

MEMORIA TÉCNICA

CANTÓN LATACUNGA

PROYECTO:

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

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.	Sistema volcánico.....	19
3.2.2.	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	19
3.2.3.	Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas.....	20
3.2.4.	Relieves de fondo de Cuencas Interandinas.....	21
3.2.5.	Medio Aluvial de Sierra	21
3.3.	Contextos Morfológicos.....	21

3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas	22
3.3.2. Paisajes glaciares	23
3.3.3. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	23
3.3.4. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)	23
3.3.5. Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte	24
3.3.6. Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos	25
3.3.7. Medio aluvial de Sierra	25
3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón	26
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)	34
3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3)	34
3.5.1.4. Valle en V (E1)	36
3.5.1.5. Barranco (E2)	36
3.5.1.6. Garganta (E3)	39
3.5.1.7. Encañonamiento (E4)	39
3.5.1.8. Terraza media (Tm)	40
3.5.1.9. Terraza alta (Ta)	41
3.5.1.10. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)	41
3.5.1.11. Terrazas indiferenciadas (Ti)	42
3.5.1.12. Superficie de cono de deyección (Cd1)	43
3.5.1.13. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)	44
3.5.2. Fluvio-Lacustre	45
3.5.2.1. Superficie ondulada lacustre (Fo5)	45
3.5.3. Laderas	45
3.5.3.1. Vertiente rectilínea (Lr1)	45
3.5.3.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)	47
3.5.3.3. Vertiente abrupta (La1)	48
3.5.3.4. Vertiente rocosa (Lh3)	48
3.5.3.5. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)	49
3.5.3.6. Escarpe de deslizamiento (Lh6)	49
3.5.3.7. Coluvión antiguo (Col2)	50
3.5.3.8. Macrocoluvión (Col3)	51
3.5.3.9. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)	51
3.5.3.10. Glacis de esparcimiento (Pd1)	51

3.5.4. Glaciar y periglaciar	52
3.5.4.1. Circo glaciar (Gf1)	52
3.5.4.2. Cubeta glaciar (Gf2).....	53
3.5.4.3. Fondo de valle glaciar (Gf3)	53
3.5.4.4. Vertiente de valle glaciar (Gf4).....	54
3.5.4.5. Valle glaciar colgado (Gf5)	54
3.5.4.6. Rocas aborregadas (Gf7)	55
3.5.4.7. Laguna glaciar (Gf8)	55
3.5.4.8. Morrena de fondo (Gd1)	55
3.5.4.9. Morrena lateral (Gd2).....	55
3.5.4.10. Morrena frontal, arco morrénico (Gd3).....	56
3.5.4.11. Morrenas (Gd4)	56
3.5.4.12. Bloques erráticos glaciares (Gd5).....	56
3.5.4.13. Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6).....	57
3.5.4.14. Nicho de nivación (Gp1).....	57
3.5.4.15. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciar (Gp2).....	57
3.5.4.16. Afloramientos rocosos en ambiente periglaciar (Gp3)	58
3.5.5. Volcánico	58
3.5.5.1. Vestigios de edificios volcánicos (Va3).....	58
3.5.5.2. Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar (Vci1)	60
3.5.5.3. Cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar (Vci2)	60
3.5.5.4. Rampas de piedemonte de cono volcánico (Vc8).....	61
3.5.5.5. Flujo de piroclastos (Vc9)	63
3.5.5.6. Colada de lava antigua (Vc10).....	65
3.5.5.7. Abrupto de colada de lava (Vc12)	66
3.5.5.8. Llanura de depósitos volcánicos (Vc13)	67
3.5.5.9. Vertiente de llanura de depósitos volcánicos (Vc14)	67
3.5.5.10. Planicie arenosa de origen lahárico (Vc15)	68
3.5.5.11. Superficie volcánica ondulada (Vc16).....	68
3.5.5.12. Lahar (VcL)	69
3.5.5.13. Domo volcánico (Dom)	70
3.5.5.14. Relieve volcánico colinado bajo (Rv8)	72
3.5.5.15. Relieve volcánico colinado medio (Rv9).....	72
3.5.5.16. Relieve volcánico colinado alto (Rv10).....	73
3.5.5.17. Relieve volcánico montañoso (Rv12)	73
3.5.6. Estructural.....	74
3.5.6.1. Superficie de chevron (Ei5)	74
3.5.6.2. Frente de chevron (Ei6).....	74
3.5.6.3. Vertiente de chevron (Ei7)	75

3.5.6.4.	Superficies y planos estructurales originados en capas plegadas (Epl)	75
3.5.6.5.	Niveles estructurales sobre lavas endurecidas (Ev1).....	75
3.5.6.6.	Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre Cangahua (Ev3).....	76
3.5.7.	Poligénicas.....	77
3.5.7.1.	Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	77
3.5.7.2.	Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)	78
3.5.7.3.	Superficie horizontal (Sh2)	81
3.5.7.4.	Superficie horizontal disectada (Sh3)	82
3.5.7.5.	Abrupto de superficie horizontal (Sh4)	82
3.5.7.6.	Superficie inclinada (Si2).....	83
3.5.7.7.	Superficie inclinada disectada (Si3).....	83
3.5.7.8.	Abrupto de superficie inclinada (Si4)	84
3.5.7.9.	Superficie alta (Sa1)	84
3.5.7.10.	Superficie alta disectada (Sa2)	85
3.5.7.11.	Abrupto de superficie alta (Sa3)	85
3.5.7.12.	Cerro testigo (Rr4).....	86
3.5.7.13.	Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)	86
3.5.7.14.	Interfluvio de cimas estrechas (Ar2).....	87
3.5.7.15.	Afloramientos rocosos (Sdv3)	88
3.5.8.	Otras geoformas.....	89
3.5.8.1.	Superficie intervenida (O5)	89
IV.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	90
V.	BIBLIOGRAFÍA	96
5.1.	Referencias generales	96
5.2.	Bibliografía citada	97

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 Latacunga	16
Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Latacunga	19
Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Latacunga	22
Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón	26
Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón	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 Latacunga.....	15
Figura 3.1. Localización de recorridos y fichas de campo del cantón Latacunga	17
Figura 3.2. Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Latacunga	18

LISTA DE FOTOS

Fotos 1 y 2. Valle indiferenciado en Medio aluvial de Sierra. Sector Guaquila, San Juan de Pastocalle	35
Fotos 3 y 4. Valle indiferenciado y depósito superficial en el contexto Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos. Sector Campoverde, Latacunga	36
Fotos 5 y 6. Barranco en la formación Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón (lavas andesíticas con cobertura piroclástica). Sector Pasto Alto, San Juan de Pastocalle	37
Fotos 7 y 8. Barranco en la Formación Cangahua. Sector San Juan de Pastocalle.	38
Fotos 9 y 10. Barranco en formación Cangahua. Sector Alaques	38
Fotos 11 y 12. Barrancos en el contexto Paisajes glaciares desarrollados en la Formación Pisayambo. Sector Ilinchisi	39
Foto 13. Encañonamiento en la Formación Pisayambo en Medio aluvial de Sierra. Comuna Nuetanda. Sector 11 de noviembre (Ilinchisi).....	40
Fotos 14 y 15. Terraza media. Vista general y detalle del depósito aluvial de terraza formado por andesitas, basaltos y piedra pómez en una matriz areno-limosa de color gris claro. Sector Salache Rumipamba (sur de Latacunga).....	41
Fotos 16 y 17. Vertiente o abrupto de terraza en Medio aluvial de Sierra. Sector Campoverde (Latacunga).	42
Fotos 18 y 19. Terrazas indiferenciadas. Vista general y detalle del depósito superficial. Sector Campoverde, Localidad Latacunga	43
Fotos 20 y 21. Superficie de cono de deyección. Vista general y detalle del depósito aluvial (cono de deyección). Sector Poalo.	44
Fotos 22 y 23. Superficie de cono de deyección disectado. Vista general y detalle del depósito superficial (pasadas de gravas, arenas y limos). Sector Santa Rita, Mulaló.....	45
Fotos 24, 25 y 26. Vertiente rectilínea y detalle del afloramiento de la Formación Cangahua. Loma Samana (sector Mulaló).....	46
Fotos 27 y 28. Vertiente rectilínea con fuerte disección desarrollada en la Formación Yunguilla. Sector Ilinchisi.....	47
Foto 29. Vertiente abrupta en la quebrada Cimarrones (sector Mulaló) en los Volcánicos Cotopaxi.....	48
Fotos 30 y 31. Coluvión antiguo. Izquierda en el sector Quillusillín 09/04/2014 y derecha en el Sector Ilinchisi (Illagua Patapamba)	50

Fotos 32 y 33. Circo glaciar en contexto Paisajes glaciares desarrollados en la Formación Pisayambo. Sector Mulaló.....	52
Foto 34. Cubeta glaciar en el contexto paisajes glaciares. Sector Cerro Chuchiguasi (Latacunga).....	53
Fotos 35 y 36. Fondo de valle glaciar en el contexto Paisajes glaciares. Depósitos glaciares (till, tillita) en forma de U. Sector 11 de noviembre (Ilinchisi).	54
Foto 37. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciar en Paisaje glaciar. Quebrada el Morro. Sector Mulaló.....	58
Fotos 38 y 39. Vestigios de edificios volcánicos en los Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón. Sector Playas de San Diego, San Juan de Pastocalle.	59
Foto 40. Vestigios de edificios volcánicos en la Formación Pisayambo en el contexto Paisajes glaciares. Cerro Puturcu de Nuetanda	59
Foto 41. Cono sin actividad volcánica e intenso retoque glaciar. Vista general de los Illinizas. Sector Toacaso.....	60
Foto 42. Cono sin actividad volcánica y moderado retoque glaciar. Vista general. Sector Troacaso.	61
Fotos 43 y 44. Rampas de piedemonte de cono volcánico y detalle depósito superficial. Sector Pichaló.....	63
Fotos 45 y 46. Rampas de piedemonte de cono volcánico y detalle del depósito. Sector Colaguango.	64
Fotos 47 y 48. Rampas de piedemonte de cono volcánico en los Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón. Sector San Juan de Pastocalle.....	64
Fotos 49 y 50. Flujo de piroclastos. Vista general y detalle de la Formación Cangahua. Sector 11 de Noviembre (Ilinchisi).....	65
Fotos 51 y 52. Flujo de piroclastos de la Formación Cangahua. Sector Loma Genavista y Yantaloma	65
Fotos 53, 54, 55 y 56. Colada de lava antigua. Vistas generales y detalle del depósito superficial cenizas y piroclastos (abajo izquierda) y detalle del macizo rocoso andesitas (abajo derecha). Sector Toacaso	66
Fotos 57, 58 y 59. Vista general del abrupto de colada de lava y detalle de las lavas andesíticas de los Volcánicos Cotopaxi (arriba derecha) y de la cobertura de cenizas y piroclastos (abajo). Sector San Agustín de Callo, Mulaló.....	67
Fotos 60 y 61. Superficie volcánica ondulada y depósito de lapilli. Sector Pato Pamba (Ilinchisi).....	69
Fotos 62 y 63. Lahar. Vista general y detalle del depósito superficial de cenizas volcánicas con cantos y bloques, de marcada heterometría. Sector Chaca Chicta, Mulaló.....	70
Fotos 64 y 65. Lahar. Vista general y detalle del depósito superficial de cenizas volcánicas con cantos y bloques, de marcada heterometría. Sector Tanicuchi	71
Fotos 66 y 67. Domo volcánico en la Formación Cangahua. Sector San Juan de Pastocalle...	72
Fotos 68 y 69. Domo volcánico. Vistas generales y detalle de las tobas riolíticas. Sector Guantaloma (Belisario Quevedo).	72
Fotos 70 y 71. Relieve volcánico colinado medio. Vista general y detalle de la de secuencia compuesta de piedra pómez, lapilli y toba volcánica. Sector Poalo, cerca de Saquisilí.....	73
Foto 72. Relieve volcánico montañoso sobre secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos de la Formación Pisayambo. Sector Guayarapungo	75
Foto 73. Niveles estructurales sobre lavas endurecidas al norte de Peñas del Tablón (sector Mulaló) en la Formación Pisayambo.	77
Fotos 74, 75, 76 y 77. Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre Cangahua. Vista general y detalle del depósito superficial (donde se observan las distintas facies de aglomerado y lapilli). Sector Planada de Guintza, Mulaló.	78
Fotos 78 y 79. Coluvio-aluvial antiguo y detalle del depósito superficial al sur-oeste de Latacunga en contexto de Medio aluvial de Sierra. Sector San Juan de Pastocalle	79
Fotos 80 y 81. Coluvio-aluvial antiguo en el río Blanco contexto de Medio aluvial de Sierra. Sector Huanoashi, San Juan de Pastocalle	80

Fotos 82 y 83. Coluvio-aluvial antiguo en el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas. Sector José Guango Alto, Mulaló.....	80
Fotos 84 y 85. Coluvio-aluvial antiguo en el contexto Medio aluvial de Sierra. Detalle del depósito superficial de arena fina a media con limos y lapilli de pómez. Sector 11 de Noviembre, Ilinchisi (Latacunga)	81
Fotos 86 y 87. Coluvio-aluvial antiguo en el contexto Paisajes glaciares. Sector 11 de Noviembre, Ilinchisi (Latacunga)..	81
Fotos 88 y 89. Coluvio-aluvial antiguo en el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas. Sector 11 de Noviembre, Ilinchisi (Latacunga).	82
Fotos 90 y 91. Coluvio-aluvial antiguo y depósito superficial en el contexto Paisajes de páramo. Cerro de Sunfo (Sector Ilinchisi).	82
Foto 92. Superficie horizontal. Vista general. Sector Latacunga	83
Fotos 93 y 94. Superficie inclinada disectada. Vista general y detalle del depósito volcánico (Fm. Cangahua). Sector Santa Cruz (San Juan de Pastocalle)	85
Fotos 95 y 96. Superficie alta disectada en la Formación Pisayambo. Sector Ilinchisi	86
Foto 97. Cerro testigo de los Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón rodeado por los lahares del Cotopaxi. Sector Santa Rita (Mulaló).	87
Foto 98. Interfluvio de cimas redondeadas en la Formación Cangahua. Sector Mulaló.	88
Foto 99. Interfluvio de cimas estrechas en el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas sobre los Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón. Sector Loma Yuruqui, San Juan de Pastocalle.	89
Fotos 100 y 101. Interfluvio de cimas estrechas en la Formación Pisayambo. Detalle del macizo rocoso. Sector Ilinchisi	89

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:

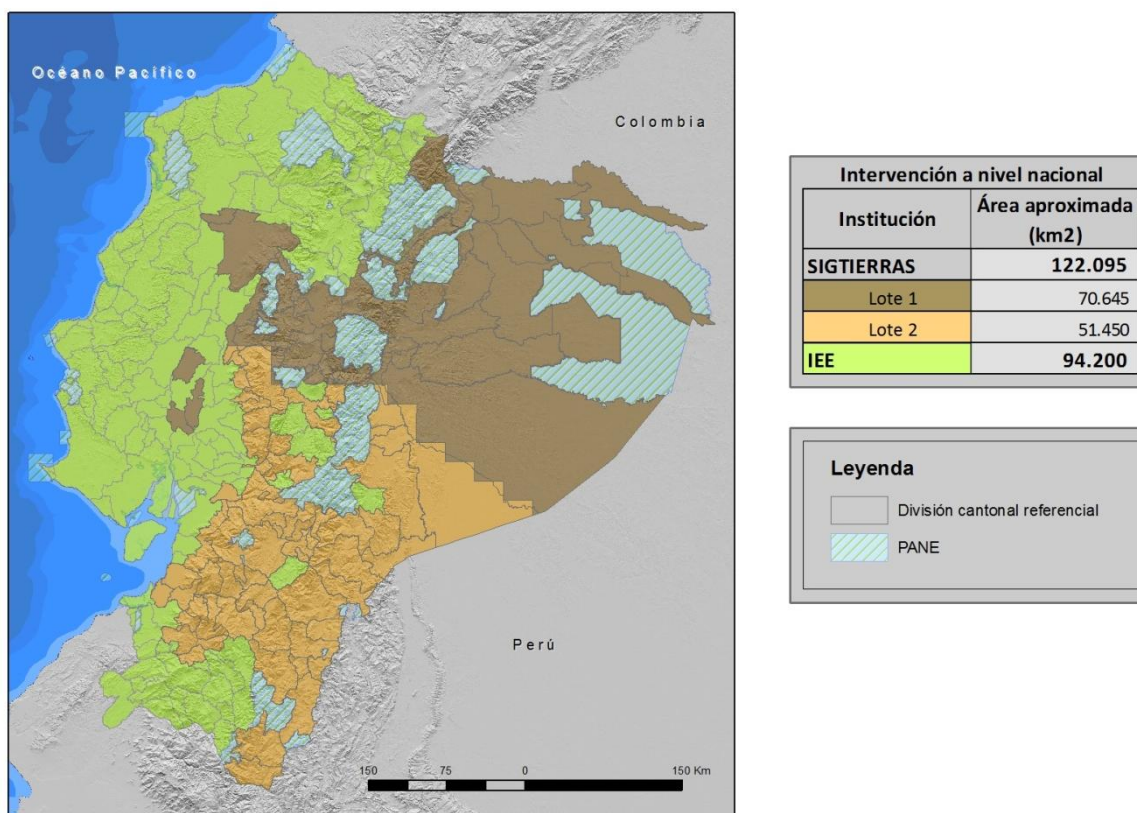
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

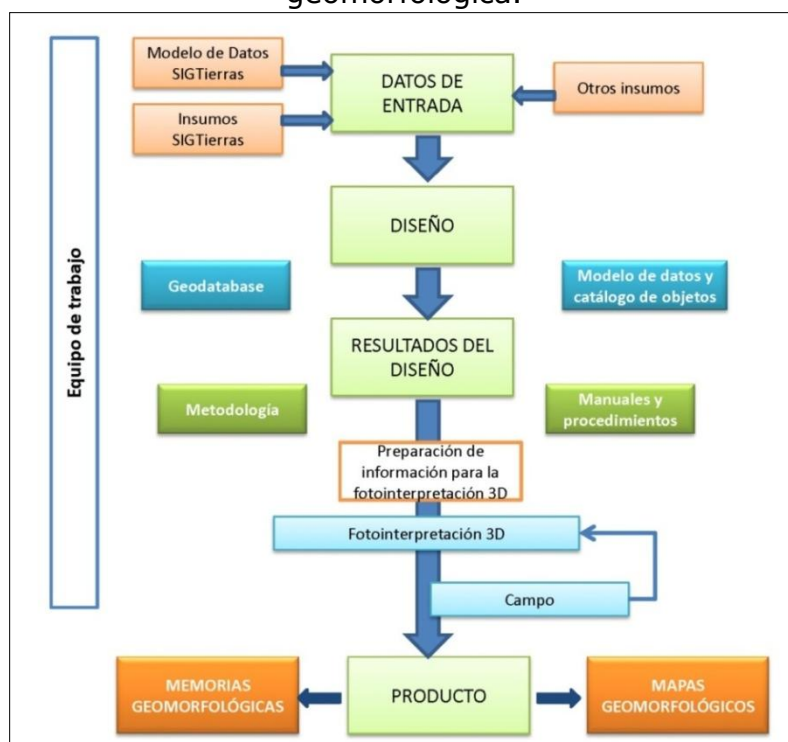
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

- 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.

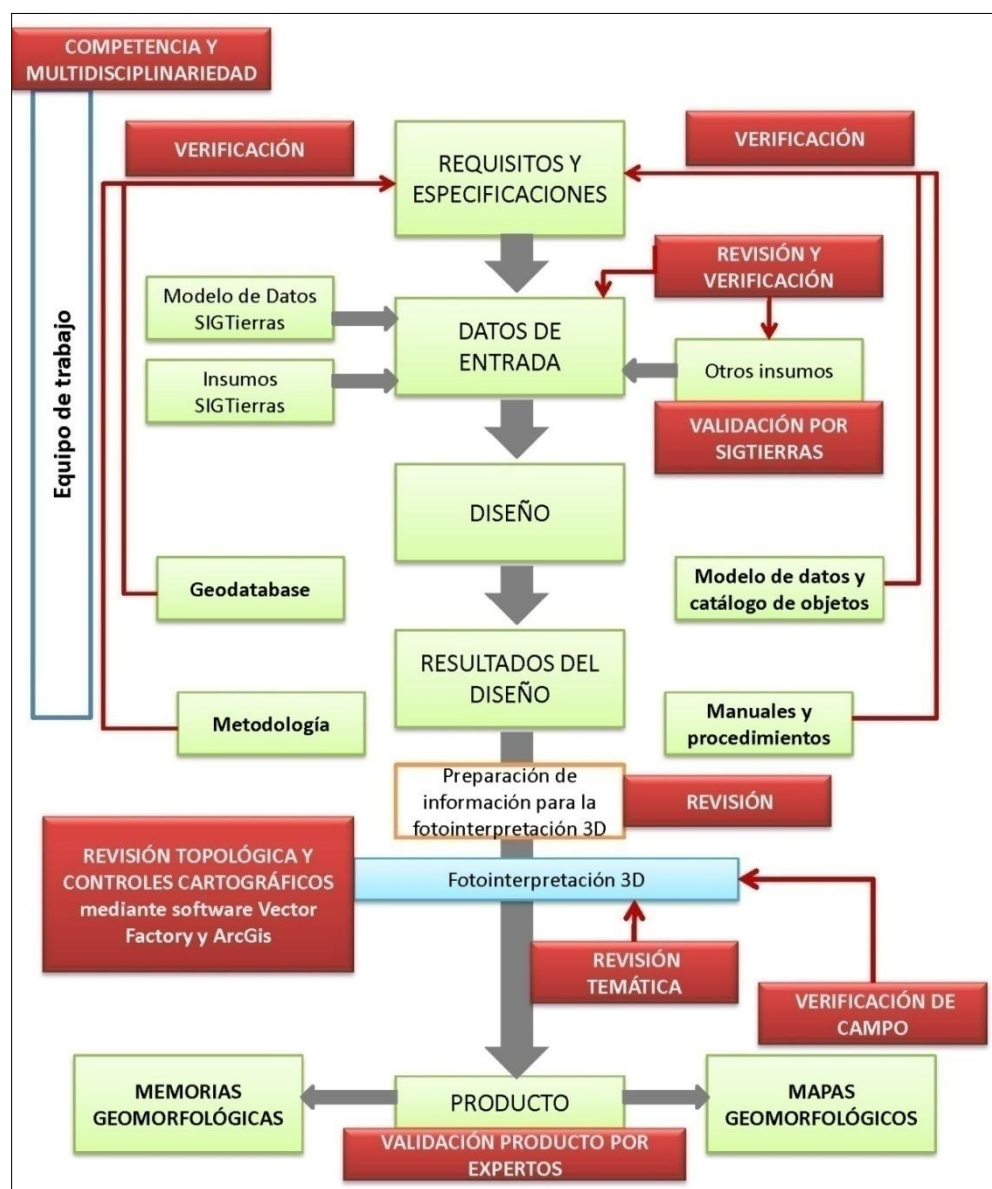
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

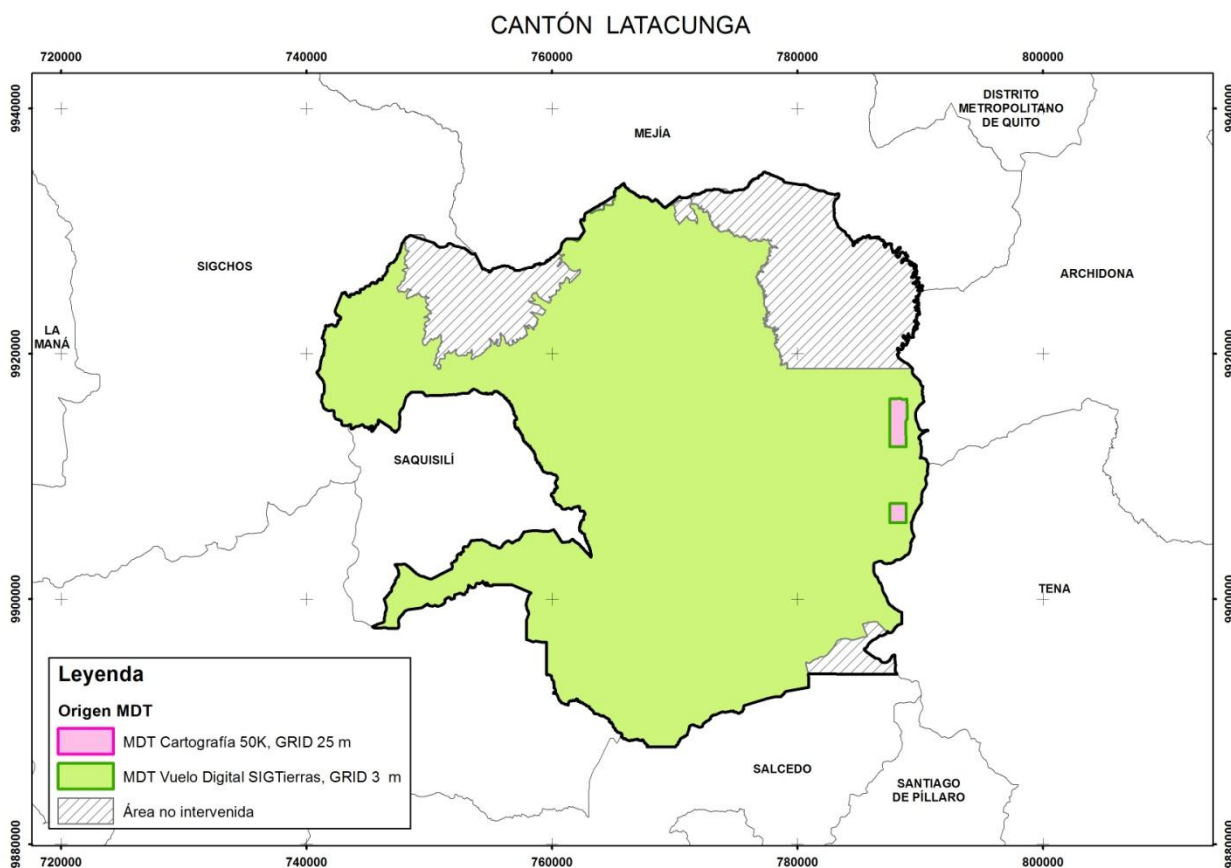
Estos hitos son los siguientes:

- 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 Latacunga 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 Latacunga.



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), 1978. Hoja Geológica: Machachi (Hoja 66), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Latacunga (Hoja 67), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Píntag (Hoja 85), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Chalupas (Hoja 86), 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.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1994. Geological and metal occurrence maps of the Cordillera Real Metamorphic Belt, Ecuador, esc. 1:500.000. (Publicado en 2 hojas). *CODIGEM*. Quito.

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 Latacunga.

Código	Cartas Topográficas	Código	Cartas Topográficas
ÑIII- C3	Jatumloma (San Roque)	ÑIII- F1	Cotopaxi
ÑIII- C4	Machachi	ÑIII- E3	Pilaló
ÑIII- D3	Sincholagua	ÑIII- E4	Latacunga
ÑIII- E1	Sigchos	ÑIII- F3	Laguna de Anteojos
ÑIII- E2	Mulaló	ÑIV - A2	Salcedo

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

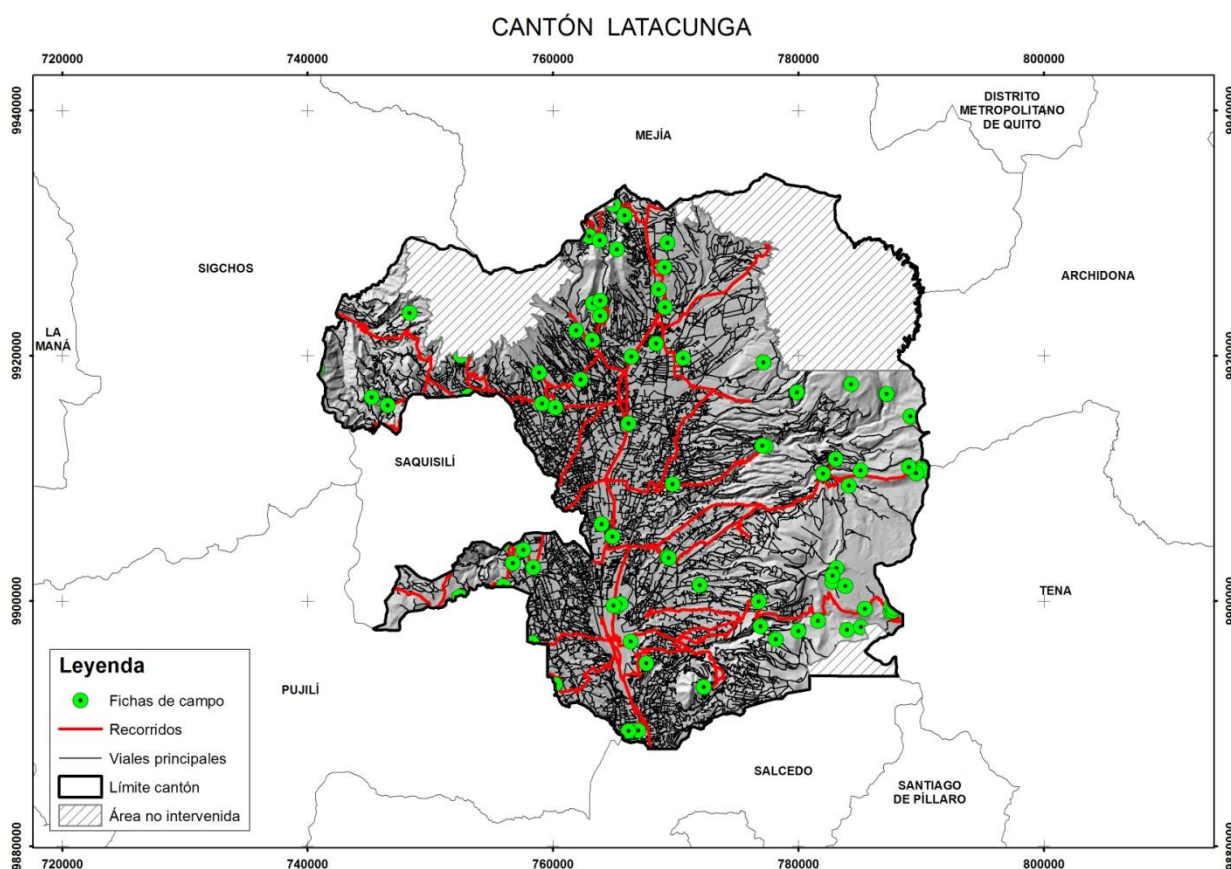
III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Latacunga se realizó entre los días 7, 8, 9, 10 y 11 de abril de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 78 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 Latacunga.



Fuente: CTN

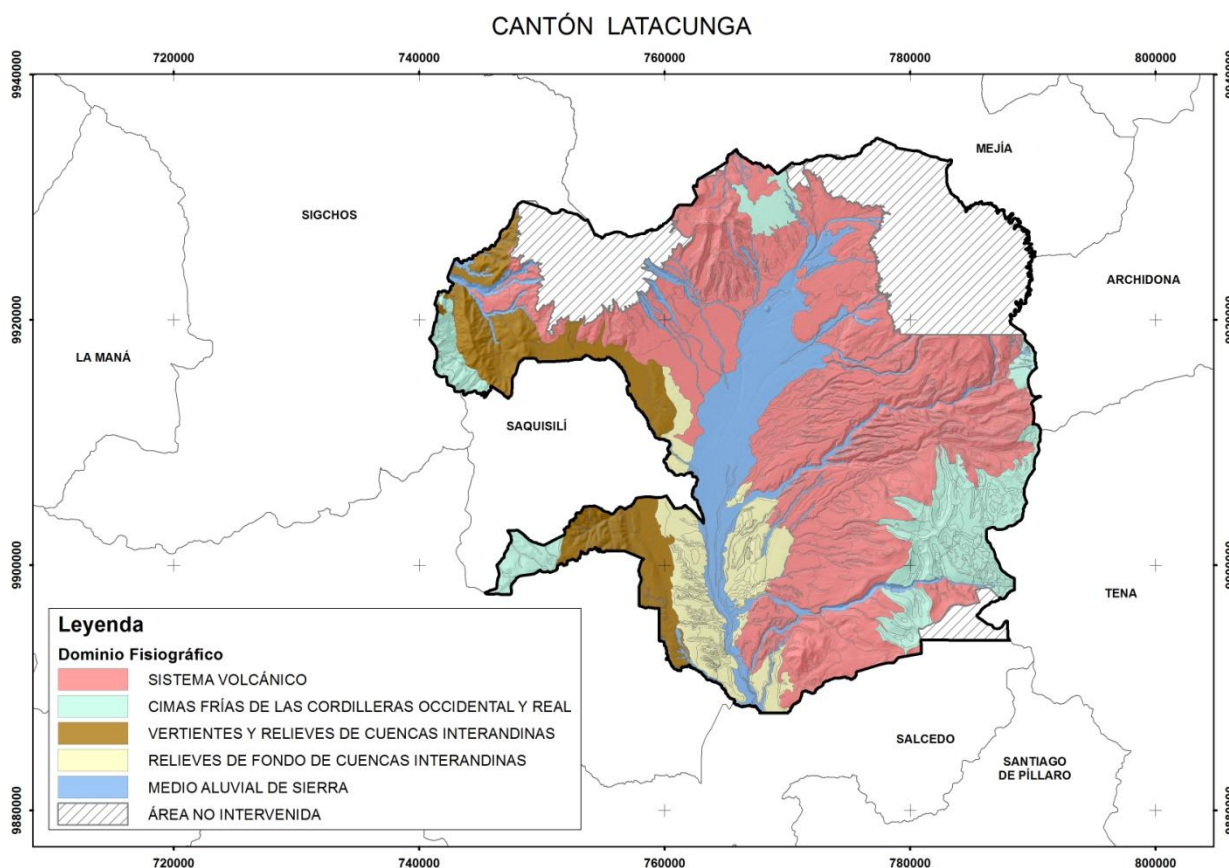
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Latacunga tiene 1.451 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 1.230 km² ya que los restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parques Nacionales Los Illinizas, El Boliche, Cotopaxi y Llanganates). 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 en la que se diferencian cinco 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 Latacunga.



Fuente: CTN

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

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Sistema volcánico	659 km ²	53,6%
	Cimas frías de la cordillera Occidental y Real	154 km ²	12,5%
	Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas	128 km ²	10,4%
	Relieves de fondo de Cuencas Interandinas	103 km ²	8,4%
	Medio aluvial de Sierra	187 km ²	15,2%

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

3.2.1. Sistema volcánico

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

La mayoría de ellos son grandes estratovolcanes cuaternarios, formados por sucesivas erupciones de lavas y piroclastos, en distintos grados de actividad actual. Algunos de ellos, los más antiguos, aparecen muy erosionados y, a veces, difícilmente identificables morfológicamente. En los que se presentan los edificios volcánicos bien o muy bien conservados, la gran mayoría, se pueden establecer diferenciaciones en función de la intensidad del modelado glaciar superpuesto, que en ocasiones es ausente.

En el cantón Latacunga, este dominio es el que presenta mayor extensión y se encuentra principalmente en la mitad oriental del cantón, con alturas que oscilan entre los 4.300 y 2.700 msnm. Se manifiesta por un paisaje de *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

3.2.2. Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real

Las Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real aparecen con una notable fragmentación geográfica, desde la frontera colombiana hasta el Sur de Amaluza, en la frontera peruana. Las tierras más frías dibujan dos fajas paralelas con sentido

meridiano que coronan las dos cordilleras Andinas, occidental y oriental. La altitud es el primer punto en común a esos paisajes: alcanza los 6.310 msnm en el volcán Chimborazo, mientras que sus límites inferiores son todavía muy elevados: oscilan, como promedio, entre 3.300 y 3.400 msnm en la zona norte del país y entre 3.100 y 3.200 msnm hacia Amaluza, en el sur. Además de los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio, también se incluyen en él la franja periglacial que, de forma discontinua, los rodean -los páramos- y los relieves de sus márgenes, caracterizados por el marcado abrupto que da paso al medio interandino y que llega a descender hasta los 2.800 msnm.

En el cantón Latacunga, esta unidad se ubica principalmente en los extremos oriental y occidental con alturas que oscilan entre los 3.000 a 4.100 msnm, abarca formas glaciares de diversos tipos (circos, cubetas, fondos de valle, etc.), relieves volcánicos altos, depósitos glaciares modelados por acción fluvial, interfluvios de cimas estrechas y redondeadas, vertientes de diferentes tipos, superficies estructurales, coluviones, etc.

Se manifiesta por *Paisajes glaciares* y por *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

3.2.3. Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas

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

Mientras que en las zonas más altas (que llegan a descender hasta los 2.800 msnm) el dominio presenta pendientes elevadas y pronunciada disección, las vertientes inferiores aparecen con pendientes globalmente más suaves y una disección menos acusada; estas vertientes inferiores llegan a descender hasta límites muy variables, en función de la altitud del fondo de las cuencas con las que enlazan: 2.500 msnm en la cuenca de Quito, 2.800 msnm en la cuenca de Riobamba o 1.500-1.600 msnm en los valles del Chota o de Chunchi.

En el cantón Latacunga, este dominio se dispone en el centro y en el extremo occidental del área de estudio, y está representado por los paisajes *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*.

3.2.4. Relieves de fondo de Cuencas Interandinas

Este dominio se opone muy claramente al anterior (Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas) con el que conforma el conjunto del corredor interandino. Los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas se muestran esencialmente como zonas entre horizontales y suavemente inclinadas, con un modelado superficial monótono, de plano a ligeramente ondulado. Su origen condiciona que la altitud a la que se sitúan dependa tanto de la amplitud del hundimiento tectónico como del espesor del posterior relleno de depósitos (lacustres, fluviales y volcánicos, principalmente).

Se ubican en el extremo sur occidental del cantón Latacunga, en contacto con las vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, y está representado por los paisajes *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

3.2.5. 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 Latacunga esta unidad está dominada por la acción del río Cutuchi con dirección preferencial N-S y los ríos Alaques e Illuchi con dirección preferencial E-W, con esta dirección preferencial también se encuentra la zona de cabecera del río Jatuncama en la zona NE del cantón. Estos cauces conjuntamente con el tipo de material presente en el cantón han provocado la aparición de terrazas y valles fluviales.

3.3. Contextos Morfológicos

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

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Sistema volcánico	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
	Cimas frías de la cordillera Occidental y Real	Paisajes glaciares Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas
	Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte
	Relieves de fondo de Cuencas Interandinas	Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcánico-sedimentarios y piroclásticos
	Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra

Fuente: CTN

3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas

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

Sus características morfométricas y geológicas son las mismas que las descritas para el dominio fisiográfico Sistema Volcánico. Además de en los depósitos superficiales (aluviales, coluvio aluviales, de ladera, fluvio glaciares, superficiales y volcánicos) se desarrollan en las formaciones Cangahua, Latacunga, Pisayambo, Sedimentos volcánicos del Naranjal, Riollitas del Putzalagua, Volcánicos Cotopaxi, Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón, y Volcánicos Rumiñahui.

En el cantón Latacunga, este contexto se extiende por la mayor parte de la superficie cubriendo desde el noroeste hasta el sureste, con alturas que oscilan entre los 2.700 a 4.200 msnm. Su extensión es de 659 Km² aproximadamente, el 53,6% de la superficie.

3.3.2. Paisajes glaciares

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

En el cantón Latacunga, este contexto se ubica en el extremo oriental, en las zonas más elevadas, al igual que el dominio fisiográfico de las cimas frías, con alturas que oscilan entre los 3.600 a 4.100 msnm. Tiene alrededor de 81 Km² de extensión.

Este contexto se extiende por las tierras altas de la Sierra central, desde el Noroeste del Chimborazo-Carihuairazo hasta Santa Isabel al Sur. Posee modelados relativamente constantes, se caracteriza por relieves con huellas muy marcadas de origen glaciar.

Sus características morfométricas y geológicas son las mismas que las descritas para el dominio fisiográfico Cimas Frías de la Cordillera Occidental y Real. Estos paisajes están asociados en el cantón a las litologías depósitos coluvio aluviales, depósitos de ladera (coluvial), depósitos de ladera (derrumbe), depósitos fluvio glaciares, depósitos glaciares, depósitos superficiales, Formación Cangahua, y Formación Pisayambo.

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

Los paisajes de este contexto se caracterizan por cimas suavemente onduladas y rebajadas, normalmente con cumbres e interfluvios anchos y redondeados, de los que emergen localmente salientes rocosos; sus vertientes muestran pendientes moderadas y enlazan suavemente con hondonadas de carácter pantanoso. Guarda ciertos aspectos que se asemejan con los paisajes glaciares (valles ensanchados, acumulaciones morrénicas, circos y nichos de paredes suavizadas) y otros rasgos de carácter volcánico, junto con las marcas de una posterior acción fluvial: erosión lineal por encajamiento de la red fluvial y captura de algunas de las depresiones pantanosas.

En el cantón Latacunga, este contexto se ubica en los extremos oriental y occidental, así como en la Planada de Guintza, con alturas que oscilan entre los 3.500 a 4.000 msnm. Su extensión aproximada es de 73 Km². Estos paisajes se desarrollan en depósitos coluvio aluviales, depósitos de ladera (coluvial), depósitos de ladera (derrumbe), depósitos fluvio glaciares, depósitos glaciares, depósitos superficiales, Formación Cangahua, Formación Moraspamba, y Formación Pisayambo.

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

Este contexto se ubica, altitudinalmente, entre el de Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) y el correspondiente a los pisos de las cuencas (Relieves de fondo de cuencas

interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos). Por tanto, las altitudes en que aparece varían entre los 3.000 msnm (con 200 m de variación, tanto por encima como por debajo) y los 1.500 a 2.800 msnm, como límite inferior, en función de los diferentes emplazamientos en que aparece.

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

En el cantón Latacunga, este contexto se ubica en sector central, al norte y al sur de la localidad de Saquisilí, con alturas que oscilan entre los 2.800 a 3.600 msnm. Su extensión total se aproxima a los 22 Km². Geológicamente se desarrollan en los depósitos de ladera (coluvial), depósitos de ladera (derrumbe), Formación Cangahua, Formación Pisayambo y sedimentos volcánicos del Naranjal.

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

Este contexto se ubica, altitudinalmente, entre el de Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) y el correspondiente a los pisos de las cuencas (Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos). Por tanto, las altitudes en que aparece varían entre los 3.000 msnm (con 200 m de variación, tanto por encima como por debajo) y los 1.500 a 2.800 msnm, como límite inferior, en función de los diferentes emplazamientos en que aparece.

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

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

En el cantón Latacunga, este contexto se ubica en el extremo occidental, al norte y al sur de la localidad de Saquisilí, con alturas que oscilan entre los 2.800 a 3.600 msnm. Su extensión total se aproxima a los 106 Km². Geológicamente se desarrollan en depósitos aluviales, coluvio aluviales, de ladera y volcánicos, y en las Formaciones Latacunga, Pisayambo, Yunguilla y Sedimentos volcánicos del Naranjal.

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

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

La cuenca de Tulcán presenta amplias extensiones horizontales a 2.800-3.000 msnm, junto con un paisaje dominante de superficies inclinadas hacia el suroeste y el sureste. En la cuenca de Riobamba y su prolongación meridional, la de Palmira, las altitudes pasan de 2.700 a 3.200 msnm en esta última; su aspecto diferencial es el modelado eólico presente, entre Guamote y Palmira, a partir de las cenizas volcánicas recientes (manto eólico, nebkas, barjanas). Los fondos de las cuencas que van desde Ibarra, al norte, hasta Riobamba, al sur (cuencas de Ibarra, Tumbaco-Guayllabamba, Latacunga, la propia cuenca de Riobamba) presentan zonas con superficies suavemente inclinadas, que constituyen las partes terminales de las rampas de piedemonte de los volcanes próximos, tal como también ocurre al pie de otros volcanes (Cuicocha, Quilotoa). Otros fondos de cuenca, en que predominan las zonas netamente llanas y sólo disectadas por algunas incisiones fluviales, se corresponden con episodios terminales de rellenos lacustres (Cayambe-Zuleta, Machachi-Cumbayá, contorno del lago San Pablo, depresiones de Quito y Otavalo, entre otras).

En el cantón Latacunga, este contexto se ubica en el sector central sur y se corresponde con el dominio Relieves de fondo de cuencas interandinas, englobando la ciudad de Latacunga y al oeste de la parroquia de Guaytacama, con alturas que oscilan entre los 2.700 a 3.100 msnm. Su extensión total se aproxima a los 103 Km².

Geológicamente se desarrollan en depósitos aluviales, coluvio aluviales, de ladera, y en las formaciones Cangahua y Latacunga.

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.

3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón

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

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas	FLUVIAL	Barranco	56
		Garganta	<1
		Superficie de cono de deyección	1
		Superficie de cono de deyección disectado	2
	LADERAS	Vertiente rectilínea	56
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	1
		Vertiente abrupta	8
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	3
		Coluvión antiguo	9
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Vertiente de valle glaciar	1
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	2
		Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario	3
	VOLCÁNICO	Vestigios de edificios volcánicos	88
		Con o sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar	15
		Con o sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar	25
		Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar	17
		Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y sin retoque glaciar	<1
		Rampas de piedemonte de cono volcánico	148
		Flujo de piroclastos	96
		Colada de lava antigua	45
		Abrupto de colada de lava	3
		Planicie arenosa de origen lahárico	2
		Lahar	5
		Domo volcánico	15
		Relieve volcánico colinado medio	1
ESTRUCTURAL	Niveles estructurales sobre lavas endurecidas	1	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	13
		Superficie inclinada disectada	21
		Interfluvio de cimas redondeadas	1
		Interfluvio de cimas estrechas	22
Paisajes glaciares	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	1
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
		Coluvión antiguo	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	8
		Cubeta glaciar	1
		Fondo de valle glaciar	8
		Vertiente de valle glaciar	34
		Valle glaciar colgado	1
		Rocas aborregadas	2
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	<1
		Nicho de nivación	<1
		Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario	5
		Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario	<1
	VOLCÁNICO	Vestigios de edificios volcánicos	<1
		Domo volcánico	<1
		Superficie volcánica ondulada	1
	ESTRUCTURAL	Niveles estructurales sobre lavas endurecidas	3
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Superficie inclinada	1
		Abrupto de superficie inclinada	<1
		Superficie alta	4
Interfluvio de cimas redondeadas		2	
Interfluvio de cimas estrechas		7	
Afloramientos rocosos	<1		

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	FLUVIO-LACUSTRE	Superficie ondulada lacustre	2
	LADERAS	Vertiente rectilínea	17
		Coluvión antiguo	<1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	<1
		Cubeta glaciar	<1
		Vertiente de valle glaciar	1
		Valle glaciar colgado	<1
		Rocas aborregadas	4
		Laguna glaciar	<1
		Morrena de fondo	1
		Morrena lateral	2
		Morrena frontal, arco morrénico	<1
		Morrenas	1
		Bloques erráticos glaciares	<1
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	3
		Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial	5
		Afloramientos rocosos en ambiente periglacial	<1
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado alto	11
	ESTRUCTURAL	Superficie de chevron	1
		Frente de chevron	<1
		Vertiente de chevron	<1
		Superficies y planos estructurales originados en capas plegadas	<1
		Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre Cangahua	15
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	3
		Superficie inclinada	<1
		Superficie alta	<1
		Abrupto de superficie alta	2
Superficie alta disectada		<1	
Interfluvio de cimas redondeadas		2	
Afloramientos rocosos		<1	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)	FLUVIAL	Valle en V	<1
		Barranco	1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	5
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	4
		Vertiente rocosa	<1
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	<1
		Coluvión antiguo	<1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	VOLCÁNICO	Rampas de piedemonte de cono volcánico	2
		Relieve volcánico montañoso	4
		Superficie volcánica ondulada	<1
	POLIGÉNICAS	Superficie inclinada	2
		Interfluvio de cimas redondeadas	<1
Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte	FLUVIAL	Barranco	3
		Encañonamiento	<1
		Superficie de cono de deyección	3
	LADERAS	Vertiente rectilínea	2
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	2
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	6
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión antiguo	5
		Macrocoluvión	1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	VOLCÁNICO	Vertiente de llanura de depósitos volcánicos	<1
		Planicie arenosa de origen lahárico	20
		Lahar	11
		Relieve volcánico colinado bajo	2
		Relieve volcánico colinado medio	21
		Relieve volcánico colinado alto	1
		Relieve volcánico montañoso	26
		Superficie volcánica ondulada	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	1
		Superficie horizontal disectada	<1
		Superficie inclinada	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	1
OTRAS GÉNESIS	Superficie intervenida	<1	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos	FLUVIAL	Valle indiferenciado	4
		Barranco	1
		Encañonamiento	<1
		Terraza media	<1
		Terraza alta	1
		Vertiente o abrupto de terraza	1
		Terrazas indiferenciadas	4
		Superficie de cono de deyección	1
		Superficie de cono de deyección disectado	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	8
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	2
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión antiguo	4
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
		Glacis de esparcimiento	<1
	VOLCÁNICO	Llanura de depósitos volcánicos	17
		Vertiente de llanura de depósitos volcánicos	3
		Relieve volcánico colinado bajo	15
		Relieve volcánico colinado medio	27
		Superficie volcánica ondulada	6
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	6
		Superficie horizontal	<1
		Abrupto de superficie horizontal	<1
Interfluvio de cimas estrechas		<1	
OTRAS GÉNESIS	Superficie intervenida	1	
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	6
		Terraza baja y cauce actual (sobrexexcavación de cauce en llanura de inundación)	<1
		Valle indiferenciado	2
		Valle en V	6
		Barranco	22
		Garganta	2
		Encañonamiento	14
		Terraza media	5
		Terraza alta	<1
		Vertiente o abrupto de terraza	<1
		Terrazas indiferenciadas	<1
		VOLCÁNICO	Planicie arenosa de origen lahárico
	Lahar		121

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	7
		Cerro testigo	<1
	OTRAS GÉNESIS	Superficie intervenida	<1

Fuente: CTN

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

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

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km ² (aprox.)
Depósitos de ladera	Q _{dl}	Cuaternario	Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas)	< 1
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	21
Depósitos coluvio aluviales	Q _{dca}	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	30
Depósitos aluviales	Q _{da}	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	8
Depósitos aluviales (con material laharítico)	Q _{da4}	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados con material de origen laharítico	10

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q _{da5}	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	6
Depósitos aluviales (terrazas de composición laharítica)	Q _{da7}	Cuaternario	Arenas, cantos y bloques de origen laharítico	18
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	15
Depósitos fluvio glaciares	Q _{dfg}	Cuaternario	Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas	7
Depósitos superficiales	Q _{dsi}	Cuaternario	Depósitos superficiales indiferenciados	13
Depósitos volcánicos	Q _{dv}	Cuaternario	Depósitos volcano-sedimentarios de granulometría y distribución variable (ceniza, lapilli y bloques de angulares a redondeados), con frecuentes fragmentos lávicos intercalados	22
Depósitos volcánicos (laharíticos)	Q _{dv2}	Cuaternario	Cenizas volcánicas con cantos y bloques, de marcada heterometría	134
Formación Cangahua	Q _c	Cuaternario	Ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos	303
Volcánicos Cotopaxi	Q _{vx}	Cuaternario	Andesitas, riocitas y piroclastos	64
Formación Latacunga	P _{La}	Pleistoceno	Aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena	137
Riolitas del Putzalagua	P _{pu}	Pleistoceno	Tobas riolíticas de color blanco, con fenocristales negros de piroxenos, biotitas y granos de magnetita	12

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Sedimentos volcánicos del Naranjal	P _{Na}	Pleistoceno	Depósitos volcano-sedimentarios: aglomerados y conglomerados con fragmentos volcánicos subredondeados y tobas de colores diversos	17
Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón	P _{VAIC}	Pleistoceno	Lavas andesíticas de grano fino y porfiríticas, bajo frecuente cobertura piroclástica	150
Volcánicos Rumiñahui	P _{VRu}	Pleistoceno	Tobas y diques andesíticos	11
Formación Pisayambo	PI _{Py}	Plioceno	Secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)	236
Formación Moraspamba	MioPI _{Mo}	Mioceno-Plioceno	Lutitas, areniscas	1
Formación Yunguilla	K _{Yg}	Cretácico	Limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas	10
Otros	OT	Sin asignación de edad	-	1

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, PI=Plioceno, MioPI=Mioceno-Plioceno, K=Cretácico, OT=Otros, 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" (La= Latacunga, Pu= Putzalagua, Na= Naranjal, etc.).

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 en el sector sur del cantón, coincidiendo en ciertas partes de los ríos Cunuyacu e Illuchi. Se localiza íntegramente en el contexto *Medio aluvial de Sierra*.

Se caracteriza por la presencia de depósitos aluviales transportados y depositados por los canales fluviales, de granulometría muy diversa y con marcadas variaciones laterales y verticales de facies, dispuestos en franjas adyacentes al canal fluvial. Los terrenos a los que dan lugar se inundan, parcial o totalmente, durante épocas de crecidas.

Presentan pendientes muy suaves (de 2 a 5%) formas de valle igualmente planas, la forma del drenaje es otros y ocupan una superficie aproximada de 6 km².

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

Las franjas que rodean e incluyen al canal o canales fluviales, a menudo separados por islas pedregosas y que constituyen los lechos móviles de los ríos, cuando son mapeables se identifican mediante esta geoforma. 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).

Se encuentra situada en la zona sur del cantón, siguiendo una parte del curso del río Cutuchi. Forma parte del contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

Las pendientes son muy suaves (de 2 a 5%) y la forma del valle es plana. La forma del drenaje es otros. Están constituidas por arenas, limos, arcillas y conglomerados y presentan una superficie inferior a 1 km².

3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3)

Esta geoforma se sitúa en el sector central tanto sur como norte del cantón Latacunga (alrededores de la localidad de San Juan de Pastocalle y alrededores de la ciudad de Latacunga). Forma parte de dos contextos morfológicos distintos: *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcánico-sedimentarios y piroclásticos* y *Medio aluvial de Sierra*.

Un valle indiferenciado es un valle de fondo plano o con una sección ligeramente en U, a veces con contrapendientes en su sección longitudinal. Su característica principal es la ausencia de dinámica fluvial permanente. Presentan un relleno aluvial en la que el agua percola y la escorrentía superficial juega un escaso papel. Tiene anchuras variables, aunque generalmente inferiores a la de los valles fluviales.

En el Medio aluvial de Sierra están asociados a depósitos aluviales (arenas, limos, arcillas y conglomerados), presenta pendientes muy suaves (del 2 al 5%), formas del drenaje dendrítico, y formas del valle plano y en V.

En cambio en el contexto Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos están asociados a depósitos aluviales con material laharítico (arenas, cantos y bloques de origen laharítico), presenta pendientes planas (de 0 a 2%), y formas del valle plano.

En campo se describió un valle indiferenciado en la quebrada cerca de Guaquila en el contexto de Medio aluvial de Sierra. Presentaba una pendiente muy suave y un valle plano constituido por arenas, limos, arcillas y conglomerados.



Fotos 1 y 2. Valle indiferenciado en Medio aluvial de Sierra. Sector Guaquila, San Juan de Pastocalle. 07/04/2014

En el barrio San Francisco de la localidad Latacunga (en el contexto Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos) se caracterizó el depósito superficial de un valle indiferenciado. Presentaba un 20% de gravas, un 45% de limo y un 35% de arena.



Fotos 3 y 4. Valle indiferenciado y depósito superficial en el contexto Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos. Sector Campoverde, Latacunga. 08/04/2014

3.5.1.4. Valle en V (E1)

En el cantón Latacunga esta geoforma se encuentra por un lado en el sur, pasando por la ciudad de Latacunga y siguiendo el curso del río Cutuchi y por otro lado en el margen noroeste, siguiendo el curso del río Chisalo. Forma parte de dos contextos morfológicos diferentes: *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Medio aluvial de Sierra*.

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 (de 40 a 70%) y el río erosiona verticalmente. Las dimensiones longitudinales son por lo general de orden kilométrico y anchuras reducidas (orden hectométrico).

En las Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte), sector oeste del cantón, estos encajamientos fluviales se producen sobre los materiales pleistocénicos Sedimentos volcánicos del Naranjal (depósitos volcano-sedimentarios: aglomerados y conglomerados con fragmentos volcánicos subredondeados y tobas de colores diversos). Presentan una pendiente fuerte (del 40 al 70%), una forma del valle en V y un drenaje subdendrítico.

En el Medio aluvial de Sierra se desarrolla en depósitos aluviales con material laharítico (arenas, limos, arcillas y conglomerados con material de origen laharítico). Presentan una pendiente de media a fuerte (de 25 al 40%), una forma del valle en V y un drenaje dendrítico.

3.5.1.5. Barranco (E2)

Esta geoforma se encuentra a lo largo de todo el cantón, excepto en las zonas llanas fluviales del centro, ya que es típica de los cursos altos de los ríos. Tiene similares características que la geoforma anterior, aunque menores dimensiones. Las pendientes transversales son fuertes en general (de 40 a 70%), con formas de valle en V 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 Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*. Su distribución, al igual que los valles en V, no guarda ninguna relación especial con determinadas formaciones geológicas.

Los barrancos son típicos de los cursos altos de los ríos. Las dos vertientes laterales presentan fuertes pendientes, y el río erosiona verticalmente. Las dimensiones longitudinales son por lo general de orden hectométrico a kilométrico y anchuras reducidas (orden decamétrico a hectométrico). Ocupan una superficie en el cantón de 83 km².

En campo se caracterizó un barranco en la formación Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón. En este se diferenciaron dos litologías, una superficial compuesta por cenizas volcánicas y piroclastos, y una inferior compuesta por lavas andesíticas de grano fino, masivas y sin evidencia de fracturación.



Fotos 5 y 6. Barranco en la formación Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón (lavas andesíticas con cobertura piroclástica). Sector Pasto Alto, San Juan de Pastocalle. 07/04/2014

En el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas se identificó el siguiente barranco en la Formación Cangahua (ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos).



Fotos 7 y 8. Barranco en la Formación Cangahua. Sector San Juan de Pastocalle. 10/04/2014

En el cauce Tulugchi, cerca de Yurchuayco se caracterizó un barranco en el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas en la Formación Cangahua. El depósito superficial (cenizas volcánicas) se observaba en forma de capas que recubrían el macizo rocoso, en la parte superior del afloramiento. El macizo rocoso presentaba una estructura masiva de clasificación extrusiva. Mientras que el depósito superficial se caracterizó con una composición de un 80% de arena y un 20% de limo.



Fotos 9 y 10. Barranco en formación Cangahua. Sector Alagues. 08/04/2014

En el contexto Paisajes glaciares se describió un barranco en la Formación Pisayambo.



Fotos 11 y 12. Barrancos en el contexto Paisajes glaciares desarrollados en la Formación Pisayambo. Sector Ilinchisi. 09/04/2014

3.5.1.6. Garganta (E3)

La geoforma se encuentra repartida en el sector suroeste del cantón Latacunga, cerca de la ciudad de Latacunga; y al sureste, en la cabecera del río Illuchi. Forma parte de dos contextos morfológicos diferentes: *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas y Medio aluvial de Sierra.*

Estas gargantas, con fuertes pendientes (de 40 a 70%), desniveles relativos de entre 25 y 50 metros, y longitudes de la vertiente moderadamente largas (de 50 a 250 m), erosionan verticalmente a las formaciones Latacunga (aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena) y Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas), esta última sólo en el contexto Medio aluvial de Sierra.

Las vertiente de estas gargantas son rectilíneas y la forma del valle generalmente es en V pero también aparecen planos en coincidencia con las Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas.

3.5.1.7. Encañonamiento (E4)

La geoforma se encuentra por un lado en el sector meridional del cantón Latacunga, tanto al este como al oeste de la ciudad de Latacunga, y en el extremo noroeste del cantón, coincidiendo con la cabecera del río Jatuncama. Se circunscriben tres contextos morfológicos: i) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte,* ii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y iii) *Medio aluvial de Sierra.*

Aparecen encañonamientos cortando las formaciones Latacunga, Sedimentos volcánicos del Naranjal, Formación Pisayambo y Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón

Se trata de otra geoforma de incisión fluvial, similar a la garganta, pero con mayor profundidad de encajamiento. En este caso, los desniveles de sus vertientes están comprendidos entre 50 y 200 m, con pendientes de fuertes a escarpadas. Las longitudes de vertiente oscilan entre 50 y 500 metros. Las formas de las vertientes son irregulares o rectilíneas y la forma de valle predominante es en V. La forma del drenaje es generalmente enrejado o subdendrítico.



Foto 13. Encañonamiento en la Formación Pisayambo en Medio aluvial de Sierra. Comuna Nuetanda. Sector 11 de noviembre (Ilinchisi). 08/04/2014

3.5.1.8. Terraza media (Tm)

Son superficies subhorizontales, aunque su pendiente (de 0 a 12%) se acentúa ligeramente por la presencia de incisiones que irregularizan el terreno. 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 diferentes ríos a los que se asocian (sobre todo en el río Tomacuntze).

Esta geoforma se encuentra situada en el sector sur del cantón, en la propia ciudad de Latacunga y en el sur de esta misma. Se encuentran en dos contextos morfológicos: i) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y ii) *Medio aluvial de Sierra*.

Se sitúan, como promedio, a una altura de entre 7-8 m a 11-12 m sobre los cauces de los ríos. La unidad incluye la propia superficie de terraza y su escarpe o abrupto, si éste último no fuese mapeable.

En el cantón Latacunga se desarrollan en depósitos aluviales de composición laharítica (arenas, cantos y bloques de origen laharítico) o bien en depósitos volcánicos laharíticos (cenizas volcánicas con cantos y bloques, de marcada heterometría). Ocupan una superficie aproximada de 5 km².

En el extremo sur del cantón, y asociada al río Cutuchi, se describió una terraza media. En esta se observaron bloques angulosos a subredondeados menores a 1 metro, de composición volcánica (andesitas, basaltos y piedra pómez en una matriz areno-limosa de color gris claro). En composición, el 25% era bloque angular, el 20% bloque redondeado, el 30% arena, el 10% limo y el 15% grava.



Fotos 14 y 15. Terraza media. Vista general y detalle del depósito aluvial de terraza formado por andesitas, basaltos y piedra pómez en una matriz areno-limosa de color gris claro. Sector Salache Rumipamba (sur de Latacunga). 11/04/2014.

3.5.1.9. Terraza alta (Ta)

Por encima del anterior nivel de terrazas aparece esta nueva superficie, aunque con menor representación geográfica que la terraza media. Esta geoforma se ubica al sur del cantón, justo al lado oriental de la ciudad de Latacunga y al sur de esta misma. Se encuentra en dos contextos morfológicos: *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y *Medio aluvial de Sierra*.

Están elevadas sobre los cauces de los ríos Yanayacu y Tomacuntze. Al igual que las terrazas medias su litología son depósitos aluviales de composición laharítica (arenas, cantos y bloques de origen laharítico). En este caso, es una de las terrazas más antiguas.

Presenta pendientes de planas a muy suaves (de 0 a 5%) en la gran mayoría de su superficie, irregularizada por las incisiones que se han desarrollado en ella, con drenajes de tipo paralelo y subdendrítico. Ocupan una superficie aproximada de 1 km².

3.5.1.10. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)

Esta geoforma se reparte más o menos homogéneamente por el sur del sector central del cantón Latacunga, anexa a las geoformas de terraza descritas anteriormente, preferentemente en las márgenes del río Tomacuntze, donde se ha

podido mapear el abrupto de las terrazas, al tratarse de unidades geomorfológicas que presentan mayor desarrollo.

Se localiza en dos contextos morfológicos distintos: *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y *Medio aluvial de Sierra* y se desarrollan en depósitos aluviales de composición laharítica (arenas, cantos y bloques de origen laharítico).

Se caracterizan por presentar pendientes de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%), los desniveles relativos oscilan entre 5 y 50 metros, con longitudes de vertiente generalmente muy cortas (menos de 15 metros) aunque pueden llegar hasta moderadamente largas (de 50 a 250 metros). Las formas de la vertiente son rectilíneas.



Fotos 16 y 17. Vertiente o abrupto de terraza en Medio aluvial de Sierra. Sector Campoverde (Latacunga). 08/04/2014

3.5.1.11. Terrazas indiferenciadas (Ti)

En algunas terrazas, no ha podido diferenciarse su posición relativa respecto al modelo general de terrazas (media, alta, colgada) de un determinado sistema fluvial, 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 encuentra situada al noreste de la ciudad de Latacunga, en la zona sur del cantón, en ambos márgenes del río Alaqués. Se localizan en dos contextos morfológicos: *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y *Medio aluvial de Sierra*. Litológicamente se trata también de depósitos aluviales de composición laharítica (arenas, cantos y bloques de origen laharítico).

Presentan pendientes de muy suaves hasta media (de 2 a 25%) y ocupan una superficie total de 4 km².

Se caracterizaron terrazas indiferenciadas asociadas a los ríos Alaquez y Cutuchi en el sector de Campoverde en la localidad de Latacunga. La geoforma presentaba un espesor de 2 a 3 m de depósitos volcánicos laharíticos con bloques y cantos heterométricos de composición volcánica en una matriz limo-arenosa (con un 40% de limo, un 40% de arena y un 20% de grava).



Fotos 18 y 19. Terrazas indiferenciadas. Vista general y detalle del depósito superficial. Sector Campoverde, Localidad Latacunga. 08/04/2014

3.5.1.12. Superficie de cono de deyección (Cd1)

La geoforma se encuentra repartida por el sector suroeste del cantón, alrededor de la ciudad de Latacunga; y en el sector centro oeste en las zonas bajas de las Cordilleras Occidental y Real de los Andes. Se encuentran en tres contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*; ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte* y iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

Se corresponde con la superficie y vertiente, no separable esta última por su reducido tamaño, de pequeños abanicos aluviales. 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 presentar pendientes muy suaves hasta medias (del 2 al 25%), desniveles relativos muy variables que oscilan entre los 5 y 100 metros y longitudes de vertiente también muy variables (entre 15 a más de 500 metros), en función del contexto morfológico en el que se encuentran, siendo más importantes en los relieves y vertientes de las Cuencas Interandinas. Los drenajes son generalmente subdendríticos y las vertientes son generalmente de formas mixtas, aunque también abundan las convexas y las cóncavas.

En campo se caracterizó en el sector Poaló. Se evidenció fragmentos centimétricos (inferiores a 10 cm) de rocas volcánicas y piroclastos. El depósito fluvial se caracterizó con un 30% de gravas, un 35% de arenas, un 30% de limos y un 5% de otros.



Fotos 20 y 21. Superficie de cono de deyección. Vista general y detalle del depósito aluvial (cono de deyección). Sector Poalo. 07/04/2014

3.5.1.13. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)

Esta geoforma se encuentra en la zona centro norte y al noreste de la ciudad de Latacunga, cerca de la geoforma anterior. Se presenta en dos contextos morfológicos: *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

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.

Presentan pendientes generalmente medias (12-25%), pero también suaves o muy suaves, desniveles relativos comprendidos entre 25 y 200 metros, con longitudes largas o muy largas (de 250 a más de 500 metros), formas del valle en V, con cimas planas y vertientes cóncavas, convexas o rectilíneas. El drenaje es radial o subdendrítico.

La ficha de campo se levantó en el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas. En las fotografías siguientes se observan las cenizas volcánicas en el depósito superficial. Se trata de gravas, arenas y limos. El depósito se describió con un 40% de gravas, un 30% de arenas, y un 30% de limo.



Fotos 22 y 23. Superficie de cono de deyección disectado. Vista general y detalle del depósito superficial (pasadas de gravas, arenas y limos). Sector Santa Rita, Mulaló. 08/04/2014

3.5.2. Fluvio-Lacustre

3.5.2.1. Superficie ondulada lacustre (Fo5)

Esta geoforma se sitúa en el extremo sur este del cantón de estudio, concretamente en la zona de las Lagunas de Ravo Cochas, cerca de la Quebrada Capulispasso. Se localiza íntegramente en el contexto de *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Se refiere a cualquier superficie ondulada que incluya una o varias depresiones lagunares o lagunas (colmatadas o no). Se encuentran vinculadas a la Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas), y se caracterizan por pendientes de muy suaves a suaves (de 2 a 12%). Ocupan una superficie de aproximadamente 2 km².

3.5.3. Laderas

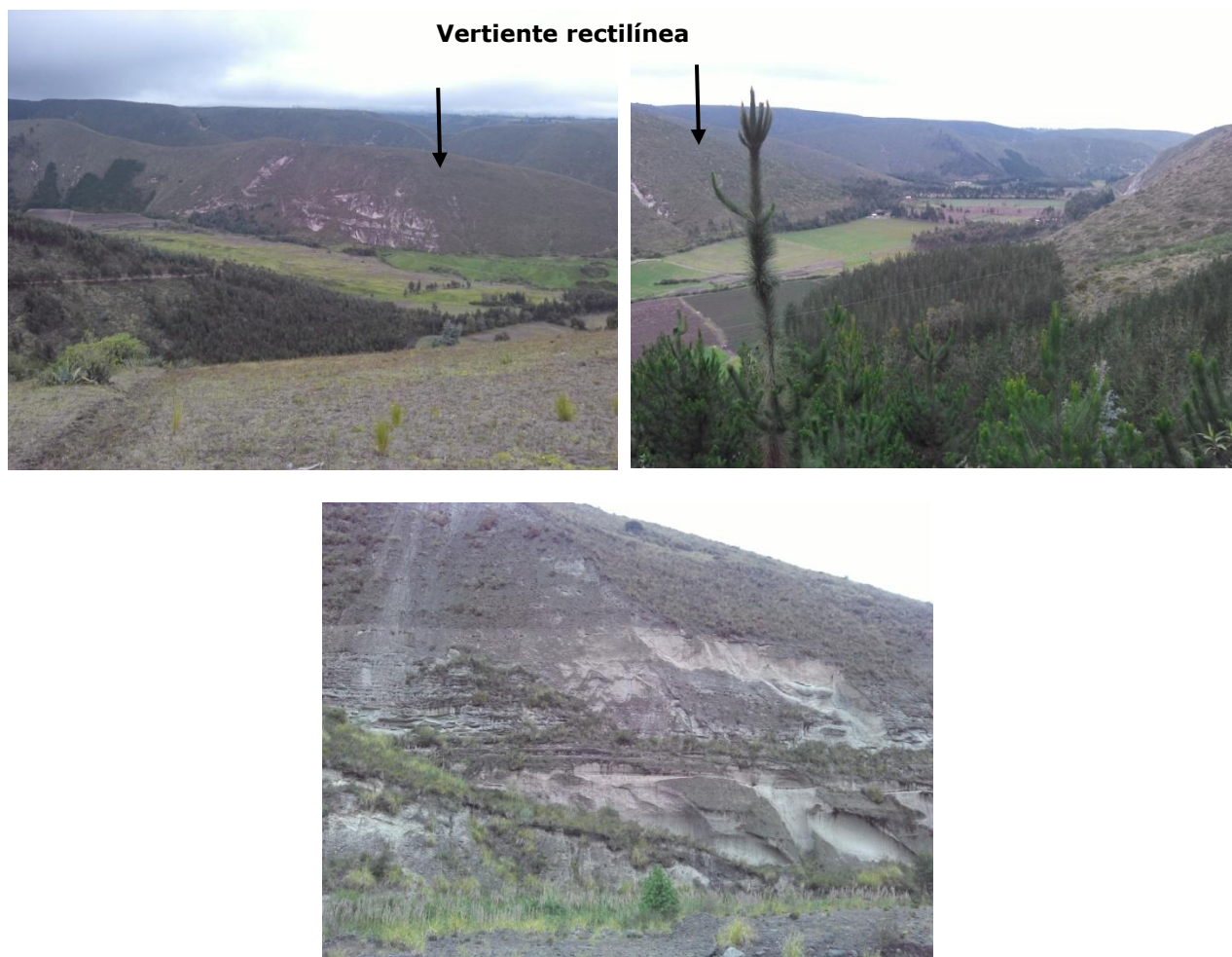
3.5.3.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma se sitúa repartida por la mayor parte del cantón Latacunga y en todos los contextos morfológicos, exceptuando en *Medio aluvial de Sierra*.

Son laderas de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con pendientes comprendidas entre el 5% y el 70%. Estas pendientes son más suaves (del 5 al 12%) en los contextos *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcánico-sedimentarios y piroclásticos*; y más fuertes (del 40 al 70%) en los contextos *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Los desniveles relativos, en todos los contextos morfológicos, son relativamente importantes y suelen oscilar entre 5 y 300 metros, con longitudes típicas de vertiente entre los 50 metros y más de 500 metros. Se desarrollan sobre un amplio abanico de formaciones geológicas: depósitos aluviales (terrazas de composición laharítica), depósitos volcánicos (laharíticos), Fm. Cangahua, Fm. Latacunga, Fm. Pisayambo, Fm. Yunguilla y Volcánicos Cotopaxi. Aunque son más frecuentes en las formaciones Cangahua (ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos), Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, aglomerados con bloques de andesitas basálticas) y Latacunga (aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena).

Se caracterizó esta geoforma en el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas en el curso del río Alaquez en la Formación Cangahua. El macizo rocoso presenta una estructura sedimentaria, en estratos, con una meteorización baja, una compactación media y un espacio entre discontinuidades de 60 cm a 2 metros, con una profundidad de 20 metros.



Fotos 24, 25 y 26. Vertiente rectilínea y detalle del afloramiento de la Formación Cangahua. Loma Samana (sector Mulaló). 08/04/2014

3.5.3.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Esta geoforma mayoritariamente se localiza en el sector suroeste del cantón Latacunga, coincidiendo con los contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*; ii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte* y iv) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

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 a fuertes hasta fuertes (del 25 al 70%), desniveles relativos variables entre 50 a más de 300 metros y longitudes de vertientes de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m).

Se desarrollan en las formaciones Latacunga (aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena), Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, aglomerados con bloques de andesitas basálticas), y Yunguilla (limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas). Siendo más frecuentes en la Formación Pisayambo coincidiendo con el paisaje *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

En campo se caracterizó esta geoforma desarrollada en tobas o limolitas, intercaladas con piroclastos y entre sus capas presentaba relleno de carbonatos (de la Formación Yunguilla). Presentaba estructura volcano-sedimentaria, con fracturación y meteorización media, meteorización alta, discontinuidad tipo estrato, y espacios entre discontinuidades inferiores a 6 cm, con aberturas de menos de 0,1 mm que presentaban un buzamiento de 32° y un azimut de 118°.



Fotos 27 y 28. Vertiente rectilínea con fuerte disección desarrollada en la Formación Yunguilla. Sector Ilinchisi. 07/04/2014

3.5.3.3. Vertiente abrupta (La1)

Esta geoforma se encuentra repartida en la mitad oriental del cantón, coincidiendo con el contexto *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*. Son geoformas vinculadas sobre todo a la actividad volcánica del Cotopaxi y Llanganates, por eso aparecen asociadas principalmente a la Formación Cangahua, pero también a los Volcánicos Cotopaxi y a la Formación Pisayambo.

Son laderas escasamente disectadas, con pendientes de muy fuertes hasta escarpadas (de 70 a 150%).

Presentan fuertes desniveles, de 25 hasta 300 metros y longitudes de vertiente de 50 m hasta más de 500 m, con formas rectilíneas.

Para documentar esta geoforma se levantó una ficha en la quebrada Cimarrones (sector Mulaló), en las andesitas, riolacitas y piroclastos de los Volcánicos Cotopaxi, en el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas.



Foto 29. Vertiente abrupta en la quebrada Cimarrones (sector Mulaló) en los Volcánicos Cotopaxi. 08/04/2014

3.5.3.4. Vertiente rocosa (Lh3)

Esta geoforma, muy poco significativa en el conjunto del territorio estudiado, se sitúa en el noroeste del cantón Latacunga, justo en el límite cantonal con Sigchos, cerca de la quebrada de Olivo. Se encuentra íntegramente en el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Presentan una pendiente más o menos constante y una forma de vertiente rectilínea o heterogénea, en la que aflora masivamente el sustrato rocoso pliocénico de la Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, aglomerados con bloques de andesitas basálticas).

Sus características morfométricas están definidas por la existencia de pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), desniveles relativos superiores a 300 metros, longitudes de vertiente muy largas (más de 500 m) con una forma de vertiente mixta.

3.5.3.5. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Esta geoforma se encuentra ubicada en el extremo occidental del cantón, al oeste de la localidad de Poaló, en la zona donde el cantón Latacunga limita con los cantones Saquisilí y Pujilí. Aparecen en 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.*

La forma de estas vertientes es irregular o mixta, y están surcadas por gran cantidad de formas erosivas de drenaje. En las vertiente y relieves superiores, aparecen asociadas a la Formación Pisayambo (plioceno), mientras que en las inferiores a la Formación Yunguilla (cretácico).

Presentan una pendiente de media hasta fuerte (de 12 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 50 y 300 metros, con longitudes de vertiente largas a muy largas (de 250 a más de 500 metros) con formas irregulares o mixtas.

3.5.3.6. 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, pueden llegar a identificarse incluso escarpes de deslizamientos muy antiguos (pre-holocenos, incluso).

Se han mapeado algunos de estos escarpes sobre diferentes litologías y contextos morfológicos. Aparecen repartidos más o menos homogéneamente por el sector meridional del cantón, al este de la ciudad de Latacunga. Se localizan en cuatro contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, ii) *Paisajes glaciares*, iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte* y iv) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

En los dos primeros contextos los escarpes de deslizamiento aparecen asociados a la Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, aglomerados con bloques de andesitas basálticas), mientras que en los dos últimos a la Formación Latacunga (aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena).

Los escarpes dan lugar a formas de vertiente predominantemente cóncavas aunque también se han identificado rectilíneas, presenta pendientes de medias hasta fuertes (de 12 al 70%), y desniveles relativos variables en función de la magnitud del deslizamiento (hasta 50 metros).

3.5.3.7. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geoforma de ladera, con depósitos superficiales asociados, se encuentra repartida por todo del cantón, ocupando partes medias y bajas de laderas. Se encuentra en todos los contextos morfológicos del cantón a excepción del *Medio aluvial de Sierra*. Su mayor presencia se da en los contextos morfológicos *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* donde las vertientes son más abruptas.

Las morfologías típicas de estas geoformas responden a perfiles de ladera cóncavo-convexo o rectilíneo-convexo (formas de vertiente mixtas) aunque también se dan en irregulares y rectilíneas, presentan pendientes de suaves hasta media a fuertes (de 5 al 40%), con desniveles muy variables, generalmente de 25 a 300 metros, y longitudes que superan los 250 metros y, a menudo, los 500 metros.

Están formados por material textural y composicionalmente heterogéneo, en que predominan fragmentos de carácter angular y subangular englobados en una matriz arenosa o limosa, escasamente clasificados y sin estratificación.

En esta geoforma se ha levantado dos fichas de campo una en el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y otra en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.



Fotos 30 y 31. Coluvión antiguo. Izquierda en el sector Quillusillín 09/04/2014 y derecha en el Sector Ilinchisi (Illagua Patapamba). 08/04/2014

3.5.3.8. Macrocoluvión (Col3)

Esta geoforma se ubica en el sector noroccidental, junto al límite cantonal con Saquisilí, concretamente al oeste de la Cooperativa de Cotopilalo. Está íntegramente en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Genética y morfológicamente se trata de un coluvión, sólo denominado así por presentar unas dimensiones mayores a 140 ha. Están compuestos por materiales detríticos, transportados desde las partes altas de los relieves y vertientes por acción de la gravedad y depositados en las partes intermedias o al pie de las mismas. Los materiales depositados son una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.

Se caracteriza por pendiente suave (de 5 a 12%), desniveles relativos de 50 a 100 metros, longitudes de vertiente muy largas (más de 500 m), y una forma mixta de vertiente.

3.5.3.9. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

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

Estos depósitos se sitúan, mayoritariamente, en las mismas áreas geográficas que los escarpes de deslizamiento, pero en general está repartida por toda la extensión del cantón. Están compuestos por material de alteración y meteorización de las laderas y por fragmentos angulares rocosos de las formaciones de las que proceden. Se encuentran en todos los contextos morfológicos presentes en el cantón, a excepción del *Medio aluvial de Sierra*.

Las pendientes de estos depósitos presentan gran variabilidad (de 5 a 70%), con longitudes de vertiente generalmente largos a muy largos (250 a más de 500 m) y desniveles relativos que igualmente presentan rangos muy diversos (de 50 hasta 300 metros), en gran parte derivados de la magnitud del movimiento. Las formas de la vertiente de estos depósitos son rectilíneas, mixtas e irregulares.

3.5.3.10. Glacis de esparcimiento (Pd1)

Esta geoforma se sitúa ocupando una gran superficie en el sector sur del cantón, junto al límite cantonal con Salcedo y al este del río Cutuchi. Está íntegramente en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Un glacis es una unidad geomorfológica que consta de una suave pendiente generalmente formada por la lixiviación y posterior deposición de las partículas finas de un cono de deyección o una ladera. Como litología, constan depósitos de ladera, que son gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables con elementos finos (limos, arcillas y arenas).

Presenta una pendiente suave (de 5 a 12%), un desnivel relativo entre 25 y 50 m, una longitud de vertiente muy larga (más de 500 m) y formas de la vertiente suavemente cóncavas. Están formados por una delgada cobertera de depósitos de ladera.

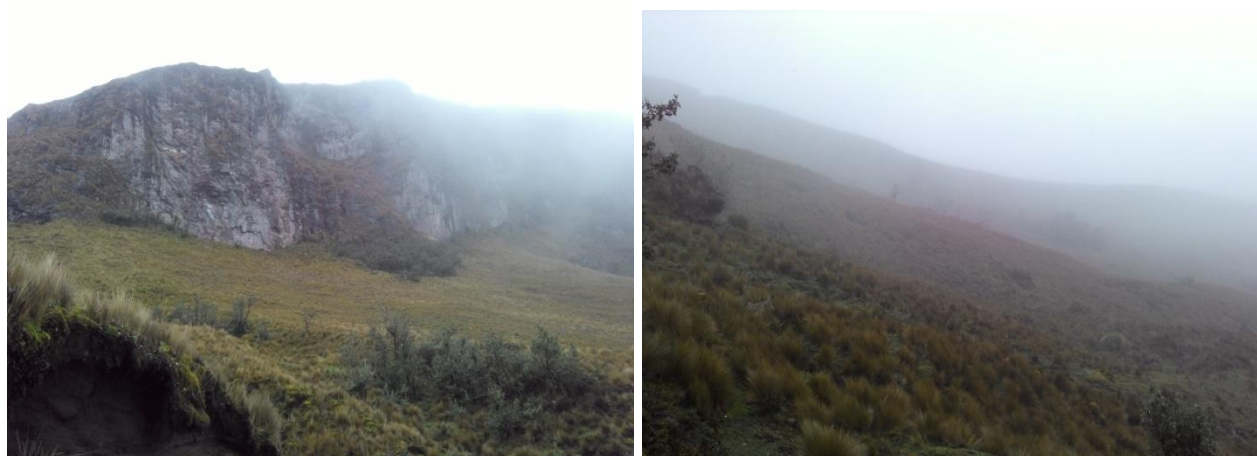
3.5.4. Glaciar y periglacial

3.5.4.1. Circo glaciar (Gf1)

Los circos glaciares se encuentran ubicados a lo largo de la zona este del cantón, cerca al límite con los cantones Tena y Salcedo. Forman parte de dos contextos morfológicos: *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial 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. En el caso del cantón Latacunga estos circos glaciares se desarrollan sobre los materiales pliocénicos de la Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, aglomerados con bloques de andesitas basálticas).

Presentan una pendiente de media a fuerte hasta fuerte (de 25 al 70%), desniveles relativos muy diversos (comprendidos entre 25 y 300 metros), longitudes de la vertiente de largas a muy largas (de 250 a más de 500 metros), con formas cóncavas pero también mixtas en menor proporción.



Fotos 32 y 33. Circo glaciar en contexto Paisajes glaciares desarrollados en la Formación Pisayambo. Sector Mulaló. 08/04/2014

3.5.4.2. Cubeta glaciar (Gf2)

Las cubetas glaciares son geformas 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 till (tillita). Son depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino.

Se encuentran a lo largo de la zona este del cantón, cerca del límite con los cantones Tena y Salcedo, formando parte de dos contextos morfológicos distintos: *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Presentan pendientes de rango variable (de 0 a 25%), desniveles relativos mayoritariamente bajos (de 5 a 50 metros), con longitudes de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros), y formas de la vertiente cóncavas.



Foto 34. Cubeta glaciar en el contexto paisajes glaciares. Sector Cerro Chuchiguasi (Latacunga). 09/04/2014

3.5.4.3. Fondo de valle glaciar (Gf3)

Esta geforma se encuentra en el sector oriental del cantón, entre los volcanes Cotopaxi, Chalupas y Chinibano. Se ubica íntegramente en el contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Estos valles se forman por la acción erosiva de los glaciares, rellenándose tanto por los depósitos del mismo glaciar como por depósitos de laderas, siendo en todo caso depósitos glaciares. Se encuentran formados por depósitos pobremente clasificados

con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino (till, tillita).

Se caracterizan por pendientes de suaves a medias (de 5 a 25%), y formas de valle típicas en U.



Fotos 35 y 36. Fondo de valle glaciar en el contexto Paisajes glaciares. Depósitos glaciares (till, tillita) en forma de U. Sector 11 de noviembre (Ilinchisi). 08/04/2014

3.5.4.4. Vertiente de valle glaciar (Gf4)

Estas geoformas se localizan en el extremo sureste del cantón, entre los volcanes Cotopaxi, Chalupas y Chinibano. Se encuentran en tres contextos morfológicos diferentes: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, ii) *Paisajes glaciares* y iii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

En el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán están asociadas a la Formación Cangahua (ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos), mientras que en los paisajes del páramo y glaciares se desarrollan en la Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, aglomerados con bloques de andesitas basálticas).

Presentan pendientes de medias hasta fuertes (de 12 al 70%), desniveles relativos muy variables, comprendidos entre 15 y más de 300 metros y vertientes de longitud moderadamente larga a muy larga (de 50 a 500 m) con formas rectilíneas.

3.5.4.5. Valle glaciar colgado (Gf5)

Esta geoforma se localiza en el sector sur oriental del cantón, junto al límite cantonal con Tena y entre los volcanes Cotopaxi, Chalupas y Chinibano. Se encuentra en dos contextos morfológicos diferentes: *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Su litología está compuesta por Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño

bloque empastados en matriz de grano fino, que son típicos de los depósitos glaciares. Estos valles glaciares no desembocan en ningún sistema fluvial principal, se encuentran colgado con respecto a otro valle glaciar principal.

Sus características son una pendiente de plana a suave (de 0 a 12%) y una forma de valle en U típico de los valles glaciares.

3.5.4.6. Rocas aborregadas (Gf7)

Esta unidad geomorfológica se encuentra repartida en el sector oriental del cantón, junto al límite cantonal con Tena y entre los volcanes Cotopaxi, Chalupas y Chinibano. Se sitúa en dos contextos morfológicos diferentes: *Paisajes glaciares*, y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Se trata de una superficie que presenta formas similares a vellones de lana, formados por la erosión del hielo en movimiento sobre la roca. En el cantón se desarrollan exclusivamente en la secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas) de la Formación Pisayambo. Se caracterizan por una pendiente de suave a media (de 5 a 25%) y ocupan una extensión aproximada de 6 km².

3.5.4.7. Laguna glaciar (Gf8)

En el cantón Latacunga las lagunas glaciares se localizan en el sector oriental del cantón, entre los volcanes Cotopaxi, Chalupas y Chinibano. Están íntegramente en el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

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

3.5.4.8. Morrena de fondo (Gd1)

Se trata de morrenas que ocupan amplias llanuras cubiertas por till, a menudo ocupando los fondos de valles glaciares. En el cantón se localizan en el sector oriental, entre los volcanes Cotopaxi, Chalupas y Chinibano, vinculadas a los valles glaciares. Aparecen exclusivamente en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Se caracterizan por pendientes suaves (de 5 a 12%) y ocupan en el cantón una extensión de aproximadamente 1 km².

3.5.4.9. Morrena lateral (Gd2)

Las morrenas laterales son sedimentos glaciares no estratificados depositados directamente por las zonas más extensas del glaciar. Los materiales que constituyen esta geoforma corresponden a los mismos depósitos glaciares. Se localizan en el sector oriental del cantón, entre los volcanes Cotopaxi, Chalupas y Chinibano,

coincidiendo con el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Se caracterizan por una pendiente entre suave y media (del 5 al 25%), un desnivel relativo entre 50 y 100 metros, con vertientes muy largas (de más de 500 metros), con cimas redondeadas y vertientes cóncavas.

3.5.4.10. Morrena frontal, arco morrénico (Gd3)

Al igual que los otros tipos de morrenas, se encuentran en la zona sureste del cantón, cercana al límite con el cantón Tena, y entre los volcanes Chinibano y Chalupas. Está íntegramente en el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Estas morrenas, constituidas por los mismos depósitos glaciares, se encuentran en las zonas distales de los valles glaciares. Presentan unas pendientes muy suaves (del 2 al 5%) y ocupan una superficie inferior a 1 km².

3.5.4.11. Morrenas (Gd4)

Esta geoforma se localiza en el sector oriental del cantón, entre los volcanes Cotopaxi, Chalupas y Chinibano. Se ubica íntegramente en el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Esta geoforma se establece en morrenas que no se han podido clasificar en ninguno de los tipos de morrenas descritos. Están constituidas por los mismos sedimentos glaciares y fluvioglaciares. En el cantón presentan una pendiente de suave a media (de 5 al 25%), desniveles relativos de 25 a 50 metros, longitudes de la vertiente moderadamente largas (de 50 a 250 metros) y vertientes cóncavas, cuando aplican estos atributos.

3.5.4.12. Bloques erráticos glaciares (Gd5)

Se trata de bloques, de dimensiones métricas a decamétricas, depositados por la actividad glacial, generalmente de litologías distintas a las del material sobre el que se asientan.

Se ha identificado esta geoforma en el extremo sur este del cantón, al noreste de la Laguna Salayambococha, en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Litológicamente se trata de depósitos glaciares (till, tillita, depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino. Presentan una pendiente suave (del 5 al 12%), y ocupan una extensión inferior a 1 km².

3.5.4.13. Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6)

Es una unidad geomorfológica de extensión considerable, aproximadamente 5 km², localizada por un lado al norte de la localidad de San Juan de Pastocalle y por otro en el extremo sureste del cantón. Aparece en tres contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, ii) *Paisajes glaciares*, y iii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial 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 de rango muy variable (de 0 a 25%), más suaves en coincidencia con los paisajes de páramo. Las formas del drenaje son dendríticas o subdendríticas, con valles planos y vertientes convexas.

3.5.4.14. Nicho de nivación (Gp1)

Los nichos de nivación se encuentran principalmente en el sector oriental del cantón, entre los volcanes Cotopaxi, Chalupas y Chinibano, más concretamente en la zona de Patopamba. Forman parte del contexto morfológico *Paisajes glaciares*, desarrollados en la Formación Pisayambo.

Se trata de circos glaciares embrionarios, que podrían evolucionar hacia dichos circos si la nieve perdurara a lo largo del tiempo y se transforma en hielo permanente. Ocupan una extensión inferior a 1 km².

Se caracterizan por presentar pendientes de muy suaves a suaves (del 2 al 12%), desniveles relativos de 0 a 5 metros, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 metros) de formas cóncavas.

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

La gran mayoría se encuentran ubicadas a lo largo del extremo oriental del cantón, en las Lagunas de Ravo Cochis. Se sitúa en tres contextos morfológicos diferentes: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, ii) *Paisajes glaciares* y iii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Se trata de pequeñas depresiones endorreicas, sin lámina de agua permanente, de origen glaciar. Están rellenas por depósitos superficiales indiferenciados. Se caracterizan por pendientes de planas a suaves (de 0 a 12%).



Foto 37. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial en Paisaje glaciar. Quebrada el Morro. Sector Mulaló. 08/04/2014

3.5.4.16. Afloramientos rocosos en ambiente periglacial (Gp3)

Se trata de afloramientos rocosos, sin suelo o en proporción muy baja, que no dan lugar a ninguna otra geoforma del medio glaciar-periglacial. Se encuentran ubicados principalmente en la zona este del cantón, cerca del límite con los cantones Tena y Archidona. Aparecen en dos contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares* y ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial 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 variables (de 5 al 40%), desniveles comprendidos entre 200 y 300 metros, con longitudes 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 al norte del cantón, concretamente al norte de la localidad de san Juan de Pastocalle (vinculado al vulcanismo de los Illinizas) y por otro lado al sureste del cantón (vinculado al vulcanismo de Llanganates). Aparecen en dos contextos morfológicos: *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, y *Paisajes glaciares*.

Se trata de relieves en los que no puede reconocerse el antiguo edificio volcánico, si bien se observan vestigios de él. Se desarrollan en los Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón en el norte del cantón (lavas andesíticas de grano fino y porfiríticas, bajo frecuente cobertura piroclástica), y en la Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas) en el sur del cantón.

Se caracterizan por pendientes muy variables (de 5 al 70%) con predominio de los medios (de 12 a 25%), desniveles relativos también de diversos rangos (de 15 a más de 300 metros), y longitudes de la vertiente predominantemente muy largas (de 250 a 500 metros), con drenajes dendríticos, subdendríticos y radiales, cimas principalmente agudas y vertientes entre rectilíneas y mixtas.

En esta geoforma se levantaron tres fichas de campo, dos en la formación volcánicas del Atacazo, Illiniza y Corazón y una en la Formación Pisayambo.



Fotos 38 y 39. Vestigios de edificios volcánicos en los Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón. Sector Playas de San Diego, San Juan de Pastocalle. 10/04/2014



Foto 40. Vestigios de edificios volcánicos en la Formación Pisayambo en el contexto Paisajes glaciares. Cerro Puturcu de Nuetanda. 09/04/2014

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

Esta geoforma se sitúa exclusivamente en el sector noroccidental del cantón, en la ladera suroeste de los Illinizas. De hecho, corresponden a formas del mismo edificio volcánico. Se localiza en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Cono volcánico, sin actividad 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).

En el cantón Latacunga se desarrollan en la Formación Cangahua (ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos) y en Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón (lavas andesíticas de grano fino y porfiríticas, bajo frecuente cobertura piroclástica).

Se caracterizan por pendientes fuertes en la Formación Cangahua y medias en los Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón. El desnivel relativo oscila entre los 200 y más de 300 metros, con longitudes de la vertiente muy largas (más de 500 metros), cimas agudas y vertientes cóncavas. Ocupan una superficie aproximada en el cantón de 15 km².

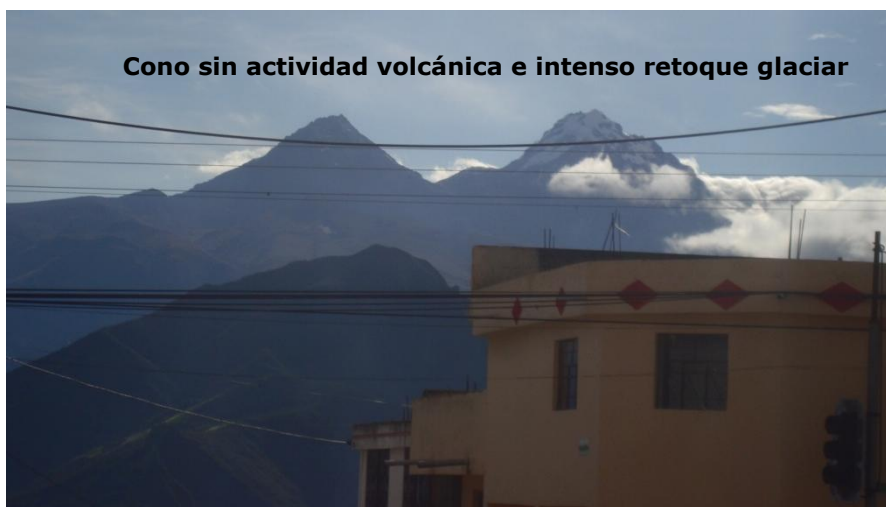


Foto 41. Cono sin actividad volcánica e intenso retoque glaciar. Vista general de los Illinizas. Sector Toacaso. 09/04/2014

3.5.5.3. Cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar (Vci2)

Esta geoforma se sitúa exclusivamente en el sector noroccidental del cantón, en la ladera sureste de los Illinizas y suroeste del Rumiñahui. De hecho, corresponden a formas del mismo edificio volcánico. Se localiza en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Se trata de conos volcánicos, que no fueron recubiertos totalmente por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en los que, por tanto, la remodelación glacial se limita a la parte superior de la construcción.

De acuerdo con los volcanes a los que se asocian, esta geoforma se desarrolla en los materiales pleistocénicos de los Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón (lavas andesíticas de grano fino y porfíricas, bajo frecuente cobertura piroclástica) y Volcánicos Rumiñahui (tobas y diques andesíticos).

Presentan pendientes variables desde suaves hasta fuertes y desniveles relativos entre 100 y más de 300 metros, más fuertes en el Rumiñahui, con longitudes de la vertiente muy largas (más de 500 metros), cimas redondeadas, y vertientes entre cóncavas y mixtas.



Foto 42. Cono sin actividad volcánica y moderado retoque glacial. Vista general. Sector Troacaso. 07/04/2014

3.5.5.4. Rampas de piedemonte de cono volcánico (Vc8)

Son superficies ligeramente cóncavas, que arrancan de la parte inferior de un cono volcánico (en este caso del Rumiñahui, los Ilinizas, y Cotopaxi) y enlazan con una llanura. Es dónde se encuentran las poblaciones más importantes del cantón. Se trata de la geoforma dominante en el cantón, con una extensión de 150 km², el 12,2% de la superficie total.

Esta geoforma se encuentra repartida por todo el cantón de Latacunga, principalmente en el centro y noroeste, en los contextos morfológicos *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas y Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

En el contexto *Construcciones de tipo estrato-volcán* se desarrollan en depósitos fluvio glaciares, Formación Cangahua, Volcánicos Cotopaxi, Formación Latacunga, Sedimentos volcánicos del Naranjal, y Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón. Se caracterizan por pendientes de rango muy amplio (de 2 al 40%), desniveles relativos de 25 a 300 metros, longitudes de la vertiente generalmente muy largas (más de

500 metros), y formas de la vertiente principalmente cóncavas, pero también rectilíneas e irregulares.

En el contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica* están únicamente relacionados con los Sedimentos volcánicos del Naranjal (depósitos volcano-sedimentarios, aglomerados y conglomerados con fragmentos volcánicos subredondeados y tobas de colores diversos). Presentan pendientes de suaves a medias (de 5 al 25%), desniveles relativos de 50 a 300 metros, con longitudes de la vertiente principalmente muy largas (más de 500 metros), de formas cóncavas.

En el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas se levantó una ficha en esta geoforma en la Formación Latacunga. Se identificó un depósito piroclástico de espesor variable de 0,6 a 1 m, sobre la Formación Latacunga. Motivo por el que se caracterizaron dos litologías distintas. El depósito superficial de tipo laderas presentaba un 20% de bloques, un 50% de limo y un 30% de arena, como se muestra en las fotografías siguientes.



Fotos 43 y 44. Rampas de piedemonte de cono volcánico y detalle depósito superficial. Sector Pichaló. 08/04/2014.

En el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas se caracterizó esta geoforma en la Formación Latacunga, en el sector Colaguango. El depósito era una secuencia sedimentaria de toba volcánica con relleno de carbonatos en sus fracturas y piedra pómez, tal como se muestra en las fotografías siguientes. En superficie se identificó un depósito coluvial de 0,3 a 1 m de espesor.



Fotos 45 y 46. Rampas de piedemonte de cono volcánico y detalle del depósito. Sector Colaguango. 09/04/2014.



Fotos 47 y 48. Rampas de piedemonte de cono volcánico en los Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón. Sector San Juan de Pastocalle. 07/04/2014.

3.5.5.5. Flujo de piroclastos (Vc9)

Esta geoforma se localiza principalmente en la mitad oriental del cantón Latacunga, en la vertiente suroeste del Cotopaxi. Está íntegramente en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Se trata de una corriente de piroclastos de alta densidad, semifluida, que se desplaza a nivel del relieve, en que las partículas están envueltas por gas a alta temperatura. En función de la temperatura de emplazamiento se pueden presentar sin consolidar, cementadas o soldadas, lo que proporciona expresiones morfológicas diferentes. Se relacionan con la Formación Cangahua (ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos), la Formación Pisayambo (Secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, aglomerados con bloques de andesitas basálticas) y los Volcánicos Cotopaxi (andesitas, riocacitas y piroclastos).

Estos flujos se caracterizan por pendientes muy variables, principalmente de suaves a fuertes (de 5 al 70%), desniveles relativos que oscilan entre 25 y más de 300 metros, con vertientes de longitud muy larga (más de 500 metros) y vertientes de formas cóncavas, convexas e irregulares.

En el trabajo de campo se caracterizó un flujo de piroclastos en el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas en la Formación Cangahua. Este presentaba fragmentos heterométricos de rocas volcánicas (riolitas, andesita, basalto, ceniza, pómez y bombas piroclásticas) de entre 0.3 y 1 m de diámetro.

La cobertura superficial de cenizas volcánicas y piroclastos presentaba un 40% de bloques angulares y un 60% de limo.



Fotos 49 y 50. Flujo de piroclastos. Vista general y detalle de la Formación Cangahua. Sector 11 de Noviembre (Ilinchisi). 08/04/2014



Fotos 51 y 52. Flujo de piroclastos de la Formación Cangahua. Sector Loma Genavista y Yantaloma. 08/04/2014

3.5.5.6. Colada de lava antigua (Vc10)

Cuerpos originados 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. Se sitúan en la zona norte del cantón Latacunga, en las laderas del Illiniza Sur, Rumiñahui y Cotopaxi, con lo cual geológicamente se desarrollan en los Volcánicos Cotopaxi (andesitas, riocacitas y piroclastos), Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón (Lavas andesíticas de grano fino y porfíricas, bajo frecuente cobertura piroclástica), y Volcánicos Rumiñahui (tobas y diques andesíticos)

Están íntegramente en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Se caracterizan por una pendiente variable, mayoritariamente muy suave y suave (de 2 al 12%), con desniveles relativos de rango muy amplio (de 25 a más de 300 metros), vertientes generalmente muy largas (más de 500 metros) de formas principalmente rectilíneas y convexas.

En esta geoforma se han levantado dos fichas de campo, ambas con litología Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón. En el macizo rocoso que se observa en las fotografías siguientes se describieron dos litologías diferentes. La superior se trata de depósitos volcánicos cenizas y piroclastos, con bloques de riolita bien conservados. Se caracteriza por un 70% de arenas, un 20% de limo y un 10% de grava. La litología inferior corresponde a lavas andesíticas de grano fino y porfíricas, y se caracteriza por una estructura masiva, con bajo grado de fracturación y alto grado de compactación, y diaclasas con aperturas inferiores a 0,1 mm con espacios de 20 a 60 cm.





Fotos 53, 54, 55 y 56. Colada de lava antigua. Vistas generales y detalle del depósito superficial cenizas y piroclastos (abajo izquierda) y detalle del macizo rocoso andesitas (abajo derecha). Sector Toacaso. 07/04/2014

3.5.5.7. Abrupto de colada de lava (Vc12)

En los casos en que ha sido cartografiable se han diferenciado las vertientes frontales de las coladas de lava, con pendiente sensiblemente superior al resto del cuerpo lávico.

En el cantón Latacunga se encuentran en dos ubicaciones distintas, por un lado al oeste, concretamente al noroeste de la localidad de Planchaloma; y por otro lado en el centro del cantón, concretamente al este de la localidad de San Agustín de Callo. Se encuentran íntegramente en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Según su ubicación anterior, se desarrollan en los Volcánicos Cotopaxi (al noreste del cantón) o en los Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón (al noroeste del cantón). Se caracterizan por una pendiente media (del 12 al 25%), un desnivel relativo entre 25 y 50 metros, con una longitud de la vertiente generalmente larga (de 250 a 500 metros) de formas irregulares y cóncavas.

En esta geoforma se levantó una ficha de campo en el contexto Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte). Se identificaron lavas (andesitas, riodacitas y piroclastos) de los Volcánicos Cotopaxi, recubiertos por cenizas y piroclastos de la Formación Cangahua. Este depósito volcánico superficial se caracterizó con un 30% de grava, un 50% de arena y un 20% de limo.

Por su parte, las lavas andesíticas de los Volcánicos Cotopaxi se describieron con estructura masiva, fracturación y meteorización media, compactación alta, y con un espacio entre diaclasas de 6 a 20 cm y una abertura inferior a 0,1 mm.



Fotos 57, 58 y 59. Vista general del abrupto de colada de lava y detalle de las lavas andesíticas de los Volcánicos Cotopaxi (arriba derecha) y de la cobertura de cenizas y piroclastos (abajo). Sector San Agustín de Callo, Mulaló. 08/04/2014.

3.5.5.8. Llanura de depósitos volcánicos (Vc13)

Esta geoforma se sitúa al noreste y al sureste de la ciudad de Latacunga, en la zona central del cantón. La geoforma está íntegramente en el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Se trata de planicies de pendiente inferior al 12%, de dimensiones hectométricas e incluso kilométricas, constituidas por aglomerados tobáceos, con pumita, material piroclástico diverso y arena de la Formación Latacunga. Presentan formas del valle plano.

3.5.5.9. Vertiente de llanura de depósitos volcánicos (Vc14)

La incisión de los depósitos volcánicos de llanura puede dar como resultado abruptos o vertientes, como ocurre en el sureste del cantón, concretamente al noreste y sureste de la ciudad de Latacunga. Aparece en dos contextos morfológicos: *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica*. *Sierra Norte*, y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Se desarrollan en las formaciones Cangahua (ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos) y Latacunga (aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena). Presentan una pendiente muy variable (del 5 al 70%), los desniveles relativos oscilan entre 5 y 50, y la longitud de la vertiente entre 15 y 250. Estos valores son más fuertes en coincidencia con la Formación Latacunga. Las vertientes presentan formas entre cóncavas y rectilíneas.

3.5.5.10. Planicie arenosa de origen lahárico (Vc15)

Esta geoforma se encuentra dispersa en varias zonas del cantón Latacunga: al sureste de Las Pampas de Colcas, en la localidad de Toacaso, entre la ciudad de Latacunga y el barrio Cuatro Esquinas de la misma, entre otras localización menos significativas. Se localiza en tres contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte* y iii) *Medio aluvial de Sierra*.

Se trata de llanuras de origen volcánico que están conectadas directamente con los lahares procedentes del volcán, estando estos últimos encauzados en barrancos, que la alimentan o la han alimentado. En este caso, su litología son depósitos volcánicos, constituidos por depósitos volcano-sedimentarios de granulometría y distribución variable (ceniza, lapilli y bloques de angulares a redondeados), con frecuentes fragmentos lávicos intercalados.

Se caracterizan por pendientes mayoritariamente de planas a suaves (de 0 a 12%) y fondos de valle planos.

3.5.5.11. Superficie volcánica ondulada (Vc16)

Esta geoforma se sitúa repartida en tres zonas distintas del cantón. Dos en el sector oeste del cantón al sur de la localidad de Benito Pamba, y otra en el sector sureste del cantón, en la zona de Pato Pamba. Se encuentran repartidas en cuatro contextos morfológicos distintos: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte* y iv) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Se trata de un relieve asociado a materiales volcánicos antiguos, formado en las zonas bajas de cada uno de los contextos morfológicos. En el contexto de Relieves de fondo de cuencas interandinas se desarrollan en la Formación Latacunga, en el contexto de Vertientes (tanto superiores como inferiores) en los Sedimentos volcánicos del Naranjal, y en los Paisajes glaciares en la Formación Pisayambo.

Presentan pendientes de muy suaves a medias (de 2 al 25%), y desniveles relativos de 5 a 50 metros. Ocupan una superficie aproximada de 9 km².

En esta geoforma se levantó una ficha en Pato Pamba, en la Formación Pisayambo. Se identificó un depósito superficial de lapilli sobre una secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos.



Fotos 60 y 61. Superficie volcánica ondulada y depósito de lapilli. Sector Pato Pamba (Ilinchisi). 09/04/2014

3.5.5.12. Lahar (VcL)

En el cantón se ubican en dos zonas distintas, por un lado en el centro del cantón Latacunga, aproximadamente siguiendo el curso del río Cutuchi y por otro lado al noroeste, cerca de la localidad de Toacaso. Ocupan una extensión considerable en el cantón, 136 km² (11% de la superficie total del área de estudio).

Se presentan en tres contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte* y iii) *Medio aluvial de Sierra*.

Los lahares son coladas de detritos o barro, originados por agua, cenizas volcánicas y otros piroclastos. Aunque en coincidencia con el Medio aluvial de Sierra también se asocian a depósitos aluviales (terrazas de composición laharítica) constituidos por arenas, cantos y bloques de origen laharítico.

Se caracterizan por una pendiente muy variable (de hasta el 25%), y formas del valle principalmente planos, pero también en V. Estos lahares presentan una densidad de incisión importante, existen varios barrancos en el interior de la geoforma pero se ha cartografiado únicamente los que tienen mayor pendiente y anchura.

En el trabajo de campo se caracterizó un lahar en el sector Tanicuchi (en el centro del cantón, cerca de Mulaló). Este depósito volcánico laharítico se caracterizó in situ con una composición de un 15% de bloque angular, un 15% de bloque redondeado, un 20% de grava, un 30% de arena y un 20% de limo.

En el río Alaquez, cerca de Chaca Chicta, se caracterizó este depósito volcánico laharítico con una composición de un 20% de bloque angular, un 10% de bloque redondeado, un 40% de grava y un 30% de arena.



Fotos 62 y 63. Lahar. Vista general y detalle del depósito superficial de cenizas volcánicas con cantos y bloques, de marcada heterometría. Sector Chaca Chicta, Mulaló. 08/04/2014.



Fotos 64 y 65. Lahar. Vista general y detalle del depósito superficial de cenizas volcánicas con cantos y bloques, de marcada heterometría. Sector Tanicuchi. 07/04/2014.

3.5.5.13. 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 dos domos volcánicos, uno en el extremo norte del cantón, al norte de la localidad de San Bartolomé de Pastocalle en el contexto *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, y otro en el extremo sureste del cantón, cerca del pico Huangustasín, en el contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

El domo del norte se desarrolla en la Formación Cangahua (ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos), y en las Riolitas del Putzalagua (tobas riolíticas de color blanco, con fenocristales negros de piroxenos, biotitas y granos de magnetita). Presenta una pendiente entre media y fuerte (de 12

al 70%), con desniveles de 50 a más de 300 metros, y longitudes de la vertiente muy largas (más de 500 metros). Las cimas son generalmente agudas pero también se identifican redondeadas y la vertiente es rectilínea o cóncava.

El domo del sureste del cantón se desarrolla en Riolitas, presenta una pendiente de media a fuerte (de 25 a 40%), con longitudes de la vertiente moderadamente largas (de 50 a 250 metros), cimas redondeadas y vertientes cóncavas.

En campo se caracterizaron los dos domos descritos. El domo ubicado en la Formación Cangahua se observa en las fotografías siguientes.



Fotos 66 y 67. Domo volcánico en la Formación Cangahua. Sector San Juan de Pastocalle. 10/04/2014

En el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas se caracterizó un domo volcánico en las Riolitas del Putzalagua (tobas riolíticas de color blanco, con fenocristales negros de piroxenos, biotitas y granos de magnetita). Presentaban una estructura masiva, con un alto grado de meteorización.



Fotos 68 y 69. Domo volcánico. Vistas generales y detalle de las tobas riolíticas. Sector Guantaloma (Belisario Quevedo). 09/04/2014

3.5.5.14. Relieve volcánico colinado bajo (Rv8)

Esta geoforma se sitúa en el sector centro occidental del cantón, concretamente al norte y al sur de las ciudades Latacunga y Saquisilí. Se encuentra en dos contextos morfológicos: *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte y Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

La unidad geomorfológica ocupa aproximadamente 17 km² y se desarrolla en la Formación Latacunga (aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena). Presenta cimas redondeas con vertientes principalmente convexas pero también cóncavas y mixtas, con valles mayoritariamente en V. Las pendientes son entre suaves y medias (del 5 al 25%) y desniveles relativos que no llegan a superar los 25 metros.

3.5.5.15. Relieve volcánico colinado medio (Rv9)

Se trata de un relieve con desniveles relativos comprendidos entre 25 y 100 metros, formado en las zonas altas del contexto morfológico. Es volcánico pues está creado por formaciones de tipo volcánico y ocupa una extensión considerable en el cantón de aproximadamente 50 km².

Esta geoforma se sitúa mayoritariamente en el centro sur del cantón, sobre todo alrededor de la ciudad de Latacunga. Se encuentra en tres de los contextos morfológicos definidos para el cantón: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte* y iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

Geológicamente aparecen con mayor frecuencia asociados a la Formación Latacunga, pero también se encuentran en Formación Cangahua y Sedimentos volcánicos del Naranjal.

Se caracterizan por pendientes variables (de 5 al 40%), longitudes de la vertiente entre 50 y 500 metros, y valles en V, pero también en U, con cimas principalmente redondeadas y vertientes de forma mixta e irregular.

Las fotografías que siguen corresponden al trabajo de campo realizado en el contexto Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. En la ficha se describió una secuencia de sedimentación volcánica extrusiva de tres episodios, compuesta por piedra pómez, lapilli y toba volcánica.



Fotos 70 y 71. Relieve volcánico colinado medio. Vista general y detalle de la de secuencia compuesta de piedra pómez, lapilli y toba volcánica. Sector Poalo, cerca de Saquisilí 07/04/2014

3.5.5.16. Relieve volcánico colinado alto (Rv10)

Similar a la anterior geofoma da lugar a elevaciones de hasta 200 metros de desnivel relativo. Se encuentra en dos localizaciones distintas, ambas en la zona occidental del cantón. Por un lado al norte de la localidad de Chidulchi Chico y por otro lado justo en la zona de límite cantonal con Saquisilí y Pujilí, en los contextos morfológicos: *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte.*

Se caracterizan por presentar pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%), cimas agudas y vertientes cóncavas y mixtas, con una longitud de vertiente que varía entre 250 a 500 metros.

Geológicamente se encuentran asociados a la Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, aglomerados con bloques de andesitas basálticas).

3.5.5.17. Relieve volcánico montañoso (Rv12)

Esta geofoma se sitúa en el extremo noroccidental del cantón, a ambos lados de la cabecera del río Jatuncama dónde ocupa una extensión considerable de aproximadamente 30 km². Aparece en tres contextos morfológicos: i) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte* y iii) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental).*

Se trata de un relieve con desniveles relativos superiores a 300 metros, formado en las zonas altas de los contextos morfológicos. Se desarrolla en formaciones de tipo volcánico, como son las formaciones Cangahua y Pisayambo.

Presentan cimas principalmente agudas pero también redondeadas, con vertientes irregulares y cóncavas, y valles en V. Sus pendientes son de media a fuerte hasta

fuerzas (del 25 al 70%), con longitudes de la vertiente muy largas (más de 500 metros).



Foto 72. Relieve volcánico montañoso sobre secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos de la Formación Pisayambo. Sector Guayarapungo. 09/04/2014

3.5.6. Estructural

3.5.6.1. Superficie de chevron (Ei5)

Esta geoforma se encuentra ubicada en el extremo noroeste del cantón, al sur de la localidad de Chambapata. Está incluida en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*. Su litología, en este caso, está compuesta por lutitas y areniscas de la formación Moraspamba. Estos materiales datan del Mio-Plioceno.

Las superficies de chevron se caracterizan por poseer una pendiente fuerte (de 40 al 70%), un desnivel relativo mayor de 300 metros, una longitud de vertiente muy larga (más de 500 m), y una vertiente de forma rectilínea.

Las corrientes que cortan ortogonalmente la dirección de los estratos dan lugar a este tipo de morfología en facetas triangulares. Ocupa una extensión aproximada de 1 km².

3.5.6.2. Frente de chevron (Ei6)

Esta geoforma se encuentra al noroeste del cantón, al sureste de la localidad de Chambapata, vinculada a la geoforma anterior. Está íntegramente en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Los chevrones son representaciones de capas inclinadas, con buzamientos comprendidos entre 12° y 56° (del 25 al 150%). En ellas se diferencian las

superficies (techos de capa subaéreos), los frentes o cornisas (taludes verticales o casi verticales donde acaban las superficies) y las vertientes, que unen los frentes con las llanuras bajas. En este caso su litología la conforma también la formación Moraspamba (lutitas, areniscas).

Se caracteriza por presentar una pendiente fuerte (de 40 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 100 y 200 metros, longitud de vertiente largas (de 250 a 500 m) con forma rectilínea.

3.5.6.3. Vertiente de chevron (Ei7)

Esta geoforma se encuentra al noroeste del cantón, al sureste de la localidad de Chambapata, en continuidad con la superficie y el frente de chevron descritos anteriormente. Está íntegramente en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Estas vertientes se dan a continuación de los frentes de las capas inclinadas (en ángulos comprendidos entre 12° y 56°) o bien directamente de las superficies, siempre que los frentes no sean representables. Como en las otras geoformas asociada a este chevron su litología la conforma la formación Moraspamba (lutitas, areniscas).

Se caracteriza por presentar pendientes de media a fuerte (de 25 a 40%), desniveles relativos comprendidos entre 100 y 200 metros, y longitudes de vertiente largas (de 250 a 500 m) con forma cóncava. Ocupa una extensión inferior a 1 km² en el cantón.

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

Esta geoforma presenta muy poca extensión en el cantón Latacunga, inferior a 1 km². Se encuentra asociada al chevron descrito anteriormente, por lo cual se ubica al noroeste del cantón, al sureste de la localidad de Chambapata, 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 de la formación Moraspamba, materiales que datan del Mio-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 irregulares.

3.5.6.5. Niveles estructurales sobre lavas endurecidas (Ev1)

Los niveles estructurales sobre lavas endurecidas son 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. Tienen rangos de tamaño muy variado. Su litología, en este caso, es la formación Pisayambo, constituida por secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas).

Estos niveles se encuentran en el límite oriental el cantón, en la falda sur del volcán Cotopaxi. Se incluyen en dos contextos morfológicos: *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, y *Paisajes glaciares*.

Se caracterizan por pendientes medias (de 12 al 25%) y muy fuertes (de 70 al 100%), desniveles relativos comprendidos entre 100 y más de 300 metros, con vertientes de largas a muy largas (de 250 a más de 500 metros), y vertientes irregulares o rectilíneas.



Foto 73. Niveles estructurales sobre lavas endurecidas al norte de Peñas del Tablón (sector Mulaló) en la Formación Pisayambo. 08/04/2014

3.5.6.6. Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre Cangahua (Ev3)

Estas superficies se dan en las capas planas de la Formación Cangahua, en la zona norte del cantón, en la Planada de Guintza (donde se encuentra la localidad de San Bartolomé de Pastocalle). La Formación Cangahua está constituida por ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos, material de relleno considerado por su compactación y potencia una formación en sí misma, que procede de la actividad del Cotopaxi.

Se encuentran íntegramente dentro del contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*. Se caracterizan por presentar pendientes suaves (de 5 a 12%).

En campo se caracterizó esta geoforma sobre la Formación Cangahua. Se trataba de un afloramiento de ceniza volcánica andesítica compuesto por distintas facies de aglomerado y lapilli.



Fotos 74, 75, 76 y 77. Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre Cangahua. Vista general y detalle del depósito superficial (donde se observan las distintas facies de aglomerado y lapilli). Sector Planada de Guintza, Mulaló. 10/04/2014.

3.5.7. Poligénicas

3.5.7.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Esta geoforma se localiza en dos sectores distintos, por un lado en el centro del cantón, concretamente al noreste de la localidad de Mulaló, y por otro lado al suroeste del cantón, justo al suroeste de la localidad de Saquisilí. Se encuentra en dos contextos morfológicos: *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*.

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 suaves (de 2 a 12%) y formas de valle generalmente planas pero también en V.

3.5.7.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Esta geoforma se sitúa repartida por toda la superficie del cantón, aunque principalmente a lo largo de toda la zona central. Se localiza en todos los contextos morfológicos, salvo en las *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

De características muy similares a las de la anterior geoforma, se les considera antiguos a los que presentan un cierto grado de disección y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada. Su litología corresponde a limo-arcillas, arenas, gravas y bloques.

Presentan pendientes mayoritariamente muy suaves y medias (de 2 al 25%), y formas del valle planas y en V. Ocupan una extensión considerable en el cantón de 30 km².

En esta geoforma se han levantado siete fichas de campo en distintos contextos morfológicos.

En el contexto Medio aluvial de Sierra, cerca de Cuichi Morejón, en el sector San Juan de Pastocalle, se caracterizó el depósito superficial fluvial con un 20% de grava, un 40% de arena y un 40% de limo, tal como se observa en las fotografías siguientes. Este depósito presentaba un valle plano y pendientes muy suaves (de 2 al 5%).



Fotos 78 y 79. Coluvio-aluvial antiguo y detalle del depósito superficial al sur-oeste de Latacunga en contexto de Medio aluvial de Sierra. Sector San Juan de Pastocalle. 08/04/2014.



Fotos 80 y 81. Coluvio-aluvial antiguo en el río Blanco contexto de Medio aluvial de Sierra. Sector Huanoashi, San Juan de Pastocalle. 07/04/2014.

En el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas se levantó una ficha de campo. El depósito superficial (constituido principalmente por cenizas volcánicas) se caracterizó con un 30% de grava, un 30% de arena y un 40% de limo.



Fotos 82 y 83. Coluvio-aluvial antiguo en el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas. Sector José Guango Alto, Mulaló. 08/04/2014.

En el contexto Medio aluvial de Sierra, al noreste de la localidad de Latacunga, se caracterizó este depósito con un 50% de arena, un 40% de limo y un 10% de grava. Se trataba de arena fina a media con limos y lapilli de pómez, como se puede observa en las fotografías siguientes.



Fotos 84 y 85. Coluvio-aluvial antiguo en el contexto Medio aluvial de Sierra. Detalle del depósito superficial de arena fina a media con limos y lapilli de pómez. Sector 11 de Noviembre, Ilinchisi (Latacunga). 08/04/2014

En el contexto Paisajes glaciares se caracterizó esta geoforma con una pendiente suave, en el sector Ilinchisi. Presentaba una composición del 15% de bloques redondeados, el 20% de arena, el 40% de grava y el 25% de limo.



Fotos 86 y 87. Coluvio-aluvial antiguo en el contexto Paisajes glaciares. Sector 11 de Noviembre, Ilinchisi (Latacunga). 09/04/2014



Fotos 88 y 89. Coluvio-aluvial antiguo en el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas. Sector 11 de Noviembre, Ilinchisi (Latacunga). 09/04/2014

En el contexto Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas se caracterizó en campo un depósito coluvio-aluvial con una composición del 15% de bloques redondeados, del 20% de arena, del 40% de grava y del 25% de limo.



Fotos 90 y 91. Coluvio-aluvial antiguo y depósito superficial en el contexto Paisajes de páramo. Cerro de Sunfo (Sector Ilinchisi). 09/04/2014

3.5.7.3. Superficie horizontal (Sh2)

Esta geoforma, que ocupa una extensión inferior a 1 km², se ubica en la misma localidad de Latacunga, concretamente al sur del barrio La Cocha. Forma parte de un único contexto morfológico: *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

Se trata de una geoforma descriptiva, de difícil adscripción genética, de pendiente muy suave (de 2 a 5%). Se desarrolla en la Formación Latacunga (aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena).

En la localidad Latacunga, se ha levantado una ficha en esta formación.



Foto 92. Superficie horizontal. Vista general. Sector Latacunga. 09/04/2014.

3.5.7.4. Superficie horizontal disectada (Sh3)

Esta geoforma, que también ocupa una extensión inferior a 1 km², se encuentra en la zona suroeste del cantón, en el límite cantonal de Pujilí, entre las localidades de Collantes Chucutisi y Atapulo. Forma parte exclusivamente del contexto morfológico: *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte.*

Similar a la geoforma anteriormente descrita, en este caso se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en la escorrentía superficial concentrada. Aparece sobre los materiales cretácicos (limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas) de la Formación Yunguilla.

Presenta pendientes medias (de 12 a 25%) y las incisiones, con formas de valle plano, aparecen con desniveles relativos comprendidos entre 50 y 100 metros y vertientes convexas de longitud muy larga (más de 500 metros).

3.5.7.5. Abrupto de superficie horizontal (Sh4)

Corresponde a la vertiente o ladera que, con pendiente sensiblemente más elevada, se desarrolla sobre la geoforma anterior, la Superficie horizontal disectada (Sh3). Se sitúa en la zona sur del cantón de estudio, justo al este de la ciudad de Latacunga. Se presenta, por tanto, en el mismo contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

Presenta pendientes medias (de 12 a 25%), desniveles relativos comprendidos entre 15 y 25 metros y vertientes mixtas de longitud moderadamente larga (de 50 a 250

metros). Se desarrolla en la Formación Latacunga (aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena).

3.5.7.6. Superficie inclinada (Si2)

Esta geoforma se encuentra en dos ubicaciones distintas, por un lado en el sector occidental, concretamente en el límite cantonal con Saquisilí y Pujilí; por otro lado, en el sector sureste, concretamente en el límite cantonal con Tena. Forma parte de cuatro de los contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y iv) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*.

A excepción de las vertientes y relieves inferiores (donde aparece en la Formación Yunguilla), se desarrolla en todos los contextos en la Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, aglomerados con bloques de andesitas basálticas). En el contexto Paisajes glaciares también se encuentra asociada a depósitos fluvio-glaciares (bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas).

Es una geoforma meramente descriptiva y simplemente denota una superficie homogénea con una cierta pendiente. Presenta pendientes de suaves a medias (de 5 al 25%), desniveles relativos de rango muy variable (inferiores a 200 metros), vertientes de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros), con formas de la vertiente principalmente mixtas y rectilíneas.

3.5.7.7. Superficie inclinada disectada (Si3)

Similar a la anterior geoforma (Superficie inclinada, Si2), pero con un grado de incisión de moderado a fuerte en las formas de drenaje que aparecen en ella. Se encuentra en el sector norte del cantón, concretamente al norte y al sur de la Plana de Guintza. Está íntegramente en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Se desarrolla en la Formación Cangahua (ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos) y en los Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón (lavas andesíticas de grano fino y porfiríticas, bajo frecuente cobertura piroclástica).

Se caracterizan por pendientes de muy suaves a medias (de 2 al 25%), y laderas rectilíneas e irregulares en sus incisiones, con formas del valle en V y cimas planas.

Se caracterizó esta geoforma en campo, en el sector Santa Cruz (San Juan de Pastocalle) sobre la Formación Cangahua. Este depósito superficial volcánico se describió con un 10% de grava, un 70% de arena y un 20% de limo.



Fotos 93 y 94. Superficie inclinada disectada. Vista general y detalle del depósito volcánico (Fm. Cangahua). Sector Santa Cruz (San Juan de Pastocalle). 08/04/2014

3.5.7.8. Abrupto de superficie inclinada (Si4)

Sólo se ha identificado este abrupto asociado a las superficies inclinadas (Si2) con una superficie inferior a 1 km². Esta geoforma se sitúa en la zona suroriental del cantón Latacunga, cerca del Cerro Languapungo. Está íntegramente en el contexto morfológico *Paisajes glaciares* y se desarrolla en la Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, aglomerados con bloques de andesitas basálticas).

Presenta una pendiente media (de 12 a 25%), desniveles relativos comprendidos entre 50 y 100 metros, y longitudes de la vertiente moderadamente largas (de 50 a 250 metros) con vertientes de forma cóncava.

3.5.7.9. Superficie alta (Sa1)

Esta geoforma se ubica en la zona suroriental del cantón Latacunga, en el límite cantonal con Tena, al norte de la localidad de Patopamba. Se localiza en dos contextos morfológicos: *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Una superficie alta es simplemente una superficie más o menos horizontal situada en zonas elevadas. Es una geoforma meramente descriptiva. En el caso del cantón Latacunga, estas geoformas se desarrollan en la formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, aglomerados con bloques de andesitas basálticas).

Se caracteriza por pendientes de muy suaves a suaves (de 2 al 12%), y ocupan una extensión de aproximadamente 4 km².

3.5.7.10. Superficie alta disectada (Sa2)

Esta geoforma se ubica en la zona suroriental del cantón Latacunga, en el límite cantonal con Tena, al sur oeste de la localidad La Vaquería. Se localiza íntegramente en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

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 Latacunga, está constituida geológicamente por la Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, aglomerados con bloques de andesitas basálticas).

Se caracteriza por pendientes suaves (de 5 a 12%), desniveles relativos comprendidos entre 5 y 25 metros, vertientes con longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m) con formas rectilíneas, formas de valle en V y planos, y formas de cima principalmente redondeadas pero también planas.

En el contexto Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas se levantó una ficha de campo en la Formación Pisayambo, tal como se observa en las fotografías siguientes.



Fotos 95 y 96. Superficie alta disectada en la Formación Pisayambo. Sector Ilinchisi.
08/04/2014

3.5.7.11. Abrupto de superficie alta (Sa3)

Esta geoforma se localiza en la zona oriental del cantón Latacunga, junto al límite cantonal con el cantón Tena, se trata de las vertientes asociadas a las superficies inclinadas y a las superficies inclinadas disectadas. Está íntegramente en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Se desarrollan también en la formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, aglomerados con bloques de andesitas basálticas).

Las características de la geoforma son una pendiente de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%), un desnivel relativo mayoritariamente entre 25 y 50 m y ocasionalmente de 200 a 300 m; longitud de vertiente moderadamente larga (>50 a 250 m), y formas de la vertiente mayoritariamente rectilínea y ocasionalmente irregulares y cóncava.

3.5.7.12. Cerro testigo (Rr4)

El cerro testigo identificado se sitúa en la zona central del cantón, al sur de la localidad de San Francisco de Chasqui, el propio cerro se llama Cerrito del Callo.

Se trata de testigos de los Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón (lavas andesíticas de grano fino y porfiríticas, bajo frecuente cobertura piroclástica), que han quedado como relieves aislados y elevados sobre la superficie que conforman los grandes lahares del Cotopaxi. Por este motivo se encuentra en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

Se caracteriza por pendientes fuertes (de 40 al 70%), desniveles comprendidos entre 50 y 100 metros, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 metros), drenajes con forma radial, cimas redondeadas y vertientes convexas.



Foto 97. Cerro testigo de los Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón rodeado por los lahares del Cotopaxi. Sector Santa Rita (Mulaló). 08/04/2014.

3.5.7.13. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

Esta unidad geomorfológica se encuentra repartida por todo el cantón, pero se presenta de mejor manera en el límite occidental de este. Se trata de una geoforma de desarrollo lineal y estrecho, con perfil transversal redondeado, que ocupa las posiciones cimaras del relieve, de donde arrancan los diferentes tipos de ladera o vertientes.

Se identifican en todos los contextos morfológicos del cantón a excepción de los *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y del *Medio aluvial de Sierra*.

Las formaciones geológicas en que se desarrollan no presentan una relación directa con la geoforma y son, principalmente: Formación Cangahua, Volcánicos Cotopaxi, Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón, Formación Pisayambo y Formación Yunguilla. Presentan pendientes variables, principalmente entre medias hasta media a fuertes (de 12 al 40%).

En el contexto paisajes glaciares, en el extremo oriental del cantón, se caracterizó esta geoforma en la Formación Cangahua (ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos). Su composición era un 80% arena y un 20% limo.



Foto 98. Interfluvio de cimas redondeadas en la Formación Cangahua. Sector Mulaló. 08/04/2014.

3.5.7.14. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Esta geoforma aparece dispersa por diferentes zonas, especialmente en el sureste y al norte del cantón Latacunga. Aparecen asociados a tres contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, ii) *Paisajes glaciares* y iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

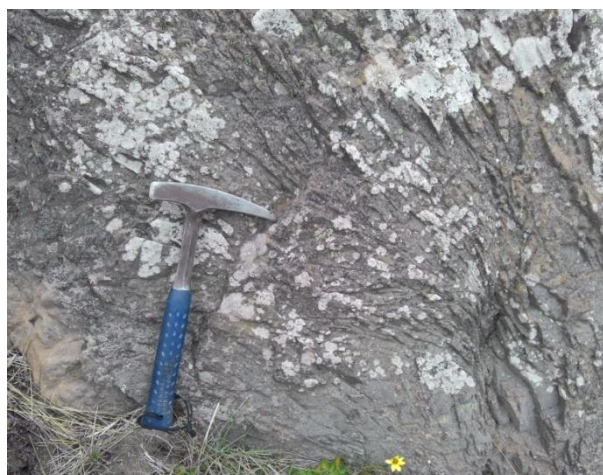
Las formaciones geológicas en que se desarrollan no presentan una relación directa con la geoforma y son, principalmente: Formación Cangahua, Volcánicos Cotopaxi, Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón, Formación Pisayambo y Formación Yunguilla. La litología de estas formaciones incluye materiales de considerable resistencia a la erosión, que facilitan la persistencia de estas geoformas.

Presentan pendientes variables, principalmente entre medias hasta media a fuertes (de 12 al 40%), pero también fuertes (de 40 al 70%) en menor proporción.



Foto 99. Interfluvio de cimas estrechas en el contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas sobre los Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón. Sector Loma Yuruquiuro, San Juan de Pastocalle. 10/04/2014

En el contexto de Paisajes glaciares se caracterizó un interfluvio de cimas estrechas (con rocas en crestas y cuchillas) en la Formación Pisayambo. Litológicamente se identificó pórfido andesito-basalto deformado. El macizo rocoso presentaba una estructura masiva, con fracturación y compactación alta y meteorización baja. Presentaba discontinuidades de tipo diaclasas con espacios de más de 2 metros y aperturas entre discontinuidades superiores a 5 mm, a una profundidad de 5 metros. El azimut era de 230° y el buzamiento de 60°.



Fotos 100 y 101. Interfluvio de cimas estrechas en la Formación Pisayambo. Detalle del macizo rocoso. Sector Ilinchisi. 09/04/2014

3.5.7.15. Afloramientos rocosos (Sdv3)

Esta geoforma se sitúa en la zona suroriental del cantón Latacunga, al sureste y suroeste de Pato Pamba. Se encuentra en dos contextos morfológicos distintos:

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

Los afloramientos rocosos, de cualquier contexto, son áreas donde aflora la litología del sustrato rocoso y son suficientemente extensas para cartografiarlas. El sustrato, en este caso, se corresponde con la secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas) de la Formación Pisayambo.

Se caracteriza, en su mayoría, por pendientes de media hasta media a fuertes (de 12 a 40%), y vertientes de tipo cóncava y convexa. En el contexto paisajes glaciares se trata de brechas piroclásticas.

3.5.8. Otras geoformas

3.5.8.1. Superficie intervenida (O5)

Esta geoforma se encuentra situada mayoritariamente al suroeste del cantón Latacunga, concretamente al oeste de la ciudad de Latacunga. Se localiza en cuatro contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*, iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y iv) *Medio aluvial de Sierra*.

Una superficie intervenida es una zona en la que se desarrolla una actividad antrópica y en la que es imposible reconocer cualquier otra geoforma, como explotaciones mineras, represas, rellenos sanitarios, etc. En este caso, dichas superficies son en su mayoría explotaciones mineras, que explotan formaciones del sustrato. Las litologías que se explotan son los depósitos aluviales (terrazas de composición laharítica), la Formación Latacunga, y la Formación Pisayambo.

Los atributos de esta geoforma son antrópicos, por lo que carece de interés su caracterización.

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Latacunga tiene 1.451 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 1.230 km² ya que los restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parques Nacionales Los Illinizas, El Boliche, Cotopaxi y Llanganates).

El cantón se encuentra incluido en la región Sierra en la que se diferencian cinco dominios fisiográficos.

1. **Sistema volcánico.** En el cantón Latacunga, este contexto se extiende por la mayor parte de la superficie cubriendo desde el noroeste hasta el sureste, con alturas que oscilan entre los 2.700 a 4.200 msnm. Su extensión es de 659 Km² aproximadamente, el 53,6% de la superficie. Los volcanes andinos, en número que supera el centenar, representan un destacado papel geomorfológico en todo el Ecuador. Por una parte, los propios edificios volcánicos son en sí mismos destacados hitos paisajísticos que realzan el relieve de las dos cordilleras, Occidental y Oriental, así como del propio corredor o valle interandino. Los depósitos piroclásticos que han generado, fundamentalmente de cenizas y lapilli en sus últimos episodios.

La mayoría de ellos son grandes estratovolcanes cuaternarios, formados por sucesivas erupciones de lavas y piroclastos, en distintos grados de actividad actual. Los más antiguos, aparecen muy erosionados y, a veces, difícilmente identificables morfológicamente. En los que se presentan los edificios volcánicos bien o muy bien conservados, la gran mayoría, se pueden establecer diferenciaciones en función de la intensidad del modelado glacial superpuesto, que en ocasiones es ausente.

Se manifiesta por un paisaje *de Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*. En este contexto morfológico se incluyen los conos volcánicos y formas menores incluidas en ellos (conos adventicios, cráteres, lagunas en fondos de cráter o caldera, etc.) y un conjunto de geoformas que, aunque ligadas al edificio volcánico propiamente dicho, pueden llegar a sobrepasar ampliamente el entorno de la boca o bocas de emisión: rampas de piedemonte de cono volcánico, flujos de piroclastos, coladas de lava, lahares, etc. asociados al vulcanismo del Cotopaxi, de los Illinizas y de Llanganates.

Además de los depósitos superficiales (aluviales, coluvio aluviales, de ladera, fluvio glaciares, superficiales y volcánicos) se desarrollan en las formaciones Cangahua, Latacunga, Pisayambo, Sedimentos volcánicos del Naranjal, Riolitas del Putzalagua, Volcánicos Cotopaxi, Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón, y Volcánicos Rumiñahui.

2. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** En el cantón Latacunga, ocupa una extensión de aproximadamente 154 km². Esta unidad se ubica principalmente en los extremos oriental y occidental con alturas que oscilan entre los 3.000 a 4.100 msnm, abarca formas glaciares de diversos tipos

(circos, cubetas, fondos de valle, etc.), relieves volcánicos altos, depósitos glaciares modelados por acción fluvial, interfluvios de cimas estrechas y redondeadas, vertientes de diferentes tipos, superficies estructurales, coluviones, etc.

Se manifiesta por *Paisajes glaciares* y por *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*. Estos paisajes se desarrollan en depósitos coluvio aluviales, depósitos de ladera (coluvial), depósitos de ladera (derrumbe), depósitos fluvio glaciares, depósitos glaciares, depósitos superficiales, Formación Cangahua, Formación Moraspamba, y Formación Pisayambo.

Se han podido identificar algunas geoformas, o unidades geomorfológicas, características de dicho dominio: afloramientos rocosos en ambiente periglacial, circos y cubetas glaciares, depósito glaciar modelado por acción fluvial, valle glaciar, fondo de valle glaciar, nicho de nivación, hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial, depósitos morrénicos, etc. Además de las geoformas asociadas a la génesis de laderas y fluvial y sus depósitos asociados a las mismas, también se han identificado geoformas de génesis estructural (niveles estructurales sobre lavas endurecidas), volcánico (domo volcánico, superficie volcánica ondulada, vestigios de edificios volcánicos), poligénicas (abrupto de superficie inclinada, afloramientos rocosos, coluvio-aluvial antiguo, interfluvio de cimas estrechas, interfluvio de cimas redondeadas, superficie alta, superficie inclinada), etc.

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

En el cantón Latacunga, este dominio se dispone en el centro y en el extremo occidental del área de estudio, y está representado por los paisajes *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*.

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

En el cantón Latacunga, este dominio se ubica en el sector central y en el extremo occidental, al norte y al sur de la localidad de Saquisilí, con alturas que oscilan entre los 2.800 y los 3.600 msnm. Su extensión total se aproxima a los 128 Km².

Geológicamente se desarrollan en los depósitos de ladera (coluvial), depósitos de ladera (derrumbe), depósitos coluvio aluviales, de ladera y volcánicos, Formación Cangahua, Formación Latacunga, Formación Pisayambo, Formación Yunguilla y sedimentos volcánicos del Naranjal.

Las geoformas características de este dominio son las de génesis volcánico (lahar, planicie arenosa de origen lahárico, rampas de piedemonte de cono volcánico, relieves volcánicos colinados, relieves volcánicos montañosos, superficie volcánica ondulada, etc.), y las de génesis laderas (coluvión antiguo, depósitos de deslizamiento, masa deslizada, escarpe de deslizamiento, macrocoluvión, vertientes heterogéneas y rectilíneas, vertientes rocosas, etc.), además de las fluviales (barrancos, encañonamientos, superficies de cono de deyección, valle en V), y poligénicas (coluvio aluviales, interfluvios, etc.) habituales.

4. **Relieves de fondo de Cuencas Interandinas.** Este dominio se opone muy claramente al anterior (Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas) con el que conforma el conjunto del corredor interandino. Los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas se muestran esencialmente como zonas entre horizontales y suavemente inclinadas, con un modelado superficial monótono, de plano a ligeramente ondulado. Su origen, netamente estructural, condiciona que la altitud a la que se sitúan dependa tanto de la amplitud del hundimiento tectónico como del espesor del posterior relleno de depósitos (lacustres, fluviales y volcánicos, principalmente).

Se ubican en el extremo sur occidental del cantón Latacunga, en contacto con las vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, y está representado por los paisajes *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*. Las alturas que oscilan entre los 2.700 y 3.100 msnm. Su extensión total se aproxima a los 103 Km².

Geológicamente se desarrollan en depósitos aluviales (con material laharítico, cono de deyección, terrazas de composición laharítica), coluvio aluviales, de ladera (de ladera, coluviales y derrumbes), y en las formaciones Cangahua y Latacunga.

Las geoformas más representativas son las asociadas con la génesis volcánico (llanura de depósitos volcánicos y vertientes, relieves volcánicos colinados, superficie volcánica ondulada, etc.) y laderas (coluvión antiguo, depósitos de deslizamiento, masa deslizada, escarpe de deslizamiento, glacis de esparcimiento, vertiente rectilínea y vertiente rectilínea con fuerte disección). En lo que se refiere a la génesis fluvial, aparecen formas de incisión, como son los barrancos, valles, encañonamientos, pero también conos de deyección y

terrazas. Las formas poligénicas están representadas principalmente por coluvio-aluviales, que son formas mixtas producidas por depósitos aluviales y de ladera.

5. **Medio Aluvial de Sierra.** Con una extensión aproximada de 187 km², este dominio se corresponde con el contexto morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión.

En el cantón Latacunga esta unidad está dominada por la acción del río Cutuchi con dirección preferencial N-S y los ríos Alagues e Illuchi con dirección preferencial E-W, con esta dirección preferencial también se encuentra la zona de cabecera del río Jatuncama en la zona NE del cantón.

Las geoformas identificadas en este dominio son principalmente de génesis fluvial (barranco, encañonamiento, garganta, terrazas, valle en V, valle fluvial, llanura de inundación, valle indiferenciado, etc.), pero destacan las de génesis volcánico (lahares y planicies arenosas de origen laharítico), y poligénicas (cerro testigo, y coluvio aluvial antiguo).

En relación con estas geoformas, la geología de este dominio está constituida por depósitos aluviales (con material laharítico, terrazas), depósitos coluvio aluviales, depósitos volcánicos (laharíticos), y las formaciones Cangahua, Latacunga, Volcánicos Cotopaxi, Sedimentos volcánicos del Naranjal, Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón, y Formación Pisayambo.

Uno de los aspectos más singulares del cantón Latacunga es la influencia volcánica de los Illinizas y del Cotopaxi; la potencia de la cobertura piroclástica que recubre la mayoría de geoformas del cantón; y la importancia en superficie del corredor interandino (constituido por vertientes y relieves de fondo).

Estos depósitos volcano-sedimentarios de recubrimiento, dominan sobre todo en el corredor interandino, y en función de la dinámica a la que se han visto expuestos (aluvial, coluvio aluvial, laderas, glaciario o flujo glaciario) han desarrollado una u otra geoforma (conos de deyección, lahares, derrumbes, coluviones y macrocoluviones, masas deslizadas, etc.).

El corredor interandino está constituido en el cantón por los contextos morfológicos: *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinicas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte); Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinicas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte; y Relieves de fondo de cuencas interandinicas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

Geológicamente, el corredor interandino coincide con materiales cretácicos (Fm. Yunguilla), pliocenos (Fm. Pisayambo), pleistocénicos (Fm. Latacunga, Sedimentos volcánicos del Naranjal), y cuaternarios (Fm. Cangahua).

No obstante, es el Sistema volcánico el más representativo del cantón Latacunga, ocupando el 53,6% de la superficie total del cantón.

El volcán Cotopaxi, junto con el Illiniza sur, son el hito paisajístico más destacado en el cantón, han configurado asimismo algunas de las características que definen los diferentes contextos morfológicos: la presencia de una cobertura reciente de cenizas volcánicas y materiales volcánicos recientes (Volcánicos Cotopaxi, Riolitas del Putzalagua, Sedimentos volcánicos del Naranjal, Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón, y Volcánicos Rumiñahui).

En este sentido, merecen destacarse algunas relaciones observadas entre geoformas y sustrato geológico, tanto en su disposición geométrica como en los componentes litológicos que lo constituyen.

La Formación Cangahua, constituida por ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos, da lugar a geoformas redondeadas (relieves volcánicos colinados, superficies planas a ligeramente onduladas, rampas de piedemonte de cono volcánico, interfluvios de cimas redondeadas, con presencia de incisiones fluviales). Esta formación es la más representativa del cantón con un 24,6% de la superficie del área de estudio.

Por su parte, la secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas) de la Formación Pisayambo aparece en todos los contextos morfológicos del cantón, y debido a su dureza da lugar a geoformas más abruptas como afloramientos rocosos, encañonamientos, niveles estructurales sobre lavas endurecidas, vestigios de edificios volcánicos, vertientes rocosas, circos glaciares, etc. En el cantón esta litología es más frecuente en asociación con los paisajes de páramo y glaciares.

Los Volcánicos Cotopaxi están lógicamente asociados al cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, a coladas de lava antigua, y a las rampas de piedemonte volcánico del Cotopaxi.

Del mismo modo, los Volcánicos del Atacazo, Illiniza y Corazón (lavas andesíticas de grano fino y porfiríticas, bajo frecuente cobertura piroclástica) están asociados al cono sin actividad volcánica actual e intenso o moderado retoque glaciar, a las rampas de piedemonte de cono volcánico, a las coladas de lava antigua, y a los vestigios de edificios volcánicos del volcán Illiniza Sur.

En este sentido, y de forma testimonial aparecen los Volcánicos del Rumiñahui en el norte del cantón, asociados a las geoformas colada de lava antigua y cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar de este volcán.

De forma testimonial también las Riolitas del Putzalagua (tobas riolíticas de color blanco, con fenocristales negros de piroxenos, biotitas y granos de magnetita) dan lugar a un domo volcánico en el sureste del cantón, en el contexto Paisajes glaciares.

Finalmente, en relación con los volcánicos, cerca de Saquisilí afloran los Sedimentos volcánicos del Naranjal (depósitos volcano-sedimentarios: aglomerados y conglomerados con fragmentos volcánicos subredondeados y tobas de colores diversos) asociados principalmente a geoformas de génesis volcánico (rampas de

pedemonte de cono volcánico, relieve volcánico colinado medio y superficie volcánica ondulada).

En el corredor interandino la formación cretácica Yunguilla (limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas) da lugar a las vertientes que caracterizan el dominio *Vertientes y relieves de cuencas interandinas*.

La Formación Latacunga (aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena) da lugar sobre todo a gargantas, encañonamientos, relieves volcánicos colinados, llanuras de depósitos volcánicos, rampas de piedemonte de cono volcánico y a vertientes rectilíneas, tanto en el dominio *Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas* como en los *Relieves de fondo de Cuencas Interandinas*.

Finalmente cabe destacar que la Formación Moraspamba (lutitas y areniscas) está asociada en el cantón con geformas de tipo estructural como los chevron (frente, superficie y vertiente de chevron, y superficies y planos estructurales originados en capas plegadas); coincidiendo con el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

V. BIBLIOGRAFÍA

5.1. Referencias generales

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.2. Bibliografía citada

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

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

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

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), 1980. Hoja Geológica: Latacunga (Hoja 67), esc. 1:100.000. DGGM. Quito.

DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Píntag (Hoja 85), esc. 1:100.000. DGGM. Quito.


DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Chalupas (Hoja 86), 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: Ubicación

Latitud: PROVINCIA

Altitud: CANTON

PARROQUIA

2. Descripción

Contexto Morfológico

Geoforma Pendiente

Forma Cima Desnivel Relativo

Forma Vertiente Longitud Vertiente

Forma Valle Formación

Litología

Descripción Litología

A. Fotos Descripción Geoforma

3. Macizo Rocoso

Macizo Rocoso 1

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

Macizo Rocoso 2

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

Macizo Rocoso 3

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

A. Fotos Macizo Rocoso

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

B. Otros Aspectos Macizo rocoso

4. Depósitos Superficiales

Tipo Depósito Superficial

Composición Depósito Superficiales Porcentaje

A. Fotos Depósitos superficiales

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

B. Otros Aspectos Depósito superficial

#. Observaciones Generales

Sincroniza con Geomorfología
 Guardar

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

CGg-ÑIII_E1-53-0188	CGg-ÑIII_E4-52-0073	CGg-ÑIII_E2-56-0044
CGg-ÑIII_E1-53-0189	CGg-ÑIII_E4-52-0085	CGg-ÑIII_E2-56-0047
CGg-ÑIII_E1-53-0192	CGg-ÑIII_E4-52-0086	CGg-ÑIII_E2-56-0049
CGg-ÑIII_C4-53-0195	CGg-ÑIII_E4-52-0088	CGg-ÑIII_E2-56-0050
CGg-ÑIII_C4-53-0196	CGg-ÑIII_E4-52-0106	CGg-ÑIII_E2-56-0052
CGg-ÑIII_C4-53-0203	CGg-ÑIII_E4-52-0132	CGg-ÑIII_E2-56-0053
CGg-ÑIII_C3-53-0161	CGg-ÑIII_E4-52-0133	CGg-ÑIII_E2-56-0055
CGg-ÑIII_C4-53-0226	CGg-ÑIII_F3-52-0077	CGg-ÑIII_E2-56-0056
CGg-ÑIII_C4-53-0227	CGg-ÑIII_F3-52-0079	CGg-ÑIII_E2-56-0057
CGg-ÑIII_C4-53-0229	CGg-ÑIII_F3-52-0082	CGg-ÑIII_E2-56-0058
CGg-ÑIII_C4-53-0230	CGg-ÑIII_F3-52-0092	CGg-ÑIII_E2-56-0059
CGg-ÑIII_E4-52-0042	CGg-ÑIII_F3-52-0094	CGg-ÑIII_F1-56-0060
CGg-ÑIII_E4-52-0044	CGg-ÑIII_F3-52-0096	CGg-ÑIII_E2-56-0061
CGg-ÑIII_E4-52-0046	CGg-ÑIII_F3-52-0098	CGg-ÑIII_E2-56-0062
CGg-ÑIII_E4-52-0047	CGg-ÑIII_F3-52-0102	CGg-ÑIII_E2-56-0063
CGg-ÑIII_E4-52-0049	CGg-ÑIII_F3-52-0103	CGg-ÑIII_F1-56-0068
CGg-ÑIII_E4-52-0051	CGg-ÑIII_F3-52-0104	CGg-ÑIII_F1-56-0070
CGg-ÑIII_E4-52-0057	CGg-ÑIII_F3-52-0105	CGg-ÑIII_F1-56-0072
CGg-ÑIII_E4-52-0063	CGg-ÑIII_F1-52-0131	CGg-ÑIII_F1-56-0073
CGg-ÑIII_E4-52-0064	CGg-ÑIII_E2-56-0033	CGg-ÑIII_F1-56-0074
CGg-ÑIII_E4-52-0065	CGg-ÑIII_E2-56-0035	CGg-ÑIII_F1-56-0076
CGg-ÑIII_E4-52-0066	CGg-ÑIII_E2-56-0036	CGg-ÑIII_F1-56-0080
CGg-ÑIII_E4-52-0067	CGg-ÑIII_E2-56-0037	CGg-ÑIII_F1-56-0081
CGg-ÑIII_E4-52-0069	CGg-ÑIII_E2-56-0038	CGg-ÑIII_F1-56-0082
CGg-ÑIII_E4-52-0070	CGg-ÑIII_E2-56-0040	CGg-ÑIII_F1-56-0083
CGg-ÑIII_E4-52-0072	CGg-ÑIII_E2-56-0042	CGg-ÑIII_F1-56-0086

ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS

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

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

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

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

-A-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-B-

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

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

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

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

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

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

-C-

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

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

CAMPO DE REG: Desierto pedregoso.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-D-

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

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

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

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

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

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

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

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

-E-

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

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

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

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

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

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

ESPINAZO: Resalte morfológico rocoso, de desarrollo predominantemente lineal.

-F-

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

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

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

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

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

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

-G-

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

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

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

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

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

-H-

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

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

-I-

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

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

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

-K-

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

-L-

LAGUNA COLMATADA: Depósito de antigua laguna.

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

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

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

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

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

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

-M-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-N-

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

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

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

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

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

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

-P-

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

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

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

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

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

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

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

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

-R-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-S-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-T-

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

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

TERRAZA BAJA Y CAUCE ACTUAL (sobrexcaución 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 geformas 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, limítrofe 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.

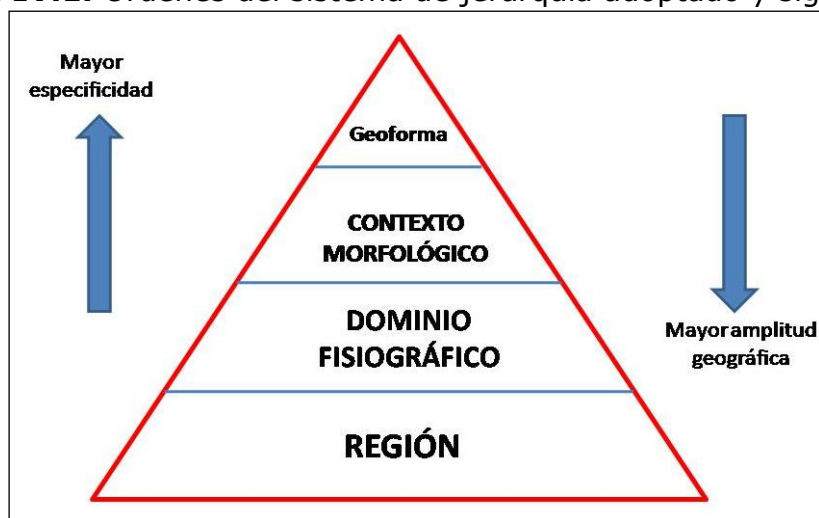
1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico

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 MORFOLOGICOS	Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Cuencas deprimidas con relieves colinares sobre rellenos volcano-sedimentarios, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Relieves y estribaciones meridionales de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)

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

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

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

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

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

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

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

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

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

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

Una Geoforma debe cumplir con los siguientes requisitos:

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

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

1.1. Justificación del sistema de jerarquía de relieve adoptado

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

Por otra parte, aunque las anteriormente denominadas Unidades Ambientales equivalen, en algunos casos, a los designados en este trabajo como Contextos

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

2. Atributo relacionado con la génesis de la geoforma

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

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

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

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

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

Fuente: CTN

3. Atributos geológicos: formación geológica y litología

Una *formación geológica* (sensu stricto) es una unidad litoestratigráfica constituida por un conjunto de rocas claramente 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 volcanosedimentos 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.