósitos son transportados desde zonas más altas de los fondos de valle glaciar o los circos glaciares, que se acumulan en los laterales de los valles glaciares o en algún caso en el lateral del circo glaciar. Esta unidad geomorfológica es un depósito glaciar, formado por depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque envueltos por una matriz de grano fino.

En todos los casos la pendiente es media (de 12 a 25%). En el caso de las morrenas que se encuentran a más altura, presentan desniveles relativos elevados (entre 200 y 300 metros) y longitud de vertiente muy larga (más de 500 m), por otro lado, las que se encuentran topográficamente más bajas, están caracterizadas con desniveles relativos mucho más bajos (de 15 a 25 metros) y las longitudes de sus vertientes son moderadamente largas (de 50 a 250 m). En ambos casos sus vertientes tienen un perfil cóncavo y las cimas redondeadas.

3.5.3.8. Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario (Gp3)

Se trata de afloramientos rocosos, sin suelo o en proporción muy baja, que no dan lugar a ninguna otra geoforma del medio glaciario-periglaciario. Se encuentran ubicados principalmente en la zona oeste del cantón, junto al límite cantonal con el cantón El Pan. Aparecen íntegramente en el contexto *Paisajes glaciares*.

Se desarrollan sobre rocas metamórficas indiferenciadas y se caracterizan por pendientes fuertes (de 40 al 70%), desniveles superiores a los 300 metros, con longitudes muy largas (de más de 500 metros) y vertientes cóncavas.

3.5.3.9. Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques

Se trata de ríos de bloques formados por la acción de rotura del hielo. Se ubica al oeste del cantón, concretamente al noreste del Cerro Campana, pero en este cantón no tiene mucha relevancia cartográfica.

Se asocia al contexto *Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas*, se ha desarrollado sobre rocas metamórficas indiferenciadas, se caracterizan por pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos de 200 a 300 metros, vertientes con longitud larga (de 250 a 500 m) y de perfil cóncavo.

3.5.4. Kárstico

3.5.4.1. Dolina, campo de dolinas (Kt6)

Esta geoforma representa depresiones con forma circular o elíptica, formadas por la filtración del agua en las calizas silíceas y areniscas calcáreas de la Formación Santiago. Tienen dimensiones hectométricas, con un diámetro de entre 350 y 650 metros.

La unidad geomorfológica se encuentra ubicada al sureste del cantón y está asociada al contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*. Se encuentran cercanas entre sí dentro del cantón, pero no lo suficiente para considerarlas un campo de dolinas, ya que no coincide la ladera donde están ubicadas. Se caracterizan por pendientes de muy fuertes a escarpadas (de 70 a 150%).

3.5.5. Estructural

3.5.5.1. Superficie de mesa o meseta (Eh1)

Estas geoformas, se encuentran íntegramente en el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas* y se ubican en dos sectores distintos del cantón: en el sur, concretamente en el sector Maka Naint y también al sureste de la localidad de Warintza, desarrolladas sobre las calizas silíceas de la Formación Santiago y al norte del cantón, justo en la margen derecha del río Ayangasa, en este caso, desarrolladas sobre las areniscas cuarzosas de la Formación Hollín.

La mesa que se encuentra en el norte del cantón, con un tamaño inferior al resto, no se le ha podido mapear la cornisa. Por el contrario, en las otras sí que se ha podido mapear. Morfológicamente todas coinciden con una pendiente suave (de 5 a 12%).

3.5.5.2. Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2)

Esta geoforma se diferencia de la anterior por la presencia de una marcada disección debida a la escorrentía superficial. Se encuentra ubicado en la zona nororiental del cantón, una de ellas se encuentra en el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* y la otra en la *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas, sin cobertura de cenizas volcánicas*, ambas geológicamente pertenecen a la Formación Hollín y su cornisa ha podido ser mapeada por completo.

Las dos mesas, que tienen un tamaño similar de unas 20 ha, se caracterizan por una pendiente media (de 12 a 25%). La disección oscila de 15 a 25 metros, los fondos de los valles generados por esta disección tienen formas en U, cimas redondeadas y las vertientes entre ambas partes (fondos y cimas) son moderadamente largas (de 50 a 250 m) con perfil cóncavo.

3.5.5.3. Cornisa de mesa o meseta (Eh3)

Las cornisas de mesa se desarrollan sobre las mismas formaciones geológicas que las superficies de mesa con o sin disección (Eh1 y Eh2) a las que están asociadas. Lo mismo sucede con los contextos morfológicos, en este caso en la *Cordillera del Cutucú* y en la *Cordillera del Cóndor*.

Las cornisas ubicadas al noreste del cantón presentan pendientes de muy fuertes a escarpadas (de 70 a 150%) y desniveles relativos de 100 a 200 metros, desarrolladas sobre la Formación Hollín.

Por lo contrario, las cornisas ubicadas al sureste del cantón, se desarrollan sobre la Formación Santiago, las pendientes son muy fuertes (de 70 a 100%) y los desniveles relativos oscilan de los 25 a los 100 metros.

En el resto de características morfométricas coinciden, presentando una vertiente rectilínea con longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m).

3.5.5.4. Vertiente de mesa o meseta (Eh4)

Al pie de las cornisas, o de las propias superficies de mesa, tanto disectadas como no disectadas, se sitúan estas geoformas. Estas vertientes enlazan las superficies y cornisas con las partes bajas del relieve.

Igualmente que la anterior geoforma descrita (cornisa de mesa o meseta), se encuentra en los contextos de la *Cordillera del Cutucú* y en la *Cordillera del Cóndor*. En ambos casos se ubica en la zona noreste y sureste.

Al noreste se desarrolla sobre la Formación Hollín. Presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles de 25 a 200 metros, con longitud de vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con formas mixtas o convexas.

Las vertientes de mesa del sureste del cantón están desarrolladas sobre la Formación Santiago. Presentan pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%), vertientes de longitud que oscilan de larga a muy larga (de 250 a más de 500 m) con perfiles mixtos o rectilíneos.

3.5.5.5. Superficie de cuesta (Ei1)

Esta geoforma se encuentra a lo largo de todo el centro oriental del cantón, siguiendo una franja estructural (parte final de la Cordillera del Cóndor) de sureste a norte. En el sector suroriental y central se asocia al contexto *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas, sin cobertura de cenizas volcánicas*. Por otro lado, en el sector norte se asocia al contexto morfológico *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.

Estas superficies están ligeramente inclinadas en la misma dirección y sentido del buzamiento de las capas sobre las que se desarrollan. Presentan pendientes medias, de 12 a 25%, los desniveles relativos son variados, ya que oscilan de 50 a más de 300 metros y las longitudes de vertiente se han categorizado de largas a muy largas (de 250 a más de 500 metros) con formas tanto cóncavas como rectilíneas.

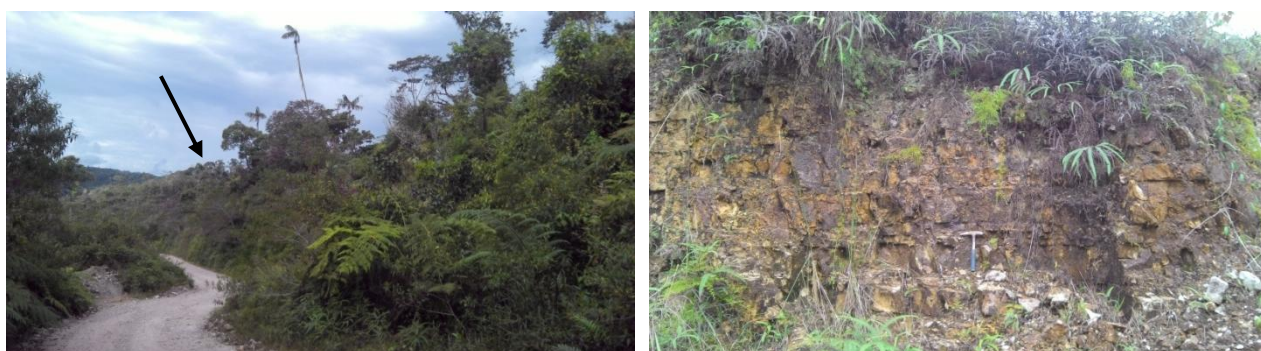
Las areniscas cuarzosas con escasas intercalaciones de lutitas de la Formación Hollín y las areniscas rojas con lutitas abigarradas de la Formación Chapiza son las litologías presentes en esta geoforma.

3.5.5.6. Superficie de cuesta disectada (Ei2)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona centro norte del cantón, en los alrededores de El Panecillo. Se asigna a dos contextos morfológicos distintos, exactamente los mismos que en la geoforma anterior, las Superficies de cuesta (Ei1).

La disección que presenta esta geoforma viene dada por la escorrentía superficial, cuando ésta es más incisiva genera valles en forma de V y vertientes de perfil rectilíneo, por otro lado, cuando no es tan incisiva genera valles en forma de U y perfiles mixtos (rectilíneos-cóncavos) dando una morfología más suave. Los desniveles relativos oscilan de 15 a 50 metros y la longitud de vertiente se caracteriza como moderadamente larga (de 50 a 250 m). En todos los casos la pendiente es media (de 12 a 25%).

En este caso la litología es homogénea, ya que estas superficies se desarrollan en la Formación Hollín. Cabe destacar que no se incluye el frente de cuesta ya que se pudo mapear en todos los casos.



Fotos 24 y 25. Superficie de cuesta. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Areniscas cuarzosas con grado medio de meteorización. Al sur de Santa Susana de Chivianza. 08/08/2014.

3.5.5.7. Frente de cuesta (Ei3)

Esta geoforma representa el abrupto frontal que constituye el límite de las dos últimas geoformas descritas: superficie de cuesta (Ei1) y superficie de cuesta disectada (Ei2). Cuando éste abrupto es mapeable separa la superficie de la cuesta con la vertiente de la cuesta (Ei4), la cual se describe más adelante.

El frente de cuesta, al igual que las superficies de cuesta ya descritas, se asocia a los mismos contextos morfológicos y litologías que las superficies con las que está relacionado.

Sus pendientes varían de fuertes a escarpadas (de 40 a 150%), los desniveles relativos de 25 a 200 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) y perfiles rectilíneos, cóncavos y mixtos.

3.5.5.8. Vertiente de cuesta (Ei4)

Se trata de laderas que enlazan las superficies de cuesta (Ei1 o Ei2) o con los frentes de cuesta (Ei3) en caso de estar mapeados anteriores con los relieves inferiores. Se localizan por tanto en los mismos emplazamientos geográficos, en los dos mismos contextos morfológicos y comparten las mismas litologías que las anteriores geoformas.

Se caracteriza con pendientes de fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos de 25 a más de 300 metros, longitud de vertiente de moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m) con perfiles rectilíneos, cóncavos, convexos y mixtos.

3.5.5.9. Superficie de chevron (Ei5)

Esta unidad geomorfológica se diferencia de las superficies de cuesta en la mayor inclinación de las capas sobre las que se desarrollan, superior al 25%. Su litología y características varían en función del contexto morfológico en el que se encuentran.

Al noreste del cantón, concretamente al este de la localidad Ayangasa se encuentran ubicadas las superficies de chevron ligadas al contexto *Cordillera del Cutucú* y definidas litológicamente por las areniscas cuarzosas intercaladas con lutitas de la formación Hollín. Caracterizadas por una pendiente media fuerte (de 25 a 40%), desniveles de 100 a 300 metros y longitud de vertiente largas y muy largas (de 250 a más de 500 m) con perfiles rectilíneos e irregulares.

También al noreste del cantón, justo al norte y al este del Centro Metsankim se encuentran las superficies de chevron ligadas al contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* y definidas litológicamente por las areniscas y lutitas con calizas subordinadas de la Formación Napo. Su pendiente está definida de media fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), el desnivel relativo se oscila de 50 a 100 metros y la longitud de vertiente se define como moderadamente larga (de 50 a 250 m) con perfil rectilíneo.

3.5.5.10. Frente de chevron (Ei6)

Constituye el abrupto de las superficies de chevron, formadas por los mismos materiales que éstas. Sus pendientes varían entre fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%) y dan lugar a formas de vertiente rectilíneas, los desniveles van de 25 a 100 metros y la longitud de vertiente se caracteriza como moderadamente larga (de 50 a 250 m).

En el cantón Limón Indanza estos frentes se han podido mapear en la zona norte, concretamente al este de la localidad de Ayangasa. Formadas por las areniscas cuarzosas de la Formación Hollín y asociadas al contexto *Cordillera del Cutucú*.

3.5.5.11. Vertiente de chevron (Ei7)

Esta geoforma se sitúa inmediatamente por debajo de los frentes de chevron o, en caso de que éstos no sean representables, se identifican bajo las propias superficies de chevron. En este cantón se encuentran en el sector norte, al norte y al este del Centro Metsankim. Están emplazados íntegramente en el contexto de *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* y su litología bien definida por la formación Napo.

Morfológicamente la pendiente oscila de media fuerte a media (de 25 a 70%), el desnivel relativo de 25 a 100 metros y la longitud de vertiente se ha definido como de moderadamente larga a larga (de 50 a 500 m) describiendo perfiles rectilíneos.

3.5.5.12. Relieves escalonados en capas inclinadas (Ei8)

Esta geoforma se encuentra ubicada en el centro norte del cantón, concretamente al este de la localidad Valle El Castillo, en la Quebrada Pupumasa. Son relieves en gradas o escalones resultantes de la erosión diferencial en rocas estratificadas con disposición monoclinal. Se enmarcan en el contexto *Cordillera del Cutucú*, litológicamente definido por la formación Hollín.

Presenta pendiente media fuerte (de 25 a 40%), desnivel relativo de 200 a 300 y longitud de vertiente muy larga (más de 500 m) dibujando un perfil irregular.

3.5.5.13. Restos de superficie estructural (Esr)

Esta geoforma se localiza en la zona noreste con mayor predominio y también en la zona central. Se encuadra en tres contextos morfológicos distintos. En la *Cordillera del Cutucú*: *relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*, donde hay más representación cartográfica de esta geoforma. La formación Hollín es la predominante, la pendiente mayoritaria es media (12 a 25%), el desnivel relativo oscila de 15 a 300 metros y la longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 m) con perfiles rectilíneos, mixtos e irregulares.

Con menor representación cartográfica, esta geoforma se asocia al contexto *Cordillera del Cóndor*: *relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas, sin cobertura de cenizas volcánicas*. Íntegramente desarrolladas sobre la Formación Hollín, pendiente de media a media fuerte (de 12 a 40%), desnivel relativo de 25 a 100 metros, longitud de vertiente larga (de 250 a 500 m) y el perfil de estas es rectilíneo y mixto.

Cabe mencionar también unos retazos de esta geoforma al sur de la localidad del Progreso, se relaciona con los *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*. En este caso es la formación Napo, de carácter calcáreo, la que define la litología del lugar. Las pendientes son fuertes (de 40 a 70 %), desnivel relativo de 50 a 100 metros y longitud de vertiente moderadamente larga (50 a 250 m) con formas mixtas.



Foto 26. Restos de superficie estructural, vista general. Sur de la localidad de Santa Susana de Chivianza. Sobre la formación Hollín. 08/08/2014.

3.5.6. Tectónico-erosivo

3.5.6.1. Relieve colinado bajo (Rt3)

Esta geoforma, generada en parte por procesos tectónicos y en parte por procesos erosivos, ocupa muy poca extensión en el cantón Limón Indanza, no llega a los 2 km². Se encuentra emplazada en el centro norte del cantón, unos dos kilómetros al sur de la localidad de Santa Susana de Chivianza.

Se relaciona con el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*. Las areniscas cuarzosas de la Formación Hollín marcan la litología de esta geoforma. Ésta se caracteriza por tener un desnivel relativo entre 15 y 25 metros y una pendiente que no rebasa el 70%, la cual en este caso es media (de 12 a 25%). Las vertientes describen perfiles mixtos y presentan longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m) formando valles con forma de U y cimas redondeadas.

3.5.6.2. Relieve colinado medio (Rt4)

Estos relieves son similares a los anteriores pero con formas de relieve más acusadas. En este caso, sí que tienen más influencia cartográfica con 87 km². Principalmente se ubican en el centro norte del cantón y se asocian a dos contextos morfológicos distintos: *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas* y *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*. Pero no muestran diferencias morfométricas entre ellos.

Característicamente presentan desniveles relativos entre 25 y 100 metros y las pendientes oscilan de medias a fuertes (de 12 hasta 70%). En estos relieves predominan los valles con forma de U y las cimas redondeadas, no obstante también hay se han localizado algunos valles en forma de V o planos y escasas cimas agudas. La vertiente que hay entre las cimas y el fondo de los valles adopta perfiles predominantemente rectilíneos, convexos, irregulares y mixtos, con longitudes de moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m).

Litológicamente estos relieves se desarrollan sobre las rocas metamórficas indiferenciadas, las formaciones Santiago, Chapiza, Hollín, el grupo Limón y la Formación Mera.

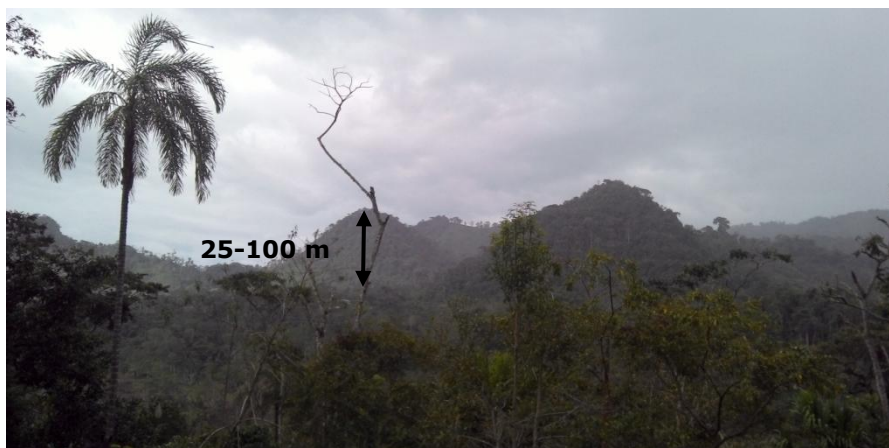


Foto 27. Relieve colinado medio, vista general. Al sureste de Las Mercedes. Formación Chapiza. 08/08/2014.

3.5.6.3. Relieve colinado alto (Rt5)

Se encuentran estos relieves en el sector centro-occidental y también al sureste del cantón. Se separan en los dos mismos contextos que la anterior geoforma descrita, el relieve colinado medio (Rt4). Se desarrolla encima de las formaciones Santiago, Chapiza, Hollín, Napo y el grupo Limón.

A esta geoforma la definen los desniveles relativos entre 100 y 200 metros y pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%). En el cantón Limón Indanza predominan las pendientes fuertes (de 40 a 70%). Las cimas que presentan estos relieves son predominantemente redondeadas o agudas, no obstante también las hay planas. Sus valles que presentan formas en V y en U. Las vertientes que se encuentran entre el valle y la cima se han caracterizado de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con perfiles de todo tipo.

En la foto número 29 se puede observar un afloramiento rocoso, en este caso sobre la formación Chapiza, donde se aprecia una alternancia de areniscas cuarzosas marrones con lutitas abigarradas y carbonosas de color gris oscuro.



Fotos 28 y 29. Relieve colinado alto, vista general (izquierda). Detalle del macizo. Sector Guayaquil. 08/08/2014.

3.5.6.4. Relieve colinado muy alto (Rt6)

Esta geoforma se sitúa a lo largo del centro norte, centro y centro este del cantón. Se asocia con cuatro contextos morfológicos distintos: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; ii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*; iii) *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas, sin cobertura de cenizas volcánicas* y iv) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*. Donde ii e iii son los que predominan con mucha diferencia sobre los otros dos.

La geoformas asociadas al contexto *Cordillera del Cutucú*, están formadas por las formaciones Santiago y Chapiza y por el grupo Limón. Los valles tienen formas tanto en V como en U, del mismo modo sus cimas son agudas y redondeadas. Las vertientes entre ambas partes de la geoforma describen perfiles rectilíneos, irregulares y mixtos con longitudes de largas a muy largas (de 250 a más de 500 m).

Por otro lado, los relieves pertenecientes al contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*, se desarrollan predominantemente sobre las formaciones Chapiza, Hollín y Napo. Sus valles tienen morfologías tanto en V como en U, del mismo modo sus cimas son agudas y redondeadas. Las vertientes entre ambas partes de la geoforma describen perfiles rectilíneos, irregulares y mixtos con longitudes de largas a muy largas (de 250 a más de 500 m).

Las características morfométricas comunes en esta geoforma son el desnivel relativo, siempre entre 200 y 300 metros y la pendiente, que oscila entre media y muy fuerte (de 12 a 100%).



Foto 30. Relieve colinado muy alto sobre en Fm. Chapiza. Sector Valle El Castillo. 07/08/2014.

3.5.6.5. Relieve montañoso (Rt7)

Estos relieves, que son los que presentan desniveles y pendientes más elevados superiores a 300 metros y de 25 hasta 100% respectivamente. Se distribuyen del margen oriental del río Gualaceo hasta el extremo oriental del cantón. Aparece en tres contextos morfológicos distintos.

Cuando esta geoforma se asocia al contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, su litología está formada por rocas metamórficas indiferenciadas. Presenta unas características morfológicas fuertemente marcadas, con valles con forma de V, cimas agudas y vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) de perfil mixto.

La geoformas asociadas al contexto *Cordillera del Cutucú*, están formadas sobre las formaciones Santiago, Chapiza, Hollín y el grupo Limón. Los valles también adoptan forma de V y sus cimas son agudas y redondeadas. Las vertientes entre ambas partes de la geoforma describen perfiles rectilíneos, irregulares y mixtos con longitudes de largas a muy largas (de 250 a más de 500 m).

Por otro lado, los relieves pertenecientes al contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*, se desarrollan sobre las formaciones Chapiza y Napo. Sus valles tienen morfologías en V y sus cimas son agudas. Las vertientes entre ambas partes de la geoforma describen perfiles irregulares y mixtos con longitudes muy largas (más de 500 m).



Fotos 31 y 32. Relieve montañoso vista general (izquierda). Detalle del macizo rocoso sobre las calizas, en este caso plegadas, de la formación Napo. Sector Valle El Castillo. 07/08/2014.

3.5.7. Poligénicas

3.5.7.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Esta geoforma se sitúa en dos zonas distintas, por un lado del centro del cantón hasta el norte y por otro en el sureste del cantón. Se asocia a tres contextos distintos, predominando en el primero: i) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas*

calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas; ii) Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales y iii) Medio aluvial amazónico.

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

Sus características son relativamente homogéneas en todos los contextos: presentan pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%) y formas de valle planas o en V.



Foto 33. Coluvio-aluvial reciente. Sector El Descanso. 07/08/2014.

3.5.7.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Esta geoforma se sitúa repartida por todo el cantón, aunque con mayor profusión en el sector septentrional. Se localiza en todos los contextos morfológicos, salvo en *Paisajes glaciares* y en *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

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

Presentan pendientes en gran parte medias a fuertes (de 12 a 70%) y formas de valle plana, en V y en la minoría de los casos en U. Como se puede observar en la foto número 35 este depósito muestra predominantemente bloques subredondeados y subangulosos (35%), gravas (20%), arenas (15%) y limos (20%).



Fotos 34 y 35. Coluvio-aluvial antiguo, vista general (izquierda). Detalle del depósito superficial (derecha). Sector El Pescado. 24/05/2014.

3.5.7.3. Superficie horizontal (Sh2)

Esta geoforma, que ocupa una extensión inferior a 2 km², aparece en la zona central del cantón Limón Indanza. Forma parte de un único contexto morfológico: *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas.*

Se trata de una geoforma descriptiva, de difícil adscripción genética, de pendiente muy suave (de 2 a 5%). Se desarrolla sobre las calizas silíceas de la Formación Santiago, las areniscas con lutitas abigarradas de la Formación Chapiza y las arcillas y calizas del grupo Limón.

3.5.7.4. Superficie horizontal disectada (Sh3)

Esta geoforma es similar a la anterior, en este caso se caracteriza por presentar disección, la cual está causada la acción de la escorrentía superficial. Se ubica en el noreste y en este, con una superficie de unos 2 km². Forma parte, exclusivamente, del contexto morfológico *Cordillera del Cutucú.*

En el sector de San Salvador esta geoforma se encuentra sobre la Formación Chapiza y la disección ha generado valles en forma de U con vertientes de perfil mixto. Por otro lado, en los sectores de Yungantza y La Esperanza, se han desarrollado estas superficies encima de la Formación Hollín, donde la disección ha generado valles en forma de V y vertientes rectilíneas y convexas.

El resto de propiedades morfométricas no difieren en función de la litología. Pendiente media (de 12 a 25%), desniveles de 25 a 50 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con perfiles rectilíneos, convexas y mixtos.

3.5.7.5. Superficie inclinada (Si2)

Esta geoforma se ha identificado en las zonas norte y sur del sector central del cantón. Es similar a la superficie horizontal (Sh1), pero en este caso se entiende que con pendientes superiores al 5% ya se consideran inclinadas. Están relacionadas con tres contextos morfológicos diferentes.

En la *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*, se desarrolla sobre las formaciones Chapiza, Hollín y el grupo Limón. Presenta pendientes de suaves a fuertes (de 5 a 40%), vertientes principalmente rectilíneas, mixtas y cóncavas de longitud entre 50 y más de 500 metros y desniveles entre 25 y más de 300 metros.

En la *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas, sin cobertura de cenizas volcánicas*, se desarrolla exclusivamente sobre la Formación Hollín. Describe pendiente media (de 12 a 25%), vertientes de perfil rectilíneo, muy largas (más de 500m) y con desniveles de 50 a 100 metros.

En la *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* se desarrolla sobre las formaciones Hollín y Napo. Presenta pendientes predominantemente medias (de 12 a 25%), vertientes rectilíneas, cóncavas, convexas y mixtas de longitud superior a 500 metros y desniveles entre 50 y 300 metros.

3.5.7.6. Superficie inclinada disectada (Si3)

Similar a la anterior geoforma (Superficie inclinada, Si2), pero con un grado de incisión de moderado. Se localiza en la zona noreste cantón, concretamente al este del Centro Metsankim. Tiene muy poca representatividad en este cantón, con solo 182 hectáreas. Se asocia al contexto Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales y se ha desarrollado sobre las areniscas y lutitas con calizas subordinadas de la formación Napo.

Presenta pendiente media fuerte (de 25 a 40%). En sus incisiones describen desniveles de 25 a 50 metros y forman valles en V con vertientes de perfil rectilíneo de longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m) y cimas redondeadas.

3.5.7.7. Abrupto de superficie inclinada (Si4)

Sólo se ha identificado este abrupto asociado a las superficies inclinadas (Si2) en algunas zonas del noreste del cantón, sobre las formaciones Chapiza y Hollín, en los contextos morfológicos *Cordillera del Cutucú* y en los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*.

Se caracteriza por presentar pendientes fuertes (de 40 a 70%) y muy fuertes (de 70 a 100%), desniveles relativos comprendidos entre 25 y 200 metros y vertientes rectilíneas, cóncavas, convexas y mixtas de longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m).



Foto 36. Abrupto de superficie inclinada en la formación Hollín. Sector Centro Metsankim. 07/08/2014.

3.5.7.8. Cerro testigo (Rr4)

Esta geoforma representa el residuo aislado de otra cercana a ella que se ha podido fotointerpretar o no. Solo se ha identificado un cerro testigo en todo el cantón Limón Indanza, está emplazado al sureste y se asocia al contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*. Con una superficie de poco más de 4 hectáreas no es una geoforma representativa en este cantón.

Está formado por la Formación Santiago, presenta pendiente muy fuerte (de 70 a 100%), desnivel de 50 a 100 metros, con cima aguda y vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 m) y perfil cóncavo.

3.5.7.9. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

En el cantón Limón Indanza esta unidad geomorfológica presenta con mayor profusión en el sector central y al sur de este; no obstante también se ha localizado al sureste y al noroeste del cantón. Se trata de una geoforma de desarrollo lineal y estrecho, con perfil transversal redondeado, que ocupa las posiciones cimaras del relieve, de donde arrancan los diferentes tipos de ladera o vertientes. Describe pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%).

Se identifican especialmente en tres de los contextos morfológicos existentes en el cantón: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, ii) *Cordillera del Cutucú* y iii) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, sobre un amplio tipo de formaciones geológicas.



Foto 37. Interfluvio de cimas redondeadas. Sector La Delicia. 07/08/2014.

3.5.7.10. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Esta geoforma aparece dispersa por el centro meridional del cantón asociada a los contextos: *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas* y *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*, sobre la formación Napo y sobre el grupo Limón. También se localiza en el noreste del cantón ligada a los contextos: *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, en ambos sobre rocas metamórficas indiferenciadas. En este caso en concreto, presentan pendientes de media fuertes a muy fuertes (de 25 a 100%).

Las diferencias entre las cimas estrechas y redondeadas están relacionadas de forma general con el tipo de litología y los agentes erosivos que actúan sobre el material. Por lo general las cimas estrechas están relacionadas con vertientes cóncavas y las redondeadas con vertientes convexas.

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Limón Indanza tiene 1.806 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico los contempla en su totalidad. Está situado principalmente en la región Amazonía, aunque incluye una pequeña porción de región Sierra, del orden del 19% del territorio estudiado. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 280 metros hasta un máximo de 3.800 metros.

En el cantón Limón Indanza se pueden diferenciar cinco dominios fisiográficos, los tres primeros enmarcados en la región Sierra y el resto en la región Amazonía.

1. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Este dominio presenta una extensión en este cantón de unos 75 km², siendo el segundo dominio con menor representación. Se sitúa en el extremo noroccidental del cantón ocupando un pequeño apéndice y contiene dos contextos morfológicos, denominados *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado glaciar y huellas glaciares poco marcadas*.

El contexto morfológico *Paisajes glaciares* ocupa una superficie de aproximadamente de 9 km². Este contexto se caracteriza predominantemente por geoformas de génesis glaciar que se encuentran en él: circos, fondos, valles y lagunas glaciares, morrenas, etc... También encontramos alguna vertiente rocosa con génesis de laderas.

El contexto *Paisajes de páramo con modelado glaciar y huellas glaciares*, se localiza también al noroeste del cantón y su representatividad en el mapa es de unos 66 km². En este contexto siguen dominando las geoformas de origen glaciar como las que se han mencionado en el anterior párrafo. El resto de geoformas presentes pertenecen a la génesis de ladera y son la vertiente rectilínea con fuerte disección y la vertiente rocosa.

2. **Vertientes externas de la Cordillera Real.** Representa el 14 % del cantón Limón Indanza, unos 261 km². Este dominio fisiográfico, que se desarrolla exclusivamente sobre rocas metamórficas indiferenciadas, caracterizado por una intensa erosión de carácter lineal. En este caso se distribuye en un único contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

En el cantón de estudio, las geoformas que predominan en este dominio fisiográfico son las vertientes, entre las cuales destacan por su abundancia, las abruptas con y sin fuerte disección, las heterogéneas con fuerte disección y las rectilíneas con y sin disección. Separando estas vertientes por la cimas se encuentran los interfluvios de cimas estrechas y por los fondos los coluvio-aluviales recientes y antiguos. También se encuentran algunos relieves, principalmente el montañoso, de génesis en parte tectónica y en parte erosiva.

3. **Medio aluvial de Sierra.** Con muy escasa extensión, unos 5 km², este dominio se corresponde con el contexto morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión. Sus geoformas son de génesis fluvial y

poligénicas, las cuales aparecen asociadas a los sistemas fluviales de los ríos Ishipingu y Gualaceo o también conocido por Cruzado. Las geoformas que se han identificado son: valle en V, de génesis fluvial y el coluvio-aluvial antiguo, de génesis poligénica.

4. **Zona Subandina.** Es el dominio fisiográfico más extenso del cantón, ocupando casi un 76% del total del territorio analizado. Se trata de un territorio integrado por relieves montañosos o submontañosos, fuertemente condicionado por la estructura geológica derivada del levantamiento Napo. En el cantón, este dominio incluye tres contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas* es el de mayor extensión en el cantón, con una superficie de 1.035 km² cubriendo todo el sector central y oriental del cantón. La génesis de laderas presenta numerosas vertientes como: las rectilíneas con y sin disección, heterogéneas con y sin disección, combinadas con depósitos superficiales también característicos de esta génesis como los coluviones y los depósitos de deslizamiento. El modelado tectónico-erosivo tiene también un papel destacado en este contexto morfológico, con una amplia representación de tipos de relieves que oscilan del colinado bajo al montañoso. El grupo genético estructural representado por mesas, cuestras y sobre todo por las vertientes de éstas. Por último, todo este contexto está siendo modelado por los coluvio-aluviales, tanto antiguos como recientes, de génesis poligénica y por los barrancos de génesis fluvial.

El contexto morfológico *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas, sin cobertura de cenizas volcánicas* está ubicado en la zona central del centro este del cantón Limón Indanza, el cual tiene una superficie próxima a los 57 km². Este contexto está en gran parte dominado por el modelado estructural, generalmente formado por cuestras, disectadas y no disectadas, con sus formas asociadas, frentes y vertientes. El grupo genético de laderas está representado por las vertientes rectilíneas y rectilíneas con abruptos y algunas geoformas superficiales asociadas a las vertientes (coluviones y depósitos de deslizamiento). Tanto el modelado poligénico, con superficies inclinadas, como el tectónico-erosivo, con relieves colinados muy altos, tienen muy poca representatividad con poco más de 1 km² cada uno de ellos.

El contexto morfológico *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*, está representado por el corredor denominado Limón-Gualaquiza, sin cobertura de cenizas volcánicas, en la zona oeste y, hacia el este, por parte de las vertientes y los valles del sur del contexto. Aparecen a lo largo de una franja centro-occidental que corta el cantón de norte a sur, cubriendo una extensión total de unos 280 km², siendo así el segundo contexto más representativo. Las geoformas predominantes son de tipo ladera, con varios tipos de vertientes, coluviones y depósitos de deslizamiento. En segundo lugar en dominancia está el modelado tectónico-erosivo, con relieves que oscilan del colinado medio al montañoso. Las

geoformas poligénicas más importantes son los coluvio-aluviales (antiguos y recientes), los interfluvios de cimas redondeadas y las superficies inclinadas. Por último, mencionar los barrancos, los cuales son la geoforma fluvial más influyente en este contexto.

5. **Medio aluvial amazónico.** Ocupa aproximadamente un 5% del cantón Limón Indanza, asociado a la dinámica actual y pasada de los ríos Yungantza, Namangoza, Pescado, Zamora, Santiago y Coangos. Se corresponde con el contexto morfológico del mismo nombre, ya que este dominio fisiográfico no presenta ninguna otra subdivisión. Las geoformas más características, de génesis fluvial, en este caso son de carácter erosivo, como el encañonamiento y el valle en V, no obstante también aparecen valles fluviales con su llanura de inundación y sus sistemas de terrazas (terrazza baja y cauce actual, terraza media, alta y colgada). Complementariamente, se integran en este contexto geoformas poligénicas, coluvio-aluviales tanto recientes como antiguos que conectan con los sistemas fluviales principales.

El cantón Limón Indanza muestra la geomorfología típica de la transición de las zonas de *Cimas frías de las Cordilleras Real*, situadas en las zonas altas al noroeste del cantón, hacia la Zona Subandina, que aparece desde la zona central del cantón hacia el extremo sureste del mismo. Este cambio en el paisaje, empieza por el extremo noroccidental del cantón en los *Paisajes glaciares* y los *Paisajes de páramo* caracterizados por geoformas de origen glacial y periglacial. Hacia el centro del cantón, conforme el relieve va perdiendo altura, se encuentran los Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, donde siguen las vertientes como geoforma predominante en el relieve, aunque empiezan a aparecer relieves generados por procesos tectónico-erosivos.

En la zona centro-occidental del cantón, pero ya en la región Amazonía, se localiza el *Corredor Limón-Gualaquiza*, destacando como paisaje transicional de entrada a la Zona Subandina. Este paisaje, al igual que el anterior, está dominado por vertientes y en segundo lugar por relieves de carácter tectónico-erosivo, ha sido intervenido por la acción de los ríos Yungantza e Indanza.

En resto del cantón, del centro hasta el extremo oriental, está dominado por el paisaje de la *Cordillera del Cutucú*, formado principalmente por vertientes también con fuertes pendientes y sus depósitos asociados con menor inclinación, así como relieves predominantemente montañosos con desniveles generalmente altos. Este paisaje está fuertemente erosionado por la red de drenaje, en la cual se muestran multitud de barrancos, siendo la geoforma más representativa de la génesis fluvial y se encuentran depósitos coluvio-aluviales ocupando una gran cantidad de cauces y quebradas. En el sector centro-oriental se encuentran geoformas de génesis estructural, sobre todo cuevas y sus geoformas asociadas, son concretamente tres zonas residuales del contexto *Cordillera del Cóndor*.

Litológicamente en el cantón Limón Indanza ha quedado reflejado el episodio de levantamiento del Napo, mediante una organización litológica transicional. En el occidente se encuentran las rocas metamórficas indiferenciadas dominando toda la región Sierra. En la región Amazonía, los complejos sedimentarios que cubren el cantón desde el centro-occidental del cantón hasta el extremo oriental con las formaciones Santiago, Chapiza, Hollín, Napo, el grupo Limón y la Formación Mera.

V. BIBLIOGRAFÍA

5.1. Referencias generales

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.2. Bibliografía citada

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

CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 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-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1987. Mapa Geológico de la Provincia de Morona Santiago, esc. 1:250.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Azogues (Hoja 73), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

CODIGEM (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica), 1996. Hoja Geológica: Méndez (Hoja 92), esc. 1:100.000. *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.

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

ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

Tracasa Ecuador: Formulario de Ficha


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

1. Datos Generales

Identificación

Código Ficha Fecha descripción

Código Salida Código Responsable Número Ficha

Coordenadas

Longitud:

Latitud:

Altitud:

Ubicación

PROVINCIA

CANTON

PARROQUIA

2. Descripción

Contexto Morfológico

Geoforma Pendiente

Forma Cima Desnivel Relativo

Forma Vertiente Longitud Vertiente

Forma Valle Formación

Litología

Descripción Litología

A. Fotos Descripción Geoforma

3. Macizo Rocoso

Macizo Rocoso 1

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

Macizo Rocoso 2

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

Macizo Rocoso 3

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

A. Fotos Macizo Rocoso

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

B. Otros Aspectos Macizo rocoso

4. Depósitos Superficiales

Tipo Depósito Superficial

Composición Depósito Superficiales Porcentaje

A. Fotos Depósitos superficiales

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

B. Otros Aspectos Depósito superficial

#. Observaciones Generales

☒ Sincroniza con Geomorfología

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

CGg-ÑVI_A2-61-0033	CGg-ÑVI_B1-61-0105	CGg-ÑV_F3-61-0126
CGg-ÑVI_A2-61-0035	CGg-ÑVI_B1-61-0107	CGg-ÑV_F3-61-0128
CGg-ÑVI_A2-61-0037	CGg-ÑVI_B1-61-0108	CGg-ÑV_F3-61-0129
CGg-ÑV_E4-61-0038	CGg-ÑVI_B1-61-0109	CGg-ÑV_F3-63-0266
CGg-ÑV_E4-61-0039	CGg-ÑVI_B1-61-0110	CGg-ÑV_F3-63-0267
CGg-ÑV_F4-52-0321	CGg-ÑV_F3-63-0244	CGg-ÑV_F3-63-0268
CGg-ÑV_F4-52-0322	CGg-ÑV_F3-63-0245	CGg-ÑV_F3-63-0269
CGg-ÑV_F4-52-0324	CGg-ÑV_F3-63-0246	CGg-ÑV_F3-63-0271
CGg-ÑV_F4-52-0337	CGg-ÑVI_B1-61-0111	CGg-ÑV_F3-63-0278
CGg-ÑV_F4-52-0343	CGg-ÑV_F3-63-0247	CGg-ÑV_F3-63-0282
CGg-ÑVI_B1-61-0078	CGg-ÑVI_B1-61-0112	CGg-ÑV_F3-63-0283
CGg-ÑVI_B1-61-0083	CGg-ÑV_F3-63-0248	CGg-ÑV_F3-63-0285
CGg-ÑV_F3-63-0234	CGg-ÑV_F3-63-0249	CGg-ÑV_F3-63-0286
CGg-ÑV_F3-63-0235	CGg-ÑV_F3-63-0250	CGg-ÑV_F3-63-0287
CGg-ÑVI_B1-61-0088	CGg-ÑV_F3-63-0251	CGg-ÑV_F3-63-0288
CGg-ÑVI_B1-61-0090	CGg-ÑV_F3-63-0254	CGg-ÑV_F3-63-0289
CGg-ÑVI_B1-61-0091	CGg-ÑV_F3-63-0255	CGg-ÑV_F3-63-0290
CGg-ÑVI_B1-61-0092	CGg-ÑVI_B1-61-0113	CGg-ÑVI_B1-61-0132
CGg-ÑV_F3-63-0236	CGg-ÑV_F3-61-0114	CGg-ÑV_F3-63-0291
CGg-ÑVI_B1-61-0093	CGg-ÑVI_B1-61-0115	CGg-ÑV_F3-63-0293
CGg-ÑVI_B1-61-0094	CGg-ÑV_F3-63-0257	CGg-ÑV_F3-63-0294
CGg-ÑV_F3-63-0237	CGg-ÑV_F3-61-0119	CGg-ÑVI_B1-61-0135
CGg-ÑVI_B1-61-0095	CGg-ÑV_F3-63-0258	CGg-ÑVI_B1-61-0136
CGg-ÑV_F3-63-0239	CGg-ÑV_F3-63-0259	CGg-ÑVI_B1-61-0137
CGg-ÑV_F3-63-0240	CGg-ÑV_F3-63-0260	CGg-ÑVI_B1-61-0138
CGg-ÑVI_B1-61-0096	CGg-ÑV_F3-63-0261	CGg-ÑVI_B1-61-0139
CGg-ÑVI_B1-61-0097	CGg-ÑVI_A2-61-0123	CGg-ÑV_F3-63-0298
CGg-ÑV_F3-63-0241	CGg-ÑV_F3-63-0262	CGg-ÑV_F1-63-0305
CGg-ÑVI_B1-61-0099	CGg-ÑVI_A2-61-0124	CGg-ÑVI_B2-61-0155
CGg-ÑV_F3-63-0242	CGg-ÑVI_A2-61-0125	CGg-ÑVI_B2-61-0176
CGg-ÑVI_B1-61-0101	CGg-ÑV_F3-63-0264	
CGg-ÑV_F3-63-0243	CGg-ÑV_F3-63-0265	

ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS

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

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

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

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

-A-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-B-

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

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

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

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

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

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

-C-

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

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

CAMPO DE REG: desierto pedregoso.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-D-

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

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

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

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

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

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

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

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

-E-

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

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

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

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

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

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

ESPINAZO: resalte morfológico rocoso, de desarrollo predominantemente lineal.

-F-

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

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

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

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

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

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

-G-

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

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

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

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

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

-H-

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

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

-I-

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

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

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

-K-

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

-L-

LAGUNA COLMATADA: depósito de antigua laguna.

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

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

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

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

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

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

-M-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-N-

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

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

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

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

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

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

-P-

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

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

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

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

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

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

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

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

-R-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 monoclinas.

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

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

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

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

-S-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-T-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-V-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-Y-

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

ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

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

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

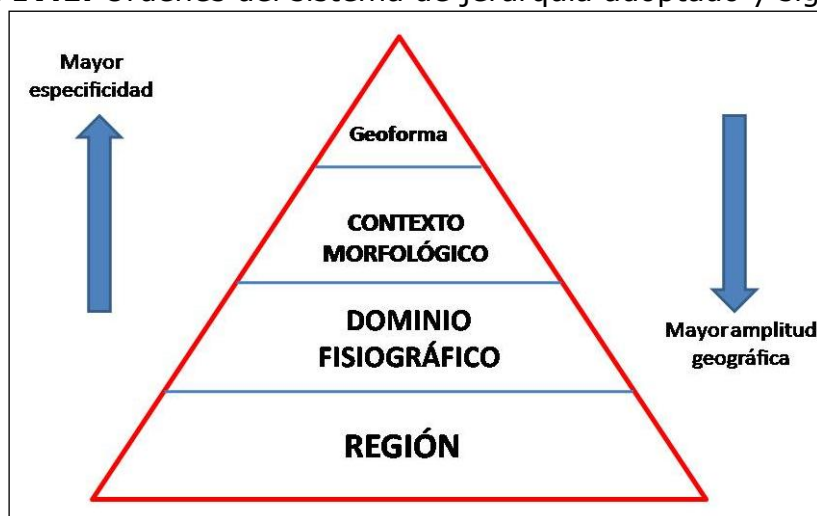
1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico

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

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

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

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



Fuente: CTN

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

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

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

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

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

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

Son las unidades básicas de mapeo. El tamaño mínimo para su representación es de 1 hectárea, con órdenes típicos de magnitud de entre 5 a 10 hectáreas hasta 10^2 km² para las geoformas mayores.

Una Geoforma debe cumplir con los siguientes requisitos:

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

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

1.1. Justificación del sistema de jerarquía de relieve adoptado

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

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

2. Atributo relacionado con la génesis de la geoforma

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

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

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

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

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

Fuente: CTN

3. Atributos geológicos: formación geológica y litología

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

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

- Desnivel relativo
- Longitud de vertiente
- Pendiente

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

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

Cuadro IV.5. Categorías de desnivel relativo

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

Cuadro IV.6. Categorías de longitud de vertiente

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

Cuadro IV.7. Categorías de pendiente

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

6. Atributos relacionados con el drenaje

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

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

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

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

Cuadro IV.8. Categorías de tipo de drenaje

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

Cuadro IV.9. Categorías de densidad de drenaje

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

Fuente: CTN

Bibliografía citada en el anexo

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

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

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

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

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

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

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

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

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