

MEMORIA TÉCNICA

CANTÓN SIGCHOS

PROYECTO:

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

GEOMORFOLOGÍA

AGOSTO, 2015

PERSONAL PARTICIPANTE

Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

José Duque
Sandra González
Xavier Andrade
Óscar Garzón

Consortio TRACASA-NIPSA:

Responsables:

Joaquín del Val
Idurre Barinagarrementería

Memoria:

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

Fotointérpretes:

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

FISCALIZACIÓN realizada por la Asociación ACOTECNIC – INGEOMATICA

ÍNDICE

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

3.2.7. Dominio Fisiográfico Medio aluvial costero	22
3.3. Contextos Morfológicos.....	23
3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas	23
3.3.2. Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables	24
3.3.3. Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas	24
3.3.4. Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental).....	25
3.3.5. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)	25
3.3.6. Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)	26
3.3.7. Medio aluvial de Sierra	26
3.3.8. Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados	26
3.3.9. Medio aluvial costero.....	26
3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón	27
3.5. Descripción de geoformas	34
3.5.1. Fluvial	34
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)	34
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2)	35
3.5.1.3. Valle en V (E1)	35
3.5.1.4. Barranco (E2)	36
3.5.1.5. Encañonamiento (E4)	36
3.5.1.6. Terraza media (Tm)	37
3.5.1.7. Terrazas indiferenciadas (Ti)	38
3.5.1.8. Superficie de cono de deyección (Cd1)	38
3.5.1.9. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)	38
3.5.2. Fluvio-Lacustre.....	39
3.5.2.1. Depresión Lagunar (Fo1)	39
3.5.3. Laderas	39
3.5.3.1. Vertiente rectilínea (Lr1).....	39
3.5.3.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....	40
3.5.3.3. Vertiente rectilínea con salientes rocosos (Lr3)	41
3.5.3.4. Vertiente abrupta (La1)	41
3.5.3.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)	42
3.5.3.6. Vertiente heterogénea (Lh1)	42
3.5.3.7. Vertiente rocosa (Lh3).....	43
3.5.3.8. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)	43
3.5.3.9. Escarpe de deslizamiento (Lh6)	44

3.5.3.10.	Coluvión antiguo (Col2)	44
3.5.3.11.	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)	45
3.5.4.	Glaciar y periglaciar	46
3.5.4.1.	Circo glaciar (Gf1)	46
3.5.4.2.	Cubeta glaciar (Gf2).....	46
3.5.4.3.	Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6)	46
3.5.4.4.	Afloramientos rocosos en ambiente periglaciar (Gp3)	47
3.5.5.	Volcánico	47
3.5.5.1.	Vestigios de edificios volcánicos (Va3)	47
3.5.5.2.	Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares (Vci3).....	48
3.5.5.3.	Caldera (Vc2).....	48
3.5.5.4.	Flancos superiores rectilíneos cubiertos con proyecciones piroclásticas (Vc6).....	49
3.5.5.5.	Mesas triangulares volcánicas (planézes) (Vc7)	49
3.5.5.6.	Rampas de piedemonte de cono volcánico (Vc8).....	49
3.5.5.7.	Domo volcánico (Dom)	50
3.5.5.8.	Relieve volcánico colinado medio (Rv9)	50
3.5.5.9.	Relieve volcánico colinado alto (Rv10).....	50
3.5.5.10.	Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11)	51
3.5.5.11.	Relieve volcánico montañoso (Rv12)	51
3.5.5.12.	Superficie volcánica ondulada (RvSo)	52
3.5.6.	Estructural.....	52
3.5.6.1.	Superficie de chevron (Ei5)	52
3.5.6.2.	Superficies y planos estructurales originados en capas plegadas (Epl)	53
3.5.7.	Tectónico-erosivo	53
3.5.7.1.	Relieve colinado medio (Rt4).....	53
3.5.7.2.	Relieve colinado alto (Rt5)	54
3.5.7.3.	Relieve colinado muy alto (Rt6)	54
3.5.7.4.	Relieve montañoso (Rt7)	54
3.5.8.	Poligénicas.....	54
3.5.8.1.	Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	54
3.5.8.2.	Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)	55
3.5.8.3.	Superficie inclinada (Si2).....	55
3.5.8.4.	Superficie alta disectada (Sa2)	56
3.5.8.5.	Abrupto de superficie alta (Sa3)	56
3.5.8.6.	Cerro testigo (Rr4).....	57
3.5.8.7.	Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)	57
3.5.8.8.	Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)	58
IV.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	59

V. BIBLIOGRAFÍA	63
5.1. Referencias generales	63
5.2. Bibliografía citada	64

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 Sigchos.....	16
Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Sigchos	18
Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Sigchos.....	23
Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón	27
Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón	31

LISTA DE FIGURAS

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

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector Quinticusi	34
Foto 2. Valle en V. Sector Civicusi.....	35
Foto 3. Barranco. Sector San Francisco de Las Pampas	36
Foto 4. Encañonamiento. Sector Guasumbine Grande	37
Foto 5. Terraza media. Sector Palmar	37
Foto 6. Vertiente rectilínea. Sector Bajada de Sarapullo.....	39
Fotos 7 y 8. Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector La Joya	40
Foto 9. Vertiente rectilínea con salientes rocosos. Sector Loma Providencia	41
Fotos 10 y 11. Vertiente abrupta. Sector Chaupiguayana.....	42
Foto 12. Vertiente heterogénea. Sector Colcas	43
Fotos 13 y 14. Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector Sigchos	44
Foto 15. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada. Sector San Marcos.....	45
Fotos 16 y 17. Vestigios de edificios volcánicos. Sector Zanzaloma.....	47
Foto 18. Cono sin actividad volcánica y sin huella glaciar. Sector Guayama	48
Foto 19. Superficie volcánica ondulada. Sector Copaloma	52
Fotos 20 y 21. Superficie de chevron. Sector Almuerzo Pugro	53
Foto 22. Superficie inclinada. Sector Loma Capulispamba.....	56

I. INTRODUCCIÓN

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

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

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

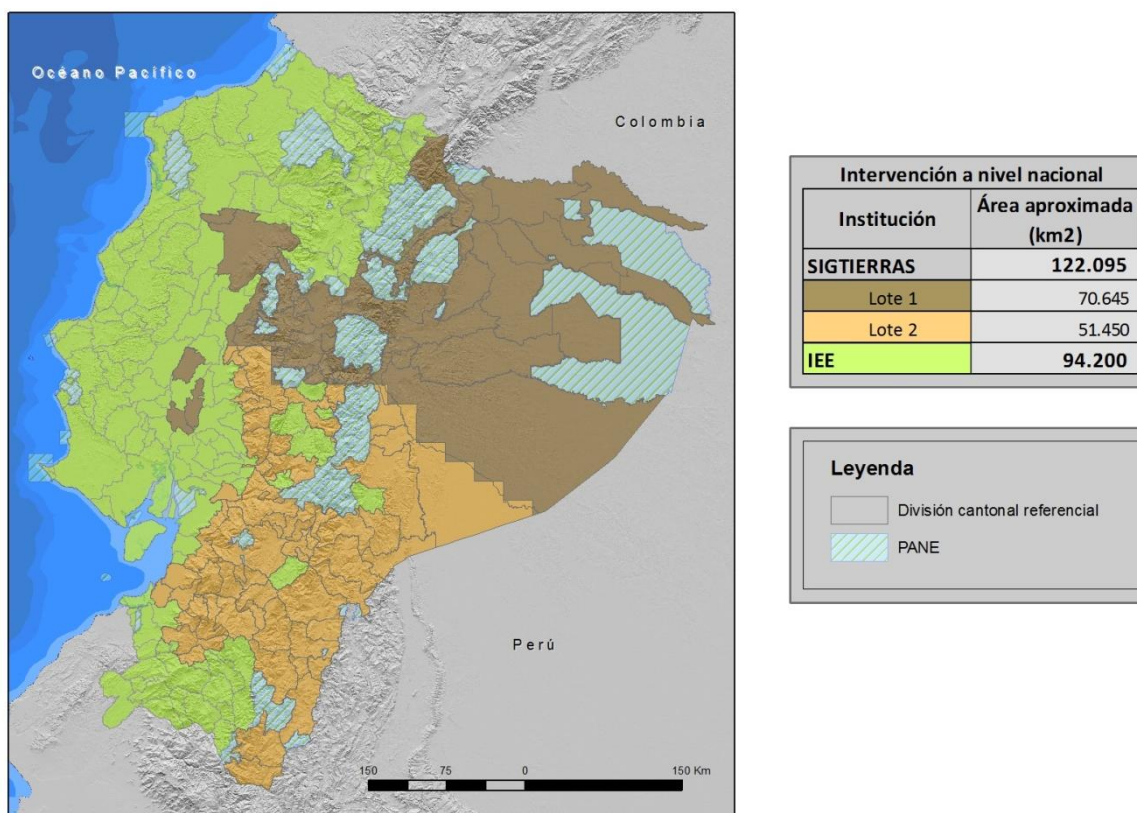
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

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

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

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

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



Fuente: CTN

1.1. El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador

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

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

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

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

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales del proyecto

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

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

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

1.2.2. Objetivos del estudio geomorfológico

Los objetivos específicos de la Cartografía Geomorfológica son:

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

1.3. Antecedentes de este estudio

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

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

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

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

II. METODOLOGÍA

2.1. Características del producto esperado

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

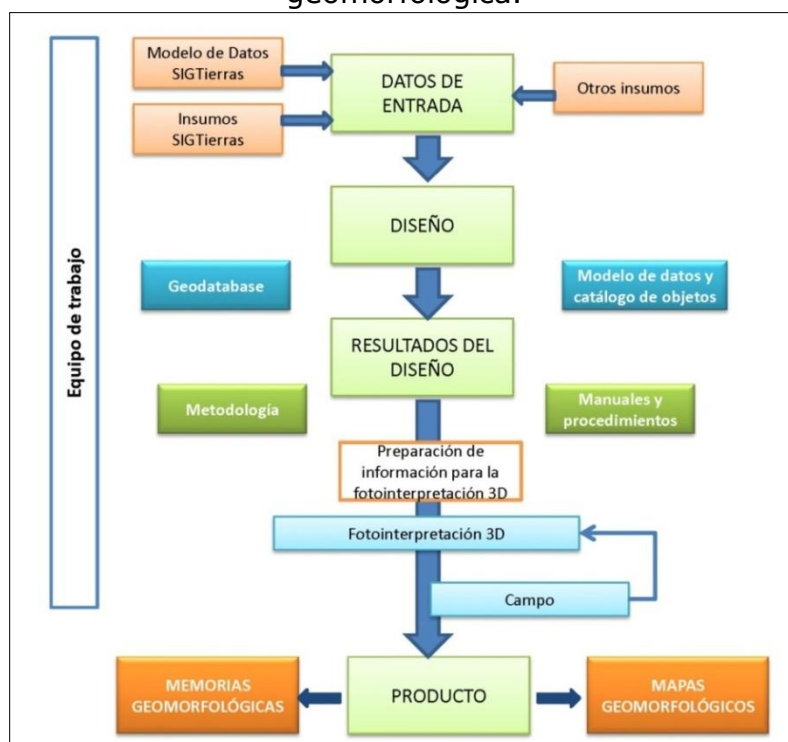
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

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

2.2. Etapas metodológicas

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

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



Fuente: CTN

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

2.2.1. Recopilación de información

Esta fase comprende:

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

2.2.1.1. Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes

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

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

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

2.2.1.2. Insumos complementarios

Los insumos complementarios, básicamente, son:

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

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

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

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

2.2.2. Fotointerpretación

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

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

El proceso de fotointerpretación cubre las siguientes etapas:

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

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

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

- Región
- Dominio Fisiográfico
- Contexto Morfológico

La fotointerpretación finaliza con:

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

2.2.2.1. Software empleado

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

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

2.2.3. Fase de campo

2.2.3.1. Criterios para la validación en campo

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

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

2.2.3.2. Validación y adquisición de datos de campo

En campo, la actividad contempla:

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

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

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

2.2.4. Integración de datos y adecuación cartográfica final

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

2.2.5. Mapa y leyenda

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

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

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

2.2.5.1. Explicación de la leyenda

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

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

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

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

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

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

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

Fuente: CTN

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

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

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

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

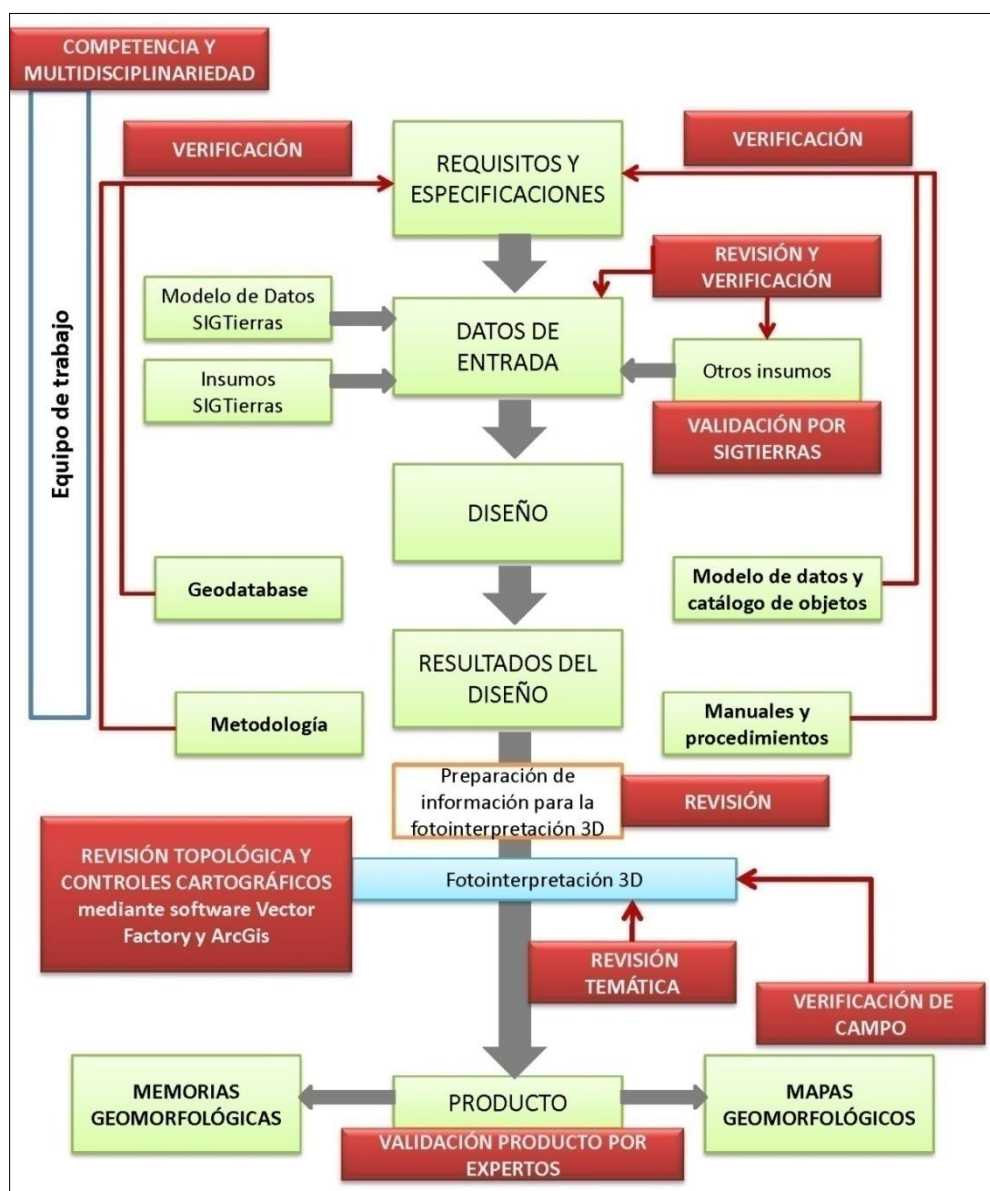
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

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

2.3. Control de calidad

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

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



Fuente: CTN

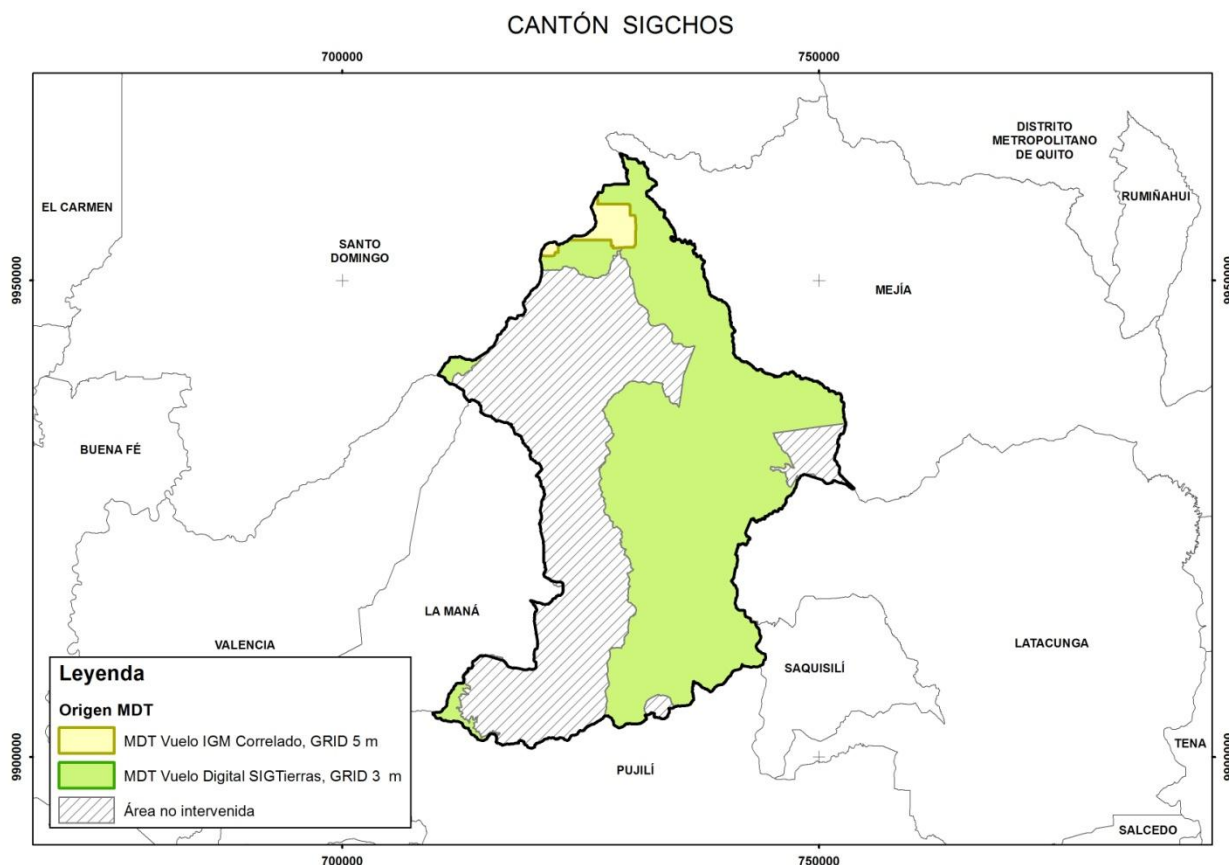
Estos hitos son los siguientes:

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

2.4. Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón

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



Fuente: CTN

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

- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas, Misión Británica). 1979. Hoja Geológica: Las Delicias (Hoja 46), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas, Misión Británica). 1979. Hoja Geológica: Valencia (Hoja 47), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas, Misión Británica). 1980. Hoja Geológica: Quito (Hoja 65), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas, Misión Británica). 1978. Hoja Geológica: Machachi (Hoja 66), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas, Misión Británica). 1978. Hoja Geológica: Latacunga (Hoja 67), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1997 y 1998. Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador, esc. 1:200.000. (Publicado en 5 hojas). *CODIGEM*. Quito

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 Sigchos.

Código	Cartas Topográficas	Código	Cartas Topográficas
ÑV_B1	VOLCÁN SANGAY	OV_A4	CANGAIME
ÑIII_E3	PILALÓ	ÑIII_A3	ALLURIQUÍN
ÑIII_E1	SIGCHOS	NIII_F4	LA MANÁ
ÑIII_C4	MACHACHI	NIII_F2	PUCAYACU
ÑIII_C3	JATUNLOMA (SAN ROQUE)	NIII_D4	SANTA MARÍA DEL TOACHI
ÑIII_C1	MANUEL CORNEJO ASTORGA	NIII_D2	SAN VICENTE DE AQUEPI

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

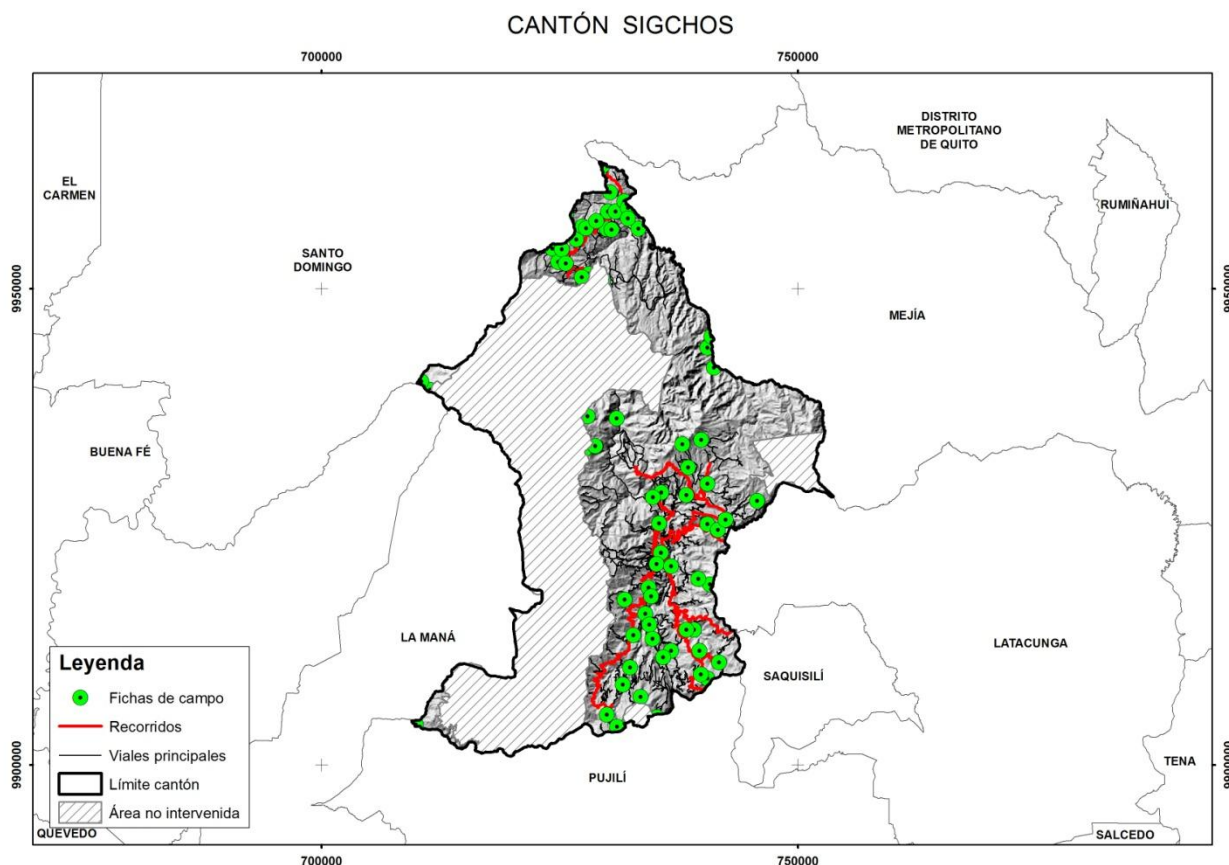
III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Sigchos se realizó entre los días 8, 9 y 10 de abril, el 10 de Julio, el 23 de septiembre y el 23 de octubre de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 38 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 Sigchos.



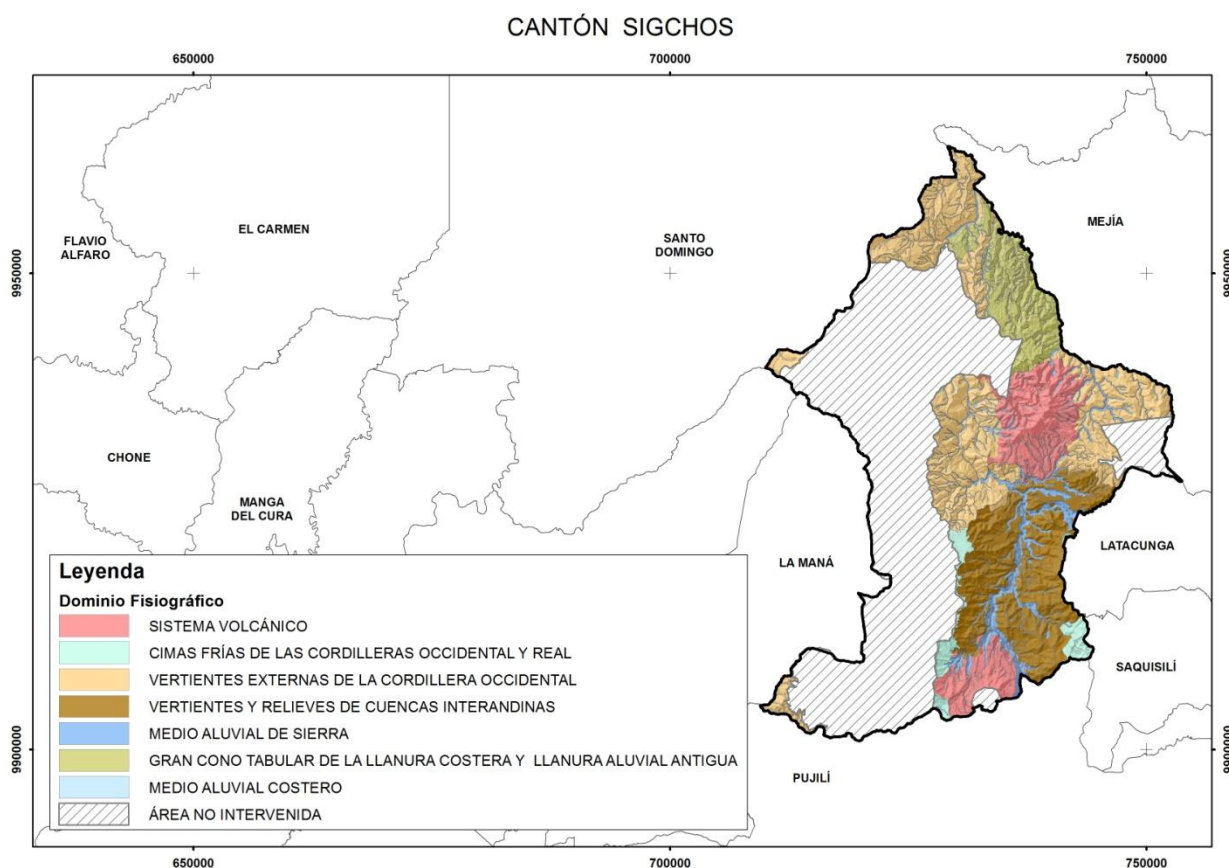
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican en los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Sigchos tiene 1.358 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 824 km² ya que las restantes pertenecen a la Reserva Ecológica (Los Ilinizas) y/o al área de intervención del Instituto Espacial Ecuatoriano. Todas las cifras porcentuales, parciales y totales que se presentan en esta memoria corresponden exclusivamente al área de intervención de este estudio.

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

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



Fuente: CTN

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

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Sistema Volcánico	129 km ²	15,7%
	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	39 km ²	4,8%
	Vertientes externas de la Cordillera Occidental	315 km ²	38,2%
	Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas	173 km ²	21%
	Medio aluvial de Sierra	76 km ²	9,2%
COSTA	Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua	91 km ²	11,1%
	Medio aluvial costero	<1 km ²	0,1%

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

3.2.1. Dominio Fisiográfico Sistema Volcánico

Los volcanes andinos, representan un destacado papel geomorfológico en todo el Ecuador, superando el centenar de edificios volcánicos. Siendo destacados hitos paisajísticos que realzan el relieve de las dos cordilleras, Occidental y Oriental, así como del propio corredor o valle interandino. También son los responsables de los depósitos piroclásticos que se han generado, fundamentalmente de cenizas y lapilli en sus últimos episodios y han recubierto con una espesa capa, distribuida en dos terceras partes de la Sierra central y septentrional, así como amplias extensiones de las regiones Costa y, más localmente, Amazonía.

En el área de estudio del cantón, este dominio se localiza en la zona centro-norte, donde se localiza el complejo volcánico Almas Santas, este se caracteriza por ser estratovolcán y en la zona meridional en el límite con el cantón Pujilí donde se emplaza el complejo volcánico Quilotoa, éste se caracteriza por ser una caldera, formados por sucesivas erupciones de grandes flujos piroclásticos de pómez y un depósito de caída que se encuentra distribuido a lo largo del norte del país.

Esta actividad ha dado origen a las geformas características como la caldera, los vestigios de edificios volcánicos, las rampas de piedemonte de cono volcánico y los flancos superiores rectilíneos cubiertos con proyecciones piroclásticas, presentando entre los dos volcanes una superficie de 129 km².

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

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

Dentro del área de estudio el dominio se localiza en la zona central, meridional y suroriental, concretamente en las partes altas de la Cordillera de Chucchilán, de las Cuchillas de Tanisi y Yugsemundoma y Cerro Puntusurcu, con alturas que oscilan entre 3.200 y 4.300 msnm, representando los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio, también se incluyen en la franja periglaciaria que, de forma discontinua, donde los páramos y los relieves de sus márgenes lo rodean, caracterizados por pendientes fuertes y muy fuertes que dan paso al dominio fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Occidental y Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas. Quedan definidos como relieves con modelado periglaciario, sobre sustrato mayoritariamente definido por la Formación Macuchi de edad Cretácico y en menor medida por las formaciones Pisayambo y Moraspamba de edad Plioceno-Mioceno, y la Formación Yunguilla de edad Cretácica.

3.2.3. Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Occidental

Entre las zonas más elevadas de la Cordillera Occidental, en el dominio fisiográfico de las Cimas frías por debajo de este se encuentra este dominio. Da lugar, en conjunto, a relieves imponentes, con vertientes que se caracterizan por grandes desniveles y pendientes fuertes, desarrollándose fundamentalmente sobre rocas ígneas intrusivas y rocas metamórficas, con coberturas piroclásticas.

Este dominio se localiza por la zona central, localizándose ambos lados del complejo volcánico de Almas Santas, en la zona septentrional, en ambos márgenes del río Toachi y en la zona occidental, con alturas que oscilan entre los 800 y 3.800 msnm. Consta de relieves desarrollados mayoritariamente en rocas compuestas por areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas, de la Formación Macuchi de edad Cretácica, se caracteriza por vertientes rectilíneas y heterogéneas y relieves volcánicos colinados, con una marcada red de drenaje, principalmente formada por la erosión de los barrancos. En la zona centro-este se encuentran depósitos de ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos de la Formación Cangahua de edad Cuaternaria y conglomerados de cuarzo, chert y andesita en matriz ferruginosa; grauvacas, areniscas tobáceas y lutitas rojas de la Formación Silante de edad Paleógeno y puntualmente en la zona central depósitos volcano-sedimentarios: aglomerados y conglomerados con fragmentos volcánicos subredondeados y tobas de colores diversos correspondientes a los Sedimentos volcánicos del Naranjal. En la zona centro-oeste se localiza una intrusión ígnea de composición granítica, granodiorita y tonalita, según el insumo (CODIGEM-BGS, 1997 y 1998).

3.2.4. Dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas

Las cuencas de la Sierra volcánica norecuatoriana están drenadas por redes hidrográficas, entre las cuales se dirigen hacia la costa. Estas incisiones se incluyen dentro de estrechos corredores interandinos, incluyendo este dominio, fragmentado y discontinuo, las zonas más elevadas de dicho pasillo o depresión. Los relieves superiores del mismo llegan a contactar con el dominio de Cimas frías, en clara ruptura de pendiente con él. Los relieves inferiores, por su parte, enlazan con el otro dominio del corredor interandino, los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas. La dirección meridiana que el dominio presenta en la zona septentrional de la Sierra, pasa a direcciones NO-SE y NNE-SSO en la parte central de la misma. Hacia la parte meridional de la Sierra, la Cordillera Real queda como la única franja continua de relieve y el corredor interandino, muy desdibujado.

Este dominio se localiza en la zona suroriental del cantón, en las zonas más altas correspondientes a las cabeceras de los ríos Toachi y Cumbijin, el dominio presenta pendientes elevadas y pronunciada disección, donde llega a descender hasta los 3.200 msnm. Las vertientes y relieves inferiores aparecen con pendientes globalmente más suaves una disección menos acusada; estas vertientes inferiores llegan a descender hasta 2.400 msnm. Geológicamente afloran una gran variedad de litologías y formaciones, siendo las más representativas los depósitos Volcano-sedimentos del Quilotoa y los Sedimentos volcánicos del Naranjal, de edades Holocenas, las secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos de la Formación Pisayambo, de edad Plioceno y limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas de la Formación Yunguilla de edad Cretácico.

3.2.5. Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra

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

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 atraviesen más de un contexto morfológico.

En el cantón Sigchos este dominio se incide dentro de los dominios fisiográficos de las Vertientes externas de la Cordillera Occidental y las Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, donde discurre el valle del río Toachi, con direcciones preferenciales N-S. También se localiza en ríos menos importante, repartidos por las zonas centrales y surorientales, donde transcurren los ríos Zarapullo, San Antonio, Quititoa, Cumbijin y Cutzhuato. Estos complejos fluviales se caracterizan por valle en V, encañonamientos y barrancos.

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

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

El conjunto está formado por depósitos antiguos de grandes conos de esparcimiento, parte de los cuales fueron posteriormente retrabajados e incorporados a la red fluvial, que se encajó fuertemente sobre ellos, y a su sistema de terrazas. Gran parte del dominio está recubierto por, al menos, dos episodios de sedimentación piroclástica.

Dentro del área de estudio, este dominio fisiográfico se localiza en la zona septentrional, entre los ríos Sarapullu y Toachi, donde se presentan superficie altas disectadas por los ríos Verde, Santa Inés y María. Está representado por el contexto morfológico *Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados*.

3.2.7. Dominio Fisiográfico Medio aluvial costero

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

Se consideran pertenecientes a este dominio, con carácter general, los valles fluviales-llanuras de inundación y sistemas de terrazas asociados. Las formas fluviales de incisión (barrancos, valles en V, gargantas) y ciertas formas poligénicas ligadas directamente al drenaje (coluvio-aluviales) 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.

Dentro del área de estudio, este dominio fisiográfico tiene muy poca representación, con una superficie menor a 1 km², localizándose en la zona noroccidental influenciado directamente por el sistema fluvial del río Toachi Grande y en la zona suroccidental influenciado directamente por el sistema fluvial del río San Pablo, en ambos casos este dominio fisiográfico tiene un mayor desarrollo en los cantones La Mana y Pujilí. Es representado mayoritariamente por las geoformas más características, de génesis fluvial, correspondientes con valles fluviales-llanuras de inundación, terraza baja y cauce actual y valle en V y niveles de sedimentación fluvial como son las terraza media.

3.3. Contextos Morfológicos

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

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Sistema Volcánico	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
		Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables
	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas
	Vertientes externas de la Cordillera Occidental	Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)
		Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)
Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra	
COSTA	Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua	Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados
	Medio aluvial costero	Medio aluvial costero

Fuente: CTN

3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas

En este contexto morfológico se incluyen todas las geoformas septentrionales asociadas a la caldera volcánica del Quilotoa, con altitudes que descienden desde las partes más altas de la caldera a 3.900 hasta los 3.000 msnm en los flancos del cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares y formas menores incluidas en ellos y

un conjunto de geoformas que, aunque ligadas al edificio volcánico propiamente dicho, pueden llegar a sobrepasar ampliamente el entorno de la caldera de emisión: rampas de piedemonte de cono volcánico, vestigios de edificios volcánicos, etc.

Este contexto se localiza en la zona meridional del cantón justo en el límite con el cantón Pujilí donde se comparte la caldera volcánica del Quilotoa, presenta las tobas bien estratificadas, con frecuente carácter lacustre y alternantes con cenizas y lapilli, denominados volcano-sedimentos del Quilotoa. Su extensión total en el área de estudio, corresponde aproximadamente a 44 km², equivalentes al 5,3%.

3.3.2. Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables

Este contexto incorpora los restos o testigos de edificios volcánicos que presentan un grado de desmantelamiento y erosión avanzados. Aunque pueden presentar algunos rasgos que permiten identificarlos (conos piroclásticos que conservan sólo parcialmente su morfología original, pitones, bordes incompletos de antiguas calderas), la destrucción de sus formas características originales llega a dificultar su reconocimiento.

Este contexto se localiza en la zona central del cantón, en el sector Zarapullo en los cerros Azul y Negro y la Cordillera de Almas Santas. Consiste en los vestigios de un edificio volcánico, aislado sobre la ladera occidental de la cordillera, sobre el borde oriental del valle del Toachi en la prolongación de la cuenca Quilotoa-Sigchos. Su origen se considera volcánico, aunque por su difícil acceso se requieren de más estudios que aporten mayor información sobre su actividad. Las geoformas relativas a vestigios de edificios volcánicos, presentan sus flancos superiores rectilíneos cubiertos con proyecciones piroclásticas, compuestas por los materiales volcánicos de Almas Santas y las rampas de piedemonte de cono volcánico por ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos (Cangahua). Su extensión total en el área de estudio, corresponde aproximadamente a 86 km², equivalentes al 10,4%.

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

Los paisajes de este contexto se caracterizan por cimas suavemente onduladas y rebajadas, normalmente con cumbres e interfluvios anchos y redondeados, de los que emergen localmente salientes rocosos; sus vertientes muestran pendientes moderadas y enlazan suavemente con hondonadas de carácter pantanoso. Este cantón no guarda muchos aspectos semejantes a los paisajes glaciares, sin embargo las formas glaciares y periglaciares han modelado relieves preexistentes volcánicos, que aún prevalecen en el cantón, junto con las marcas de una posterior acción fluvial: erosión lineal por encajamiento de la red fluvial y captura de alguna depresión lagunar.

En la área de estudio se localiza en la zona centro-sur y suroriental, concretamente en las partes altas de la Cordillera de Chucchilán, de las Cuchillas de Tanisi y Yugsemundoma y Cerro Puntusurcu, con alturas que oscilan entre 3.200 y 4.300 msnm.

La geoforma más característica en la zona de estudio son las superficies inclinadas relacionadas con los materiales volcánicos de la Formación Macuchi, también se presentan geoformas de génesis estructural relacionados con la Formación Moraspamba. En menor presencia se encuentran litologías relacionadas con las formaciones Yunguilla y Pisayambo. Siendo el segundo contexto con menor representación dentro del área de estudio, con una extensión aproximada de 39 km², equivalentes al 4,8%.

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

Este contexto se localiza en las zonas central y meridional de la vertiente occidental andina, fuera de la influencia de los volcanes recientes. Su extensión es limitada, ya que se desarrolla por encima de los conos de esparcimiento de la vertiente occidental (dominio Piedemonte andino occidental, incluido en la región Costa) hasta los *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

En el cantón, este contexto es el que ocupa mayor superficie, alrededor de unos 315 km², equivalente al 38,2% del área de estudio, repartida en tres zonas: la zona central, localizándose ambos lados del complejo volcánico de Almas Santas, en la zona septentrional, en ambos márgenes del río Toachi y en la zona occidental. En el área de estudio se emplaza en altitudes comprendidas entre los 800 y 3.800 msnm, donde afloran de forma mayoritaria las areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas, de la Formación Macuchi de edad Cretácica. En las zona centro-este se encuentran depósitos de la Formación Cangahua de edad Cuaternaria y las litologías de la Formación Silante de edad Paleógeno y puntualmente en la zona central los Sedimentos volcánicos del Naranjal. En la zona centro-oeste se localiza una intrusión ígnea de composición granítica, granodiorita y tonalita, según el insumo (CODIGEM-BGS, 1997 y 1998).

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

Este contexto se extiende a lo largo de la Sierra Norte, alcanzando el límite de las Cimas frías a altitudes de 3.400-3.600 msnm (reborde occidental de la cuenca de Tulcán), 3.300-3.400 msnm (al oriente de Quito) y a 3.200 msnm sobre la Cordillera Real de la cuenca de Riobamba. El límite inferior, con el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

En el cantón se localizan en las zonas más altas correspondientes a las cabeceras de los ríos Toachi y Cumbijín, inmediatamente por debajo de las Cimas frías, origina una marcada discontinuidad y contraste con ellas, marcando una ruptura de pendiente muy clara, y un descenso hacia el valle del río Toachi, siendo la geoformas más representativas vertientes rectilíneas con fuerte disección compuestas por las secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos de la Formación Pisayambo. Presenta un modelado general disectado, con amplios desniveles representados por relieves volcánicos muy altos compuestas por las ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos de la Formación Cangahua. Su extensión total

en el área de estudio, corresponde aproximadamente a 65 km², equivalentes al 7,9%.

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

Este contexto se ubica, altitudinalmente, por debajo a las *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*. Por tanto, las altitudes en que aparece varían entre los 3.200 y los 2.400 msnm, como límite inferior, en función de los diferentes emplazamientos en que aparece.

En el cantón Sigchos se localiza en la zona suroriental del cantón, caracterizándose por vertientes heterogéneas, con segmentos en su interior de perfil rectilíneo, en las que se manifiestan intensos procesos erosivos actuales. También son comunes las altas colinas de cimas redondeadas, separadas por estrechas incisiones en V –que, al abrirse, se rellenan sus fondos con depósitos coluvio-aluviales-, junto con algunos retazos de terrazas. En el contorno sur y sureste del volcán Quilotoa aparecen superficies de planas a suavemente onduladas e inclinadas, condicionadas por la existencia de niveles estructurales formados por intercalaciones de material lávico resistente y por el desarrollo de niveles de terrazas. Siendo el segundo contexto con mayor representación dentro del área de estudio, con una extensión aproximada de 107 km², equivalentes al 13%.

3.3.7. 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.

3.3.8. Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados

Este contexto se localiza en la zona septentrional, entre los ríos Sarapullu y Toachi, en las partes altas del gran cono de esparcimiento que, desde el este de Santo Domingo de los Colorados, se expande hasta el río Quinindé. Se presenta en posición encaramada por el encajamiento de por los ríos Verde, Santa Inés y María con posterioridad a su deposición dejando aislando superficie altas.

Estas superficies altas figuran aparecen como planas a onduladas, con pendientes medias a fuertes y fuertemente disectados, representan a los testigos de depósitos aluviales idénticos y contemporáneos con los conos. Sus abruptos de superficie donde sus afloramientos correspondientes a los Conglomerados de Zarapullo compuestos por guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa. Su extensión total en el área de estudio, corresponde aproximadamente a 91 km², equivalentes al 11,1%.

3.3.9. Medio aluvial costero

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

3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón

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

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas	FLUVIAL	Valle en V	<1
		Barranco	2
	LADERAS	Vertiente rectilínea	1
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	5
		Vertiente abrupta	1
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	6
	VOLCÁNICO	Vestigios de edificios volcánicos	<1
		Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares	14
		Caldera	2
		Rampas de piedemonte de cono volcánico	8
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	1
Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables	FLUVIAL	Barranco	4
	LADERAS	Vertiente rectilínea	6
	VOLCÁNICO	Vestigios de edificios volcánicos	27
		Caldera	18
		Flancos superiores rectilíneos cubiertos con proyecciones piroclásticas	13
		Mesas triangulares volcánicas (planézes)	4
		Rampas de piedemonte de cono volcánico	10
		Domo volcánico	2
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	1
	Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	LADERAS	Vertiente rectilínea
Vertiente rectilínea con fuerte disección			8
Vertiente abrupta			1
Vertiente abrupta con fuerte disección			<1
Vertiente heterogénea			2
Depósitos de deslizamiento, masa deslizada			<1

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	3
		Cubeta glaciar	<1
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	<1
		Afloramientos rocosos en ambiente periglacial	<1
	ESTRUCTURAL	Superficie de chevron	4
		Frente de chevron	<1
		Superficies y planos estructurales originados en capas plegadas	2
	POLIGÉNICAS	Superficie inclinada	15
		Interfluvio de cimas redondeadas	2
		Interfluvio de cimas estrechas	<1
Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)	FLUVIAL	Barranco	12
		Vertiente o abrupto de terraza	<1
		Terrazas indiferenciadas	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
		Superficie de cono de deyección disectado	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	24
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	21
		Vertiente abrupta	17
		Vertiente abrupta con fuerte disección	20
		Vertiente heterogénea	35
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	76
		Escarpe de deslizamiento	2
		Coluvión antiguo	4
	VOLCÁNICO	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	3
		Relieve volcánico colinado medio	4
		Relieve volcánico colinado alto	15
		Relieve volcánico colinado muy alto	11
		Relieve volcánico montañoso	57
	POLIGÉNICAS	Superficie volcánica ondulada	2
		Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Superficie inclinada	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	1
Interfluvio de cimas estrechas	8		

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km² (aprox.)
Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)	FLUVIAL	Valle en V	<1
		Barranco	2
	LADERAS	Vertiente rectilínea	<1
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	31
		Vertiente rectilínea con salientes rocosos	2
		Vertiente rocosa	7
		Coluvión antiguo	<1
	VOLCÁNICO	Rampas de piedemonte de cono volcánico	6
		Relieve volcánico colinado medio	2
		Relieve volcánico colinado muy alto	9
	POLIGÉNICAS	Superficie inclinada	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	2
		Interfluvio de cimas estrechas	1
Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte	FLUVIAL	Valle en V	2
		Barranco	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
	FLUVIO-LACUSTRE	Depresión lagunar	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	
		Vertiente rectilínea con salientes rocosos	<1
		Vertiente abrupta	
		Vertiente abrupta con fuerte disección	<1
		Vertiente heterogénea	38
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	40
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión antiguo	2
	VOLCÁNICO	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
		Relieve volcánico colinado alto	5
	POLIGÉNICAS	Superficie volcánica ondulada	10
		Coluvio-aluvial antiguo	1
		Superficie inclinada	<1
Interfluvio de cimas redondeadas		<1	
Interfluvio de cimas estrechas		1	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	2
		Valle en V	15
		Barranco	21
		Encañonamiento	28
		Terraza media	<1
		Vertiente o abrupto de terraza	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente abrupta con fuerte disección	<1
		Coluvión antiguo	1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado medio	<1
		Relieve volcánico colinado alto	<1
		Superficie volcánica ondulada	<1
POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1	
	Coluvio-aluvial antiguo	7	
	Cerro testigo	<1	
Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados	FLUVIAL	Barranco	6
		Superficie de cono de deyección disectado	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	2
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	1
		Coluvión antiguo	1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	1
		Relieve colinado alto	4
		Relieve colinado muy alto	4
		Relieve montañoso	2
	POLIGÉNICAS	Superficie alta disectada	25
		Abrupto de superficie alta	43
		Cerro testigo	<1
	Medio aluvial costero	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación
Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación)			<1
Valle en V			<1
Terraza media			<1

Fuente: CTN

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

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

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q _{dl3}	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	3
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	9
Depósitos coluvio aluviales	Q _{dca}	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	11
Depósitos aluviales	Q _{da}	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	3
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q _{da5}	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	1
Depósitos aluviales (terrazas)	Q _{da8}	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	1
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	<1

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Volcano-sedimentos del Quilotoa	Q _{dvQ}	Cuaternario	Tobas bien estratificadas, con frecuente carácter lacustre y alternantes con cenizas y lapilli	83
Formación Cangahua	Q _c	Cuaternario	Ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos	48
Conglomerados Zarpullo	P _{za}	Cuaternario	Guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa	86
Sedimentos volcánicos del Naranjal	P _{Na}	Cuaternario	Depósitos volcano-sedimentarios: aglomerados y conglomerados con fragmentos volcánicos subredondeados y tobas de colores diversos	67
Volcánicos de Almas Santas	P _{VAS}	Cuaternario	Volcánicos indiferenciados	68
Volcánicos del Atacazo, Iliniza y Corazón	P _{Vaic}	Pleistoceno	Lavas andesíticas de grano fino y porfíricas, bajo frecuente cobertura piroclástica	<1
Formación Pisayambo	Pl _{py}	Plioceno	Secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)	62
Formación Moraspamba	MioPl _{Mo}	Mioceno-Plioceno	Lutitas, areniscas	6
Formación Silante	PalEo _{Si}	Paleógeno	Conglomerados de cuarzo, chert y andesita en matriz ferruginosa; grauvacas, areniscas tobáceas y lutitas rojas	10
Formación Zapotillo - Grupo Alamor	K _{Za}	Cretácico	Flysch de grauvacas y lutitas negras; conglomerados polimícticos; intercalaciones de lavas y tobas andesíticas	1
Formación Yunguilla	K _{Yg}	Cretácico	Limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas	31

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Formación Macuchi	K _M	Cretácico	Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfíricos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas	327
Granito, granodiorita, tonalita **	IN G-Gd-To	Sin asignación de edad	Granito, granodiorita, tonalita	5

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

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

En los códigos, la primera o primeras letras hacen referencia a la edad: Q= Cuaternario, P=Pleistoceno, Pl=Plioceno, MioPl=Mioceno-Plioceno, Pal=Paleoceno y K=Cretácico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial en el caso de los materiales de edad Cuaternario (dl=depósitos de ladera, dca=depósitos coluvio aluviales, da= depósitos aluviales, etc.) o al nombre de la "formación geológica" (Za= Zarpullo, Py= Pisayambo, Mo=Moraspamba, Si=Silante, etc.). Los símbolos que inician su denominación con IN se refieren a cuerpos intrusivos sin asignación de edad.

() Nota:** Los granitos, granodioritas, tonalita son tomados del Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador, esc. 1:200.000, presentando una edad Miocénica.

3.5. Descripción de geoformas

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

3.5.1. Fluvial

3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)

Esta geoforma se presenta, con mayor desarrollo, asociada al río más importante del cantón (río Toachi). Esta geoforma también se localiza en ríos menos importantes, en los sectores surorientales y nororientales, donde se presenta en los ríos San Pablo y Toachi Grande. 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. En el valle fluvial del río Toachi, como se observa en la fotografía, se aprecia con claridad esta dinámica y sus efectos.

Presentan pendientes muy suaves o suaves (de 2 a 12%) y formas de valle planas. Esta geoforma se localiza mayoritariamente en el contexto morfológico *Medio Aluvial de Sierra* y en menor presencia en el *Medio aluvial costero*.



Foto 1. Valle fluvial, llanura de inundación del río Toachi.
Sector Quinticusí. 08/04/2014.

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

En el río San Pablo, en el extremo suroriental del cantón se pueden observar estas franjas que rodean e incluyen al canal o canales fluviales, a menudo separados por islas pedregosas y que constituyen los lechos móviles de los ríos. Son parte de la propia llanura de inundación y están formadas por los acarreos de mayor grosor del río, con numerosos cantos y bloques de considerable tamaño y una baja proporción de elementos texturales más finos (arenas y limos, especialmente).

Las pendientes muy suaves (de 2 a 5%) y la forma del valle es plana. Los canales son de tipo anastomosado, con barras interiores y laterales a los cursos de agua. Esta geoforma se localiza íntegramente en el contexto morfológico *Medio aluvial costero*.

3.5.1.3. Valle en V (E1)

Esta geoforma se sitúa mayoritariamente en la zona central formando parte de los cauces en cuencas altas en las quebradas Chínalo, Totorá, Mallacoa, Cahuanca y Pucará o en los ríos Cumbijín, Pagshillín, San Antonio y Yacuchaqui. En menor presencia se sitúan en la zona septentrional, en un tramo del río Toachi y en la zona suroriental, en tramos del río Yanayacu y Pilaló. Los valles con un perfil transversal en forma de V son típicos de los cursos altos de los ríos. Las dos vertientes laterales presentan pendientes fuertes y muy fuertes (de 40 a 100%) y el río erosiona verticalmente.

En el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* estos encajamientos fluviales se producen en los materiales Volcano-sedimentos del Quilotoa, en los contextos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, estos encajamientos fluviales se producen en los Sedimentos volcánicos del Naranjal. En el *medio aluvial de Sierra* y *medio aluvial costero*, presentan gran variedad de litológica, presentando los Volcano-sedimentos del Quilotoa, Sedimentos volcánicos del Naranjal y las formaciones Yunguillas y Macuchi.



Foto 2. Valle en V en la quebrada Cahuanca. Sector Civicusi. 08/04/2014.

3.5.1.4. Barranco (E2)

Esta geoforma se encuentra repartida por todo el cantón, siendo típica de los cursos altos de los ríos. Se caracterizan por tener pendientes transversales fuertes en general (de 40 a 70%), aunque puede presentarse de media a fuerte (de 25 a 40%), muy fuerte y escarpada (de 70 a 150%), con formas de valle en V y en U y ausencia generalizada de suelos.

Se presenta en prácticamente todos los contextos morfológicos del cantón (salvo en *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y en *Medio aluvial costero*).



Foto 3. Barranco en la quebrada San Francisco. Sector San Francisco de Las Pampas. 23/10/2014.

3.5.1.5. Encañonamiento (E4)

La geoforma se encuentra en las zonas centrales y meridionales del cantón, coincidiendo principalmente con los valles de los ríos Toachi y Aguachí. Se circunscriben íntegramente en el contexto morfológico del *Medio aluvial de Sierra*. Estos encañonamientos cortan los Volcano-sedimentos del Quilotoa y los Sedimentos volcánicos del Naranjal.

Se trata de otra geoforma de incisión fluvial, limitada por laderas de pendientes muy pronunciadas y desniveles superiores a 50 metros. En este caso, los desniveles de sus vertientes están comprendidos entre 50 y 300 metros, con pendientes de muy fuertes a escarpadas (de 70 a 150%) con longitudes de vertiente moderadamente largas a largas (50 a 500 m) con formas irregulares, mixta y cóncava y formas de valle en V y planas.



Foto 4. Encañonamiento en el río Toachi. Sector Guasumbine Grande.
08/04/2014.

3.5.1.6. Terraza media (Tm)

Son superficies subhorizontales, se trata del primer nivel de terrazas por encima de los depósitos fluviales actuales y que representan, por tanto, la última llanura de inundación abandonada por la excavación vertical de los ríos San Pablo y Toachi.

Se sitúan, sobre el cauce del río anteriormente mencionados de forma puntual, la unidad incluye la propia superficie de terraza, con pendientes comprendidas de muy suaves a suaves (de 2 a 12%) y su escarpe o abrupto, éste último no mapeable.

Se asocian al contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra* y *Medio aluvial costero* y presentan depósitos aluviales constituidos por conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa.



Foto 5. Terraza media en el río San Pablo. Sector Palmar.
20/09/2014

3.5.1.7. Terrazas indiferenciadas (Ti)

En algunas terrazas, no ha podido diferenciarse su posición relativa respecto al modelo general de terrazas (media, alta, colgada) del sistema fluvial del río Toachi, quedando muy dudosa su adscripción a alguna de ellas. En estos casos, a estos rellanos de origen fluvial se les ha considerado bajo la denominación de terrazas indiferenciadas.

Se localizan en la zona centro-oeste del cantón, distribuyéndose en ambos márgenes del río Toachi, en el sector Asache. Estas geoformas se localizan íntegramente en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y se caracterizan por presentar pendientes suaves y medias (de 5 a 25%), están compuestas por depósitos aluviales donde presentan una matriz areno-limosa con presencia de bloques redondeados.

3.5.1.8. Superficie de cono de deyección (Cd1)

Esta geoforma se localiza en la zona centro-oeste, en diferentes sectores del valle del río Toachi, se localizan en tres contextos morfológicos diferentes: i) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; ii) Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte); y iii) *Medio aluvial de Sierra*.

Se corresponde con la superficie y vertiente, no separable esta última por su reducido tamaño, de pequeños abanicos aluviales procedentes de los relieves circundantes. Está formada por depósitos aluviales de cono de deyección, que constan de limo-arcillas y arenas, así como gravas y bloques en proporciones variables. Se caracteriza por pendientes medias (de 12 a 25%), un desnivel relativo de 15 a 100 metros y longitudes de vertientes moderadamente largas y largas (de 50 a 500 m) de formas cóncavas y convexas.

3.5.1.9. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)

Esta geoforma se encuentra en la zona centro-oeste, en la margen izquierda del río Toachi, en el sector Guarumal, cerca donde se encuentran las superficies de cono de deyección (Cd1) y en la zona centro-norte, en la margen izquierda del río Zarpullo, en la confluencia con el río María. Esta geoforma muestra las mismas características que la anterior, pero con incisiones fluviales o regueros de disección, y geológicamente tienen la misma composición de limo-arcillas y arenas, así como gravas y bloques en proporciones variables de los depósitos aluviales.

En el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, con una extensión de 7 ha, presenta pendientes medias (de 12 a 25%), donde sus incisiones tienen desniveles relativos comprendidos entre 50 y 100 metros, longitudes de vertiente largas (250 a 500 m) con formas convexas y formas de valle en V y cimas redondeadas.

En el contexto morfológico *Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados*, con una extensión de 79 ha, presenta pendientes suaves (de 5 a 12%), donde sus incisiones tienen desniveles relativos comprendidos entre 5 y 15 metros, longitudes de vertiente muy cortas (menores a 15 m) con formas convexas y formas de valle en V y cimas redondeadas.

3.5.2. Fluvio-Lacustre

3.5.2.1. Depresión Lagunar (Fo1)

Esta geoforma se sitúa de forma puntual en la zona centro-sur del cantón, al este de la comunidad Angapillán, donde se encuentra la Laguna Tilinte. Se ha descrito como una depresión en la que el agua se acumula, de forma temporal o permanente, no ligada a valles fluviales.

Se localizan dentro de los contextos morfológicos *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, donde presentan pendientes planas (de 0% a 2%), solo se ha cartografiado las laminas de agua que ocupa la depresión lagunar.

3.5.3. Laderas

3.5.3.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma se sitúa en la zona central y septentrional del cantón. Se localiza dentro de siete de los nueve contextos morfológicos existentes en el área de estudio (excepto los contextos morfológicos de *medio aluvial de Sierra* y *medio aluvial costero*, debido a su definición.)

Son laderas de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con pendientes comprendidas entre media a fuerte hasta fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos con gran variabilidad que oscilan entre 25 y más de 300 metros, con longitudes de vertiente desde moderadamente largas a muy largas (50 a más 500 m). Se presentan sobre un amplio abanico de formaciones geológicas: Volcano-sedimentos del Quilotoa, Formación Cangahua, Sedimentos volcánicos del Naranjal, Formación Pisayambo, Formación Yunguilla y Formación Macuchi.



Foto 6. Vertiente rectilínea. Sector Bajada de Sarapullu. 23/10/2014.

3.5.3.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Estas vertientes se sitúan de forma mayoritaria en la zona central y meridional, en menor presencia se localizan en las zonas suroriental y nororiental. Se localiza en los contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*; ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; iii) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; y iv) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

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 medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos entre 50 a más de 300 metros y longitud de vertiente de moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m).

En el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* estas laderas se desarrollan sobre materiales Volcano-sedimentos del Quilotoa. En los *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* aparecen sobre las formaciones Yunguillas y Macuchi. En los *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* se desarrollan sobre la Formación Macuchi y las rocas ígneas de composición granodioríticas según el insumo (CODIGEM-BGS, 1997 y 1998) y finalmente, en los *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* se presentan las litologías de la Formación Pisayambo.

En la ficha seleccionada se caracterizó el macizo rocoso de la Formación Macuchi, el cual presenta un grado de fracturación y de meteorización alto, grado de compactación bajo y discontinuidad de tipo foliación con un espaciado de 0,06 a 0,2 metros y una abertura inferior a 0,1 mm. La profundidad del afloramiento es de aproximadamente 10 metros.



Fotos 7 y 8. Vertiente rectilínea con fuerte disección. Detalle de las rocas volcánicas de la Formación Macuchi. Sector La Joya. 23/09/2014.

3.5.3.3. Vertiente rectilínea con salientes rocosos (Lr3)

Esta geoforma se encuentra de manera puntual en la Loma Providencia, en el extremo suroriental del cantón, en el límite con el cantón Pujilí. Se incluye en los contextos morfológicos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*. Se desarrolla en los materiales volcánicos de la Formación Pisayambo: secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas); por lo que los salientes rocosos se deben a la alta resistencia que por lo general presentan las lavas.

Estas laderas presentan salientes rocosos que irregularizan su perfil longitudinal rectilíneo. Se caracterizan por tener pendientes fuertes (de 40 a 70%), con desniveles relativos comprendidos desde 200 a más 300 metros y longitudes de vertiente muy largas (más de 500 m).



Foto 9. Vertiente rectilínea con salientes rocosos.
Sector Loma Providencia. 08/04/2014.

3.5.3.4. Vertiente abrupta (La1)

Esta geoforma se encuentra distribuida en varias zonas del cantón, con excepción de la zona oriental. Son laderas escasamente disectadas, con pendientes generalmente superior al 70% y algunas veces superan los 100%. Presentan fuertes desniveles, de 50 a más de 300 metros y longitudes de vertiente de más de 500 m, con formas rectilíneas y, ocasionalmente, ligeramente cóncavas o mixtas.

En el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* están relacionados con los materiales Volcano-sedimentos del Quilotoa. En los *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas y Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, se desarrollan sobre la Formación Macuchi. En los *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* se encuentran los materiales Volcano-sedimentos del Quilotoa y los Sedimentos volcánicos del Naranjal.



Fotos 10 y 11. Vertiente abrupta. Detalle de las cenizas y lapilli (Volcano-sedimentos del Quilotoa). Sector Chaupiguayana. 08/04/2014.

3.5.3.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)

Se encuentra mayoritariamente en la zona suroriental, en la Cordillera Tilinche, en menor presencia también se localiza en las zonas meridionales y centro-oeste del cantón. Se caracterizan por tener pendientes muy fuertes (de 70 a 100%) y una intensa disección, con desniveles relativos generalmente superiores a 300 metros y longitudes de vertiente mayoritariamente muy largas (más de 500 m) con formas rectilíneas y ocasionalmente ligeramente cóncavas.

Se ha identificado con mayor porcentaje en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, donde están relacionados con la Formación Macuchi y las rocas ígneas de composición granodioríticas según el insumo (CODIGEM-BGS, 1997 y 1998). En menor presencia se localizan los *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, que se desarrollan sobre la Formación Macuchi y las *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* relacionadas con los materiales de la Formación Pisayambo.

3.5.3.6. Vertiente heterogénea (Lh1)

Esta geoforma se reparte por todos los relieves del sector central del cantón. Son laderas de perfil mixto o irregular, que presentan un amplio rango de pendientes (del 12 al 100%), desniveles relativos importantes comprendidos entre 50 hasta más de 300 metros y longitudes de vertientes desde moderadamente largas a muy largas (50 a más 500 m).

Se ha identificado con mayor porcentaje los contextos morfológicos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, relacionados con la Formación Macuchi y los Sedimentos volcánicos del Naranjal y las *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* donde se encuentran los materiales Volcano-sedimentos del Quilotoa, los Sedimentos volcánicos del Naranjal y la Formación Pisayambo. Con menor presencia se localiza el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, donde se localizan los materiales de la Formación Yunguillas.



Foto 12. Vertiente heterogénea. Sector Colcas.
08/04/2014.

3.5.3.7. Vertiente rocosa (Lh3)

Esta geoforma, se localiza exclusivamente en la zona suroriental del cantón, concretamente en los cerros de Guingopana, Guango Calle, Chambarata, Casca, Simahurcu y Silla Hurcu. Se encuadra en el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Sus características morfométricas están definidas por la existencia de pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), desnivel relativo de más de 300 metros, longitud de vertiente muy larga (más de 500 m) y forma de vertiente mixta. En estas vertientes afloran las secuencias de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas) de la Formación Pisayambo.

3.5.3.8. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Esta geoforma se reparte por todos los relieves del sector central y en la zona septentrional del cantón. Son laderas de perfil mixto o irregular con una intensa disección, se caracterizan por pendientes medias hasta fuertes (del 12 al 70%), desniveles relativos importantes comprendidos entre 25 hasta más de 300 metros y longitudes de vertientes desde moderadamente largas a muy largas (50 a más 500 m).

Se ha identificado con mayor porcentaje los contextos morfológicos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, relacionados con la Formación Macuchi y las *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* donde se encuentran los materiales Volcano-sedimentos del Quilotoa, los Sedimentos volcánicos del Naranjal y las formaciones Pisayambo y Macuchi. Con menor presencia se localiza los contextos *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, relacionados con los materiales Volcano-sedimentos del Quilotoa y los *Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados*, donde se encuentran los Conglomerados Zarpullo.



Fotos 13 y 14. Vertiente heterogénea con fuerte disección. Detalle de las areniscas cuarzo-feldespáticas de la Formación Yunguillas. Sector Sigchos. 08/04/2014.

3.5.3.9. Escarpe de deslizamiento (Lh6)

Los deslizamientos son movimientos de ladera de una masa de suelo o roca que se producen a través de una superficie de rotura, cóncava o plana. En el área de cabecera del movimiento, suelen aparecer uno o más escarpes que indican el límite superior del deslizamiento. 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.

Se han mapeado algunos de estos escarpes sobre diferentes litologías y contextos morfológicos. Aparecen con mayor extensión sobre los Sedimentos volcánicos del Naranjal, en los *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, donde también se han localizado escarpes en las formaciones Silante y Macuchi. También se han identificado en la Formación Yunguilla y Volcano-sedimentos del Quilotoa, en las *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Los escarpes dan lugar a formas de vertiente rectilíneas, pendientes superiores al 25% e, incluso, al 200%, y desniveles relativos variables en función de la magnitud del deslizamiento (desde 25 m a 300 m).

3.5.3.10. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geoforma de ladera, con depósitos superficiales asociados, se encuentra repartida por toda la franja central y en las zonas septentrionales y noroccidentales del cantón, ocupando partes medias y bajas de laderas. Su mayor presencia se da en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, como también en los contextos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, *Medio aluvial de Sierra y Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados*.

Las morfologías típicas de estas geoformas responden a perfiles de ladera cóncavo-convexo o rectilíneo-convexo (formas de vertientes mixtas o irregulares), pendientes suaves a fuertes (de 5 a 70%), con desniveles muy variables, de 5 a más 300 metros, y longitudes de vertiente comprendidas desde cortas a muy largas (15 a más 500 m). Están formados por material textural y composicionalmente heterogéneo, en que predominan fragmentos de carácter angular y subangular englobados en una matriz arenosa o limosa, escasamente clasificados y sin estratificación.

3.5.3.11. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

Los depósitos de deslizamiento corresponden a las masas de roca y suelo producidas por inestabilidades gravitatorias, situadas al pie de los correspondientes escarpes de deslizamiento (Lh6).

Se han mapeado algunos de estos depósitos de deslizamiento compuestos por mezclas heterogéneas de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño. Aparecen con mayor extensión en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*. También se han identificado en los contextos morfológicos en las *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Medio aluvial de Sierra*.

Las pendientes de estos depósitos presentan pendientes comprendidas de medias hasta fuertes (de 12 a 70%), con desniveles relativos que presentan rangos muy diversos desde 25 a más de 300 metros y longitudes de vertiente moderadamente larga a muy largas (50 a más 500 m) con formas mixtas, convexas e irregulares, esta gran variedad depende de la magnitud del movimiento.



Foto 15. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada.
Sector San Marcos. 09/04/2014.

3.5.4. Glaciar y periglaciar

3.5.4.1. Circo glaciar (Gf1)

Los circos glaciares se encuentran ubicados en el extremo suroriental del cantón, concretamente en la Loma Michaloma, en el límite con los cantones Saquisilí y Pujilí. Forman parte del contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglaciar y huellas glaciares poco marcadas*.

Un circo glaciar es una depresión del terreno en forma de anfiteatro, con bordes elevados, producida por la erosión glaciar en las paredes montañosas o en el nacimiento de los valles glaciares. Estos circos glaciares se desarrollan sobre los materiales de la Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, aglomerados con bloques de andesitas basálticas) de edad Pliocena. Presentan pendientes fuertes (de 40 al 70%), desniveles relativos comprendidos entre 100 y 300 metros, longitudes de la vertiente de largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con formas cóncavas.

3.5.4.2. Cubeta glaciar (Gf2)

Las cubetas glaciares son geoformas relacionadas con los circos glaciares, son la sobreexcavación de un glaciar dentro del circo, dejando una depresión en su centro. Generalmente se suele encontrar rellena de depósitos glaciares, formados por tillitas, caracterizándose por depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino.

Se encuentran en el mismo emplazamiento que los circos glaciares (Gf1), en el extremo suroriental del cantón, concretamente en la Loma Michaloma, cerca el límite con los cantones Saquisilí y Pujilí. Forman parte del contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglaciar y huellas glaciares poco marcadas*. Presentan pendientes suaves y medias (de 5 a 25%), desniveles relativos muy diversos (comprendidos entre 15 y 200 metros), con longitudes de vertiente moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros) y formas de la vertiente cóncavas.

3.5.4.3. Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6)

Esta geoforma presenta una extensión reducida, aproximadamente 39 ha, localizándose en el extremo suroriental del cantón, concretamente en la Loma Michaloma, teniendo un mayor desarrollo en el cantón Saquisilí, en la quebrada Jartunpungo. Se encuentra en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglaciar y huellas glaciares poco marcadas*.

Se trata de antiguos depósitos glaciares disectados y modelados por la acción de cauces que atraviesan la geoforma. El depósito está compuesto por bloques heterométricos y gravas, empastados en una matriz de tipo limo-arenoso, incorporando material de origen piroclástico en coincidencia con el contexto construcciones de tipo estrato-volcán. Se caracterizan por pendientes media (de 12 a 25%), amoldándose con los paisajes de páramo con formas de valle plano.

3.5.4.4. 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 en el extremo suroriental del cantón, concretamente en el Cerro Yanahuicu, teniendo un mayor desarrollo en el cantón Pujilí. Forman parte del contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas*.

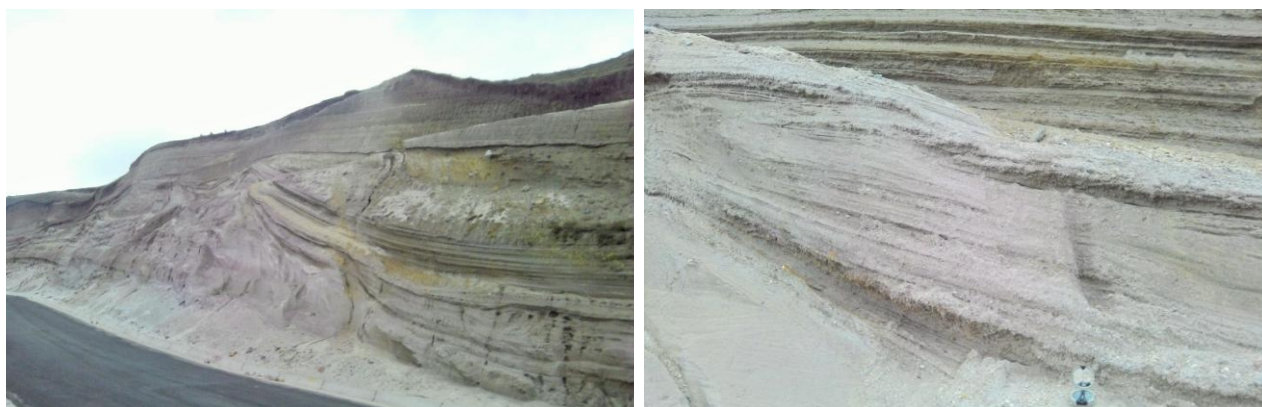
Se desarrollan en la Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, aglomerados con bloques de andesitas basálticas) y se caracterizan por pendientes media a fuerte (de 25 al 40%), desniveles comprendidos entre 100 y 200 metros, con longitudes de vertiente muy largas (de más de 500 metros), y vertientes cóncavas.

3.5.5. Volcánico

3.5.5.1. Vestigios de edificios volcánicos (Va3)

Esta geoforma aparece en dos ubicaciones distintas, por un lado en la zona central del cantón, concretamente en las laderas occidentales de la Cordillera de Almas Santas y en las laderas orientales de las Loma Almas Santas (vinculado al complejo volcánico Almas Santas), localizándose en el contexto morfológico *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*. Por otro lado, en la zona meridional del cantón (vinculado a la caldera volcánica del Quilotoa), localizándose en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, están relacionados Volcano-sedimentos del Quilotoa (tobas bien estratificadas, con frecuente carácter lacustre y alternantes con cenizas y lapilli).

Se caracterizan por pendientes fuertes (de 40 a 70%) y con predominio de escarpadas (de 100 a 150%), desniveles relativos también de diversos rangos (de 50 a más de 300 metros), longitudes de la vertiente largas a muy largas (de 250 a más de 500 metros) con formas generalmente irregulares y en menor presencia cóncavas y rectilíneas y cimas agudas.



Fotos 16 y 17. Vestigios de edificios volcánicos en la caldera volcánica del Quilotoa. Detalle de las tobas bien estratificadas (Volcano-sedimentos del Quilotoa).

Sector Zanjaloma. 08/04/2014

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

Se trata de conos volcánicos, que no han sido recubiertos 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 caldera volcánica (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

En el cantón se encuentran en la zona meridional del cantón, correspondiente a las laderas septentrionales de la caldera volcánica del Quilotoa, en los sectores Pela Potrero, Tanshi, Guayama, Chaupi y Pilapuchín. Se presentan en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, y se desarrollan en los Volcano-sedimentos del Quilotoa (tobas bien estratificadas, con frecuente carácter lacustre y alternante con cenizas y lapilli). Presentan pendientes de rango variable, de media (de 12 a 25%) y fuerte (de 40 a 70%), desniveles relativos de 200 a 300 metros, con longitudes de la vertiente muy largas (más de 500 m), con formas cóncavas y cimas agudas.



Foto 18. Cono sin actividad volcánica y sin huella glaciara. Sector Guayama.
08/04/2014

3.5.5.3. Caldera (Vc2)

Esta geoforma se presenta en la zona meridional donde se localiza la caldera volcánica del Quilotoa, donde se ha conservado la forma circular característica de esta geoforma, se localiza en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*. La caldera está compuesta por los volcano-sedimentos del Quilotoa. También se encuentra esta geoforma en la zona central del cantón, concretamente entre la Cordillera de Almas Santas y las Loma Almas Santas, donde la erosión y la meteorización han desdibujado la caldera, donde solo se puede reconocer en planta una forma de herradura, vinculado al vulcanismo del complejo volcánico Almas Santas, se localiza en el contexto morfológico *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*.

Estas dos calderas se caracterizan por tener pendientes comprendidas desde fuertes a escarpadas (de 40 a 150%), con desniveles relativos mayoritariamente de más de 300 metros, longitudes de vertiente moderadamente largas a muy largas (50 a más 500 m) con formas mixtas y ocasionalmente cóncavas.

3.5.5.4. Flancos superiores rectilíneos cubiertos con proyecciones piroclásticas (Vc6)

Esta geoforma se presenta en la zona central del cantón, en las laderas meridionales del cerro Negro (vinculadas al complejo volcánico Almas Santas), consisten en laderas constituidas por los Volcánicos de Almas Santas con recubrimiento de piroclastos en las zonas superiores, conformando segmentos de ladera sensiblemente rectilíneos. Se encuentran íntegramente en el contexto morfológico *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*.

Presentan pendientes de rango variable, de media a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%) y puntualmente escarpadas (de 100 a 150%), desniveles relativos generalmente de más de 300 metros y longitudes de vertiente mayoritariamente muy largas (más de 500 m).

3.5.5.5. Mesas triangulares volcánicas (planézes) (Vc7)

Esta geoforma consiste en 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.

En el cantón se localizan en la zona central, en las laderas orientales de los cerros Azul y Zarapullo, (vinculadas al complejo volcánico Almas Santas), desarrollándose íntegramente en el contexto morfológico *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*. Se caracterizan por pendientes medias (de 12 a 25%).

3.5.5.6. Rampas de piedemonte de cono volcánico (Vc8)

Son superficies ligeramente cóncavas, que arrancan de la parte inferior de un cono volcánico y enlazan con una llanura.

Se localiza en la zona central del cantón, concretamente en las laderas meridionales del Cerro Negro (vinculado al vulcanismo del complejo volcánico Almas Santas), localizándose en el contexto morfológico *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables y Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, están relacionados a la Formación Cangahua y los Sedimentos volcánicos del Naranjal.

También se localiza en la zona meridional del cantón, donde se ubican las poblaciones de Guayama y Chaupi (vinculado a la caldera volcánica del Quilotoa), localizándose en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, están relacionados Volcano-sedimentos del Quilotoa (tobas bien estratificadas, con frecuente carácter lacustre y alternantes con cenizas y lapilli).

Estas rampas de piedemonte de cono volcánico se caracterizan por tener un amplio rango de pendientes comprendidas desde suaves a fuertes (de 5 a 70%), con desniveles relativos muy variables desde 25 a más de 300 metros, siendo los mayoritarios de 100 a 200 metros, longitudes de vertiente moderadamente largas a muy largas (50 a más 500 m) con formas rectilíneas y ocasionalmente cóncavas.

3.5.5.7. Domo volcánico (Dom)

Un domo volcánico es un montículo aproximadamente circular que se origina en una erupción lenta de lava viscosa de un volcán. La viscosidad de la lava no permite que la lava fluya demasiado lejos de su chimenea antes de solidificarse. En el cantón se han identificado un domo volcánico, un la zona central del cantón, concretamente en el Cerro Azul en el contexto *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*.

En este domo se encuentran las litologías de los Volcánicos de Almas Santas. Presenta una pendiente entre media a fuerte (de 25 al 40%) y muy fuertes (de 70 a 100%), con desniveles relativos de más de 300 metros y longitudes de la vertiente muy largas (más de 500 metros). Las cimas son redondeadas y la vertiente es rectilínea.

3.5.5.8. Relieve volcánico colinado medio (Rv9)

Estos relieves se sitúan en la zona centro-oeste, en las partes bajas de las laderas occidentales de la Loma Tasing hasta la margen derecha del río San Antonio y en la zona septentrional, entre las lomas de La Plata y Mirador. Su desnivel relativo fluctúa entre 25 y 100 metros, pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%), longitudes de vertiente de moderadamente larga a larga (50 a 500 m) con formas mayoritariamente mixtas y en menor presencia cóncava, convexa y rectilínea, presentan cimas redondeadas y agudas y valles generalmente en V y puntualmente planos.

Se localizan en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, donde están relacionados con las formaciones Cangahua y Macuchi. También se localizan en el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, donde se encuentran las litologías de la Formación Cangahua y finalmente en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra* relacionados con los Volcano-sedimentos del Quilotoa.

3.5.5.9. Relieve volcánico colinado alto (Rv10)

Esta geoforma se localizan en la zona centro-sur, al norte de la caldera volcánica del Quilotoa, en ambos márgenes del río Toachi, en la zona central, al sur del Cerro Negro, entre la Cooperativa Cerro Azul y la comunidad Lansillo y en la zona septentrional, entre las poblaciones de San Pablo de La Plata pasando por San Francisco de Galápagos hasta San Francisco de Las Pampas, cerca el límite del cantón Santo Domingo. En estas ubicaciones se localizan los contextos morfológicos,

Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) y Medio aluvial de Sierra.

En este caso es un relieve con desniveles relativos comprendidos entre 100 y 200 metros y pendientes comprendidas entre medias (de 12 a 25%) y fuertes (de 40 a 70%). Las longitudes de vertiente de moderadamente larga a muy larga (50 a más 500 m) con formas son irregulares, rectilíneas, mixtas y cóncavas, presentan cimas redondeadas y agudas, puntualmente planas y valles en V, ocasionalmente en U y planos. Geológicamente se encuentran en una gran variedad litológica, representados por la Formación Macuchi, los Volcano-sedimentos del Quilotoa, los Sedimentos volcánicos del Naranjal y Cangahua.

3.5.5.10. Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11)

Con un desnivel relativo de 200 a 300 metros. Estos relieves se ubican en la zona centro-este del cantón, concretamente en el sector Escaleras en la margen izquierda del río Yacuchaqui, localizándose en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y en el sector Tanialo y Loma Guirapingo, cerca el límite con el cantón Latacunga, localizándose dentro del contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Geológicamente estos relieves se desarrollan de dos formaciones geológicas: Formación Cangahua y Formación Macuchi. En la Formación Cangahua presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), longitudes de vertiente de largas a muy largas (250 a más 500 m) con formas convexas y cóncavas, con cimas redondeadas y valles en V. Mientras que en la Formación Macuchi presenta pendientes de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), longitudes de vertiente de largas a muy largas (250 a más 500 m) con formas irregulares y mixtas, con cimas agudas y valles en V.

3.5.5.11. Relieve volcánico montañoso (Rv12)

Se encuentran en la zona centro-este del cantón, en los cerros Yacuchaqui, Los Aserraderos, Campana Urcu y en las lomas Piedra Colorada y Tasing. Se localiza íntegramente dentro del contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*

En estos relieves se presentan en las Cenizas volcánicas andesíticas, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos de la Formación Cangahua, además en las grauvacas, areniscas tobáceas y lutitas rojas de la Formación Silante y areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas de la Formación Macuchi.

Se han caracterizado por una gran variabilidad de pendientes, comprendidas desde medias hasta muy fuertes (de 12 a 100%), un desnivel relativo comprendido a más 300 metros, longitudes de vertiente de largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) de formas irregulares y ocasionalmente mixtas, formas de valle en V y formas de cimas agudas y redondeadas.

3.5.5.12. Superficie volcánica ondulada (RvSo)

Esta geoforma se ubica en la franja central, en ambos lados del valle del río Toachi, desde la población Chuchilán al sur hasta la población de Sigchos al norte. Se localiza mayoritariamente en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y en menor presencia en los contextos morfológicos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Medio aluvial de Sierra*.

Esta geoforma se caracteriza por tener una geometría ondulada con pendientes suaves y medias (de 5 a 25%), en ellas se encuentran los materiales volcano-sedimentarios de la Formación Macuchi, los Sedimentos volcánicos del Naranjal y los Volcano-sedimentos del Quilotoa.

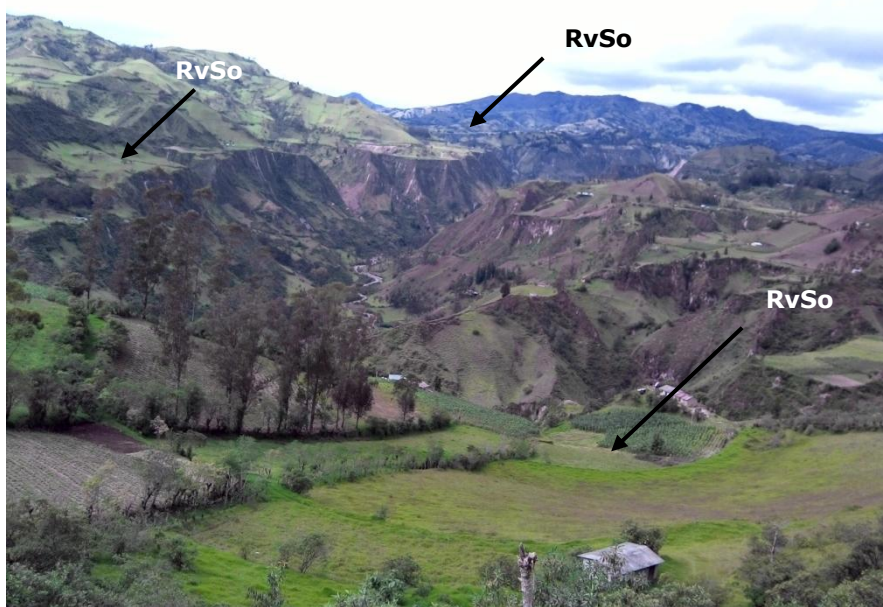


Foto 19. Superficie volcánica ondulada. Sector Copaloma. 08/04/2014

3.5.6. Estructural

3.5.6.1. Superficie de chevron (Ei5)

Aparece en la zona suroriental del cantón, a lo largo de las lomas Providencia, Matsig, Jatunmuca y Guyurrumi, formando parte de la Cuchilla Yugsemundoma. Se localiza en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

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%. Se desarrolla sobre los estratos monoclinales de la Formación Moraspamba. Se caracterizan por tener pendientes fuertes (de 40 a 70%), con desniveles relativos de más de 300 metros, con longitudes de vertiente muy largas (más de 500 m) con formas rectilíneas.



Fotos 20 y 21. Superficie de chevron. Detalle de los conglomerados de la Formación Moraspamba. Sector Almuerzo Pugro. 08/04/2014

3.5.6.2. Superficies y planos estructurales originados en capas plegadas (Epl)

Esta geoforma presenta una extensión reducida en el cantón Sigchos, alrededor de 2 km². Se encuentra asociada al chevron descrito anteriormente, por lo cual se ubica al suroriente del cantón, en las lomas de Moraspamba y Huchuquingo, en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Dichas superficies y planos se producen a favor de estratos que presentan diferentes buzamientos, originados por la disposición de los ejes y modelo de plegamiento, en este caso el chevron descrito anteriormente. Se asocian al plegamiento que afecta a las lutitas y areniscas conglomeráticas de la formación Moraspamba, de edad Mioceno-Plioceno.

Se caracteriza por pendientes fuertes (de 40 al 70%), desniveles relativos comprendidos entre 100 y 200 metros, vertientes de longitud larga (de 250 a 500 m) y formas de vertiente irregular.

3.5.7. Tectónico-erosivo

3.5.7.1. Relieve colinado medio (Rt4)

Estos relieves se sitúan en la zona septentrional del cantón, cerca de los ríos Sarapullo, Santa Inés, Verde y Toachi. Su desnivel relativo fluctúa entre 25 y 100 metros, con pendientes comprendidas de fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%), longitudes de vertiente moderadamente largas (50 a 250 m) con vertientes rectilíneas y cimas agudas.

Se localizan íntegramente en el contexto morfológico *Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados*, donde están relacionados a los materiales Guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa correspondientes a los Conglomerados Zarapullo.

3.5.7.2. Relieve colinado alto (Rt5)

Este tipo de relieve se distribuye por la misma zona y sectores que los relieves colinados medios (Rt4), de los ríos Sarapullo, Santa Inés, Verde y Toachi. La principal diferencia en respecto a la anterior geoforma es los desnivel relativo de 100 a 200 metros.

Se localizan íntegramente en el contexto morfológico *Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados*, donde están relacionados a los materiales Guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa correspondientes a los Conglomerados Zarapullo. Se caracterizan por tener pendientes comprendidas de fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%), longitudes de vertiente largas (250 a 500 m) con vertientes rectilíneas y cimas agudas.

3.5.7.3. Relieve colinado muy alto (Rt6)

Este tipo de relieve se distribuye por la misma zona que los relieves colinados medios (Rt4) y altos (Rt5), localizándose en la margen izquierda del río Sarapullo. La principal diferencia en respecto a la anterior geoforma es el desnivel relativo comprendido entre 200 y 300 metros.

Se localizan íntegramente en el contexto morfológico *Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados*, donde están relacionados a los materiales Guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa correspondientes a los Conglomerados Zarapullo. Se caracterizan por tener pendientes comprendidas de fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%), longitudes de vertiente largas (250 a 500 m) con vertientes rectilíneas y cimas agudas.

3.5.7.4. Relieve montañoso (Rt7)

Este relieve se encuentra de forma puntual en la zona septentrional, en la margen izquierda del río Sarapullo. Se localizan íntegramente en el contexto morfológico *Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados*, donde están relacionados a los materiales Guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa correspondientes a los Conglomerados Zarapullo.

Se caracteriza por tener desnivel relativo comprendido superior a los 300 metros, con pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), longitudes de vertiente largas (250 a 500 m) con vertientes rectilíneas y cimas agudas.

3.5.8. Poligénicas

3.5.8.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Esta geoforma se sitúa repartida por el sector centro-sur del cantón, en las quebradas Pujimpamba, Chigiio, Colandic y en la zona suroccidental en el río Loma Pi. Se localiza en cuatro de los nueve contextos morfológicos definidos en el cantón Sigchos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*; ii) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica*

(Cordillera Occidental); iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; y iv) *Medio aluvial de Sierra*.

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 muy suaves a medias (de 2 a 25%) y ocasionalmente fuerte (de 40 a 70%) y formas de valle en U o en V y planas.

3.5.8.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Esta geoforma se sitúa repartida por toda la franja central desde la zona meridional hasta la septentrional del cantón, siendo más representativos en los tramos ubicados en los ríos Toachi y Sarapullo y los ubicados en las quebradas La Morita, Pichugalli, San Antonio y Corazón del Cerro Azul. Se localiza en cinco de los nueve contextos morfológicos definidos en el cantón Sigchos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*; ii) *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*; iii) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; iv) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; y v) *Medio aluvial de Sierra*.

De características muy similares a los coluvio-aluviales recientes (Coa1), se les considera antiguos a los que presentan un cierto grado de disección y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada. Presentan pendientes con gran variabilidad comprendidas desde suaves a fuertes (de 5 a 70%) y formas de valle plana y ocasionalmente en V.

3.5.8.3. Superficie inclinada (Si2)

Esta geoforma se ha identificado en la zona septentrional, ubicándose mayoritariamente en la Cordillera de Chucchilán y en el cerro Pucará, en menor presencia también se localiza en las lomas Panateo y Capulispamba. Se localiza en general en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y de forma puntual en los contextos morfológicos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Estas superficies en un 90% se presentan en los materiales de la Formación Macuchi, aunque también se encuentran en las Formaciones Cangahua y Sedimentos volcánicos del Naranjal. Presenta pendientes comprendidas de suaves hasta media a fuertes (de 5 a 40%), con desniveles relativos con amplios rangos desde 5 hasta 300 metros, longitudes de vertiente moderadamente largas a muy largas (50 a más 500 m) con formas rectilíneas y ocasionalmente irregulares o cóncavas.



Foto 22. Superficie inclinada. Sector Loma Capulispamba. 10/04/2014

3.5.8.4. Superficie alta disectada (Sa2)

Esta geoforma se ubica en la zona suroriental del cantón Sigchos, cerca de los ríos Sarapullo, Santa Inés, Verde y Toachi. Se localiza íntegramente en el contexto morfológico *Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados*.

Una superficie alta disectada es una superficie más o menos horizontal situada en zonas elevadas con un cierto grado de disección debido al encajamiento de la red fluvial actual. En el caso del cantón Sigchos, está constituida geológicamente por los Conglomerados Zarapullo (guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa).

Se caracteriza por pendientes de medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%), desniveles relativos comprendidos entre 5 y 100 metros, vertientes con longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m) con formas irregulares, formas de valle en V y formas de cima planas.

3.5.8.5. Abrupto de superficie alta (Sa3)

Esta geoforma se localiza en la zona septentrional del cantón Sigchos, se trata de las vertientes asociadas a las superficies altas disectadas (Sa2). Está íntegramente en el mismo contexto que la anterior geoforma descrita en el contexto morfológico *Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados*.

Se desarrollan también en los Conglomerados Zarapullo (guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa). Las características de la geoforma son una pendiente de fuertes hasta escarpadas (de 40 a 150%), un desnivel relativo comprendidos 100 y 300 metros, longitud de vertiente de moderadamente larga a muy largas (50 a más 500 m) y formas de la vertiente irregulares.

3.5.8.6. Cerro testigo (Rr4)

Se han identificado dos cerros testigos, uno de ellos en la zona septentrional del cantón, concretamente en el cerro Peñas Blancas, localizándose en el contexto morfológico *Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados* y en la zona centro-sur, concretamente en el sector Yugshlo, localizándose en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

Se caracterizan por presentar pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos entre 100 y 200 metros, longitudes de vertiente moderadamente larga a larga (50 a 500 m), con formas convexas y mixtas, con formas de cimas redondeadas. Geológicamente el cerro testigo de la zona septentrional está formado por las areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas de la Formación Macuchi y en la zona centro-sur por los volcanosedimentos del Quilotoa (tobas bien estratificadas, con frecuente carácter lacustre y alternantes con cenizas y lapilli).

3.5.8.7. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

Esta unidad geomorfológica se presenta en la zona central y meridional del cantón, se encuentran en las lomas Providencia, Artesa y Rayo, en los cerros Simahurcu, Chambarata y Guingopara y en las partes bajas de la Cordillera de Almas Santas. Se trata de una geoforma de desarrollo lineal y estrecho, con perfil transversal redondeado, que ocupa las posiciones cimeras del relieve, de donde arrancan los diferentes tipos de ladera o vertientes.

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

Las formaciones geológicas en que se desarrollan no presentan una relación directa con la geoforma y son, principalmente: Volcano-sedimentos del Quilotoa, Sedimentos volcánicos del Naranjal, Formación Pisayambo y Formación Macuchi. Presentan pendientes variables, principalmente entre medias hasta fuertes (de 12 al 70%).

3.5.8.8. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Esta geoforma aparece dispersa por diferentes zonas del cantón, especialmente en la zona centro-oeste (entre los cerros Grande, Jatunlom y Colestambo), así como en áreas septentrionales y meridionales del cantón. Se encuadra, especialmente, en el contexto morfológico *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y en menor presencia en los contextos *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas, Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas, Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Las diferencias entre las cimas estrechas y redondeadas con muy particulares de cada zona y están relacionados íntimamente con el tipo de litología y los agentes erosivos que actúan sobre el material. Se caracterizan por pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%), por lo general las cimas estrechas están relacionadas con vertientes cóncavas y las redondeadas con vertientes convexas. Las formaciones geológicas en que se desarrollan son, en los Volcano-sedimentos del Quilotoa y las formaciones Pisayambo y Macuchi.

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Sigchos tiene 1.358 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 824 km² ya que las restantes pertenecen a la Reserva Ecológica (Los Ilinizas) y/o al área de intervención del Instituto Espacial Ecuatoriano. Está situado principalmente en la región Sierra, aunque incluye una pequeña porción de región Costa, del orden del 11% del territorio estudiado. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 1.200 metros hasta un máximo de 4.300 metros.

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

1. **Sistema volcánico.** En el cantón Sigchos, este dominio se extiende por la zona centro-norte, donde se localiza el complejo volcánico Almas Santas y en la zona meridional en el límite con el cantón Pujilí donde se emplaza el complejo volcánico Quilotoa, con alturas que oscilan entre los 2.200 a 3.900 msnm. Su extensión es de 129 Km² aproximadamente, el 15,7% de la superficie del área estudiada en el cantón. Este dominio fisiográfico contiene, en el territorio estudiado, dos contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*. En este contexto morfológico se incluye la caldera volcánica del Quilotoa y partes del cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares y geoformas que, aunque ligadas al edificio volcánico propiamente dicho, pueden llegar a sobrepasar ampliamente el entorno del cráter: rampas de piedemonte de cono volcánico. Además de los depósitos superficiales (coluvio aluviales) se desarrollan en los Volcano-sedimentos del Quilotoa y en la Formación Macuchi.

En el contexto morfológico *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*, se incluyen los vestigios del edificio volcánico Alma Santas, donde también se presentan formas menores incluidas en él (domo) y geoformas ligadas al edificio volcánico propiamente dicho: flancos superiores rectilíneos cubiertos con proyecciones piroclásticas, mesas triangulares volcánicas (planézes) y rampas de piedemonte de cono volcánico. Estas geoformas se relacionan con las formaciones Macuchi, Silante y Cangahua.

2. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Es el segundo dominio con menor extensión del cantón Sigchos, representa cerca de un 4,8% del área estudiada en el cantón, unos 39 km². Se localiza en la zona centro-sur y suroriental, concretamente en las partes altas de la Cordillera de Chucchilán, de las Cuchillas de Tanisi y Yugsemundoma y Cerro Puntusurcu, con alturas que oscilan entre 3.200 y 4.300 msnm. Este dominio fisiográfico contiene, en el territorio estudiado, el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado glaciar y huellas glaciares poco marcadas*.

Se han podido identificar algunas geoformas, o unidades geomorfológicas, características de dicho contexto morfológico: afloramientos rocosos en ambiente periglacial, circo glaciar, cubeta glaciar y depósito glaciar modelado por acción fluvial. Las formas poligénicas son las que mayor extensión siendo

representada mayoritariamente por las superficies inclinadas y en menor presencia interfluvios de cimas redondeadas y estrechas. El modelado de laderas también tiene una extensa representación, presentando numerosas geoformas características de este grupo genético con una amplia representación de tipos de vertientes.

Cabe destacar la presencia de geoformas de génesis estructural en el extremo suroriental del cantón de Sigchos, en las lomas Providencia, Michaloma, Matsig, Huchuquingo y Moras Pamba. Se trata de chevrones (superficie, frente y vertiente), y de las superficies y planos estructurales originados en las capas plegadas de la Formación Pliocénicas Moraspamba asociados a estos.

- 3. Vertientes externas de la Cordillera Occidental.** Representa cerca de un 38,2% del área estudiada en el cantón, unos 315 km². Se localiza repartida en tres zonas: la zona central, localizándose ambos lados del complejo volcánico de Almas Santas, en la zona septentrional, en ambos márgenes del río Toachi y en la zona occidental, en conjunto presenta alturas comprendidas entre los 800 y 3.800 msnm. Está representado por el contextos morfológicos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Este contexto se caracteriza mayoritariamente por el modelado de laderas, presentando numerosas geoformas características de este grupo genético con una amplia representación de vertientes rectilíneas, heterogéneas y abruptas y depósitos asociados (coluviones y depósitos de deslizamiento). La génesis volcánica está representada por: relieve volcánico ondulado, relieve volcánico colinado medio, alto, muy alto y montañoso y superficie volcánica ondulado. El grupo genético fluvial está, sobre todo, representado por barrancos que ocupan las partes altas de las cordilleras. Las geoformas que se encuentran en este contexto están relacionadas mayoritariamente a la Formación Macuchi de edad Cretácica. En las zona centro-este se encuentran depósitos de la Formación Cangahua de edad Cuaternaria y las litologías de la Formación Silante de edad Paleógeno y puntualmente en la zona central los Sedimentos volcánicos del Naranjal. En la zona centro-oeste se localiza una intrusión ígnea de composición granítica, granodiorita y tonalita, según el insumo (CODIGEM-BGS, 1997 y 1998).

- 4. Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas.** Representan un 21% del área estudiada en el cantón, unos 173 km². Este dominio fisiográfico, que se desarrolla principalmente sobre rocas volcánicas y volcano-sedimentarias, ha sido modelado por erosión hídrica de carácter lineal.

En el cantón este dominio presenta dos contextos morfológicos: *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Las geoformas más abundantes en dicho dominio son las relacionadas con el modelado de laderas, especialmente las vertientes rectilíneas y heterogéneas,

y las de génesis volcánica por la influencia de la caldera volcánica del Quilotoa y el complejo volcánico Almas Santas: rampas de piedemonte de cono volcánico, superficie volcánica ondulada, y relieves volcánicos colinados de medio a muy alto. Las geoformas fluviales están representadas por barrancos, valle en V y superficies de cono de deyección. Se han identificado asimismo diferentes geoformas poligénicas: coluvio-aluvial antiguo, interfluvio de cimas estrechas, interfluvio de cimas redondeadas y superficie inclinada.

5. **Medio aluvial de Sierra.** Con una extensión de 76 km² del área estudiada en el cantón, este dominio se corresponde con el contexto morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión. En el cantón no todas sus geoformas son de génesis fluvial (representadas por barrancos, encañonamientos y valles en V), también se han identificado de génesis poligénicas (coluvio-aluvial antiguo y recientes).

En el cantón Sigchos este dominio se incide dentro de los dominios fisiográficos de las Vertientes externas de la Cordillera Occidental y las Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, donde discurre el valle del río Toachi, con direcciones preferenciales N-S. También se localiza en ríos menos importantes, repartidos por las zonas centrales y surorientales, donde transcurren los ríos Zarapullo, San Antonio, Quititoa, Cumbijin y Cutzhuato. Estos complejos fluviales se caracterizan por valle en V, encañonamientos y barrancos.

6. **Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua.** Este dominio fisiográfico, ocupando casi un 11,1% del total del territorio analizado. este dominio fisiográfico se localiza en la zona septentrional, entre los ríos Sarapullu y Toachi, donde se presentan superficies altas disectadas por los ríos Verde, Santa Inés y María. Está representado por el contextos morfológicos *Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados*.

Las geoformas más abundantes en dicho dominio son las superficies altas disectadas, donde representan a los testigos de depósitos aluviales idénticos y contemporáneos con los conos de esparcimiento que se desarrollan al este de Santo Domingo de los Colorados y se expanden hasta el río Quinindé. Sus abruptos de superficie donde sus afloramientos correspondientes a los Conglomerados de Zarapullo compuestos por guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa.

Las geoformas de génesis tectónico-erosivo están representadas por relieves colinados de medios a montañosos y en menor presencia también se encuentra geoformas fluviales representadas por barrancos y superficies de cono de deyección. Con escasa representación se han identificado diferentes geoformas correspondientes a los modelados de ladera.

7. **Medio aluvial costero.** Este dominio fisiográfico tiene muy poca representación, con una superficie menor a 1 km², localizándose en la zona noroccidental influenciado directamente por el sistema fluvial del río Toachi Grande y en la zona suroccidental influenciado directamente por el sistema fluvial del río San Pablo, en ambos casos este dominio fisiográfico tiene un

mayor desarrollo en los cantones La Maná y Pujilí. Presenta un único contexto morfológico, con su mismo nombre.

Las geoformas más características, de génesis fluvial, se corresponden con aquellas que representan sedimentación actual (valles fluviales-llanuras de inundación, terraza baja y cauce actual y valle en V) o antiguos niveles de sedimentación fluvial (terracea media).

Uno de los aspectos más singulares del cantón Sigchos son los elementos paisajísticos y morfológicos producto de la actividad volcánica. En la zona meridional del cantón justo en el límite con el cantón Pujilí se comparte la caldera volcánica del Quilotoa, esta presenta tobas bien estratificadas, con frecuente carácter lacustre y alternantes con cenizas y lapilli, denominados volcano-sedimentos del Quilotoa relacionados con las rampas de piedemonte de cono volcánico. En la zona central del cantón, se localizan los vestigios del complejo volcánico de Almas Santas, compuestas por materiales Volcánicos de Almas Santas y las rampas de piedemonte de cono volcánico compuesto por ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos de la Formación Cangahua.

En el cantón se puede observar la transición de las zonas de Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, situadas en las zonas altas surorientales del cantón, hacia la Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua, que aparece en la zona septentrional del cantón y que corresponde a las partes altas del gran cono de esparcimiento que, desde el este de Santo Domingo de los Colorados, se expande hasta el río Quinindé. En la zona central, localizándose ambos lados del complejo volcánico de Almas Santas, en la zona septentrional, en ambos márgenes del río Toachi y en la zona occidental, descienden las Vertientes Externas de la Cordillera Occidental, con alturas comprendidas entre los 800 y 3.800 msnm, las cuales están representadas mayoritariamente por la Formación Macuchi y en menor proporción la Formación Cangahua, los Sedimentos volcánicos del Naranjal, la Formación Silante y las intrusión ígnea de composición granítica, granodiorita y tonalita. Merece destacar que en el dominio Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, en el extremo suroriental del cantón, se han cartografiado chevrone (superficie, frente y vertiente), donde tienen una estrecha relación con la Formación Pliocénicas Moraspamba.

Finalmente en la zona septentrional, entre los ríos Sarapullu y Toachi, se localiza dominio fisiográfico Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua, descrito por Winckell (1997) como "Alta llanura central", se encuentra encajado entre la vertiente andina occidental, al este, y los relieves sedimentarios costeros, al oeste. Está representado mayoritariamente por superficies altas disectadas y sus abruptos, manteniendo una relación cronoestratigráfica con el gran cono de esparcimiento ubicado en la zona de Santo Domingo de los Colorados, donde sus afloramientos correspondientes a los Conglomerados de Zarapullo compuestos por guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa.

V. BIBLIOGRAFÍA

5.1. Referencias generales

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.2. Bibliografía citada

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

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

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

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

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

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

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


DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas, Misión Británica). 1978. Hoja Geológica: Latacunga (Hoja 67), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

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

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

ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

Tracasa Ecuador. Formulario de Ficha


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

1. Datos Generales

Identificación

Código Ficha Fecha descripción

Código Salida Código Responsable Número Ficha

Coordenadas

Longitud:

Latitud:

Altitud:

Ubicación

PROVINCIA

CANTON

PARROQUIA

2. Descripción

Contexto Morfológico

Geoforma Pendiente

Forma Cima Desnivel Relativo

Forma Vertiente Longitud Vertiente

Forma Valle Formación

Litología

Descripción Litología

A. Fotos Descripción Geoforma

3. Macizo Rocoso

Macizo Rocoso 1

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

Macizo Rocoso 2

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

Macizo Rocoso 3

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

A. Fotos Macizo Rocoso

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

B. Otros Aspectos Macizo rocoso

4. Depósitos Superficiales

Tipo Depósito Superficial

Composición Depósito Superficiales

Porcentaje

A. Fotos Depósitos superficiales

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

B. Otros Aspectos Depósito superficial

#. Observaciones Generales

Sincroniza con Geomorfía
 Guardar

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

CGg-ÑIII_E1-53-0112	CGg-ÑIII_E1-53-0147	CGg-NIII_D4-51-0635
CGg-ÑIII_C3-53-0113	CGg-ÑIII_E1-53-0148	CGg-ÑIII_C1-53-0713
CGg-ÑIII_E1-53-0119	CGg-ÑIII_E1-53-0149	CGg-ÑIII_C1-53-0714
CGg-ÑIII_E1-53-0120	CGg-ÑIII_E1-53-0153	CGg-ÑIII_C1-53-0715
CGg-ÑIII_E1-53-0121	CGg-ÑIII_C3-53-0154	CGg-ÑIII_C1-53-0716
CGg-ÑIII_E1-53-0123	CGg-ÑIII_C3-53-0155	CGg-ÑIII_C1-53-0717
CGg-ÑIII_E3-51-0046	CGg-ÑIII_C3-53-0158	CGg-ÑIII_C1-53-0719
CGg-ÑIII_E1-53-0124	CGg-ÑIII_C3-53-0159	CGg-ÑIII_C1-53-0720
CGg-ÑIII_E1-53-0125	CGg-ÑIII_C3-53-0163	CGg-ÑIII_C1-53-0721
CGg-ÑIII_E3-51-0047	CGg-ÑIII_C3-53-0164	CGg-ÑIII_C1-53-0722
CGg-ÑIII_E1-53-0127	CGg-ÑIII_C3-53-0165	CGg-ÑIII_C1-53-0723
CGg-ÑIII_E1-53-0128	CGg-ÑIII_C3-53-0169	CGg-ÑIII_C1-53-0724
CGg-ÑIII_E1-53-0129	CGg-ÑIII_E1-53-0190	CGg-ÑIII_C1-53-0725
CGg-ÑIII_E1-53-0130	CGg-ÑIII_E1-53-0191	CGg-ÑIII_C1-53-0726
CGg-ÑIII_E1-53-0131	CGg-ÑIII_C3-53-0455	CGg-ÑIII_C1-53-0727
CGg-ÑIII_E1-53-0132	CGg-ÑIII_C1-53-0458	CGg-ÑIII_C1-53-0729
CGg-ÑIII_E3-53-0133	CGg-ÑIII_C3-53-0459	CGg-ÑIII_C1-53-0730
CGg-ÑIII_E1-53-0136	CGg-ÑIII_C3-53-0461	CGg-ÑIII_C1-53-0731
CGg-ÑIII_E1-53-0138	CGg-ÑIII_C3-53-0462	CGg-ÑIII_C1-53-0732
CGg-ÑIII_E1-53-0140	CGg-ÑIII_C3-53-0463	CGg-ÑIII_C1-53-0733
CGg-ÑIII_E1-53-0143	CGg-ÑIII_C3-53-0464	CGg-ÑIII_C1-53-0734
CGg-ÑIII_E1-53-0144	CGg-NIII_F4-51-0544	CGg-ÑIII_C1-53-0737
CGg-ÑIII_E1-53-0145	CGg-NIII_D4-51-0633	CGg-ÑIII_C1-53-0738
CGg-ÑIII_E1-53-0146	CGg-NIII_D4-51-0634	CGg-ÑIII_C1-53-0741

ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS

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

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

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

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

-A-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-B-

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

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

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

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

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

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

-C-

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

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

CAMPO DE REG: desierto pedregoso.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-D-

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

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

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

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

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

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

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

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

-E-

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

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

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

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

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

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

ESPINAZO: resalte morfológico rocoso, de desarrollo predominantemente lineal.

-F-

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

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

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

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

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

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

-G-

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

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

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

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

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

-H-

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

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

-I-

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

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

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

-K-

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

-L-

LAGUNA COLMATADA: depósito de antigua laguna.

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

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

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

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

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

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

-M-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-N-

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

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

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

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

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

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

-P-

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

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

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

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

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

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

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

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

-R-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-S-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-T-

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

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

TERRAZA BAJA Y CAUCE ACTUAL (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 glaciario*.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-Y-

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

ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

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

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

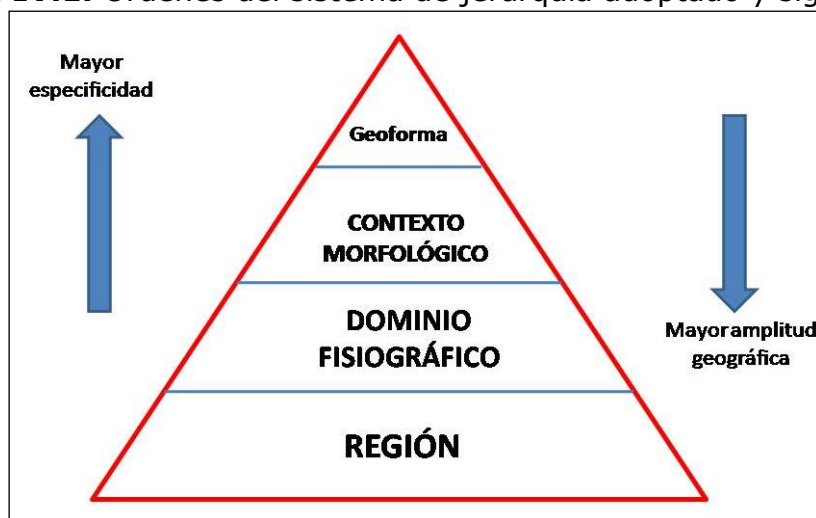
1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico

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

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

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

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



Fuente: CTN

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

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

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

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

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

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

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

Una Geoforma debe cumplir con los siguientes requisitos:

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

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

1.1. Justificación del sistema de jerarquía de relieve adoptado

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

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

2. Atributo relacionado con la génesis de la geoforma

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

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

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

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

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

Fuente: CTN

3. Atributos geológicos: formación geológica y litología

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

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

- Desnivel relativo
- Longitud de vertiente
- Pendiente

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

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

Cuadro IV.5. Categorías de desnivel relativo

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

Cuadro IV.6. Categorías de longitud de vertiente

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

Cuadro IV.7. Categorías de pendiente

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

6. Atributos relacionados con el drenaje

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

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

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

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

Cuadro IV.8. Categorías de tipo de drenaje

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

Cuadro IV.9. Categorías de densidad de drenaje

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

Fuente: CTN

Bibliografía citada en el anexo

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

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

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

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

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

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

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

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

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